

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**EFEITOS DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NO CRESCIMENTO  
INICIAL E NA PRODUÇÃO DE FITOMASSA EM CLONES DE  
EUCALIPTO**

**FABIANO DE SOUSA OLIVEIRA**

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA – BRASIL  
OUTUBRO – 2018

**FABIANO DE SOUSA OLIVEIRA**

**EFEITOS DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NO CRESCIMENTO  
INICIAL E NA PRODUÇÃO DE FITOMASSA EM CLONES DE  
EUCALIPTO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

**Orientador: Prof. D.Sc. Cristiano Tagliaferre (UESB)**

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA – BRASIL  
OUTUBRO – 2018

**FABIANO DE SOUSA OLIVEIRA**

**EFEITOS DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NO CRESCIMENTO  
INICIAL E NA PRODUÇÃO DE FITOMASSA EM CLONES DE  
EUCALIPTO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 25/10/2018

---

Comissão Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Flávia Mariani Barros (D.Sc., Engenharia Agrícola) – UESB

---

Prof. Alessandro de Paula (D.Sc., Ecologia e Recursos Naturais) – UESB

---

Prof. Cristiano Tagliaferre (D.Sc., Engenharia Agrícola) – UESB - Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, sabedoria e proteção.

Aos meus pais, Salvador Francisco e Maria das Graças, pelo incentivo, cuidado e amor.

Às minhas irmãs, Aline e Eliane, pelo apoio e orientação.

À minha esposa Natalia dos Santos, pelas correções de textos, pelo companheirismo, paciência, dedicação e orientação.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela oportunidade de realização do Mestrado.

Ao Prof. D.Sc. Cristiano Tagliaferre, pela orientação, apoio, confiança e amizade.

Ao Prof. D.Sc. Paulo Araquém Ramos Cairo, pela orientação, apoio e amizade.

Ao Prof. D.Sc. Anselmo Eloy Viana, pela orientação, apoio e amizade.

À professora D.Sc. Rita Tagliaferre, pelo incentivo, força e apoio aos estudos.

Ao professor D.Sc. Adalberto Brito, pelos ensinamentos na área de eucalipto.

Aos colegas de mestrado, Alessandro, Fabrício e Ivan, pelo apoio durante esse período.

Ao doutorando Caio, pela paciência em ensinar.

Ao Professor D.Sc. Divino, pelas sugestões e disposição para ensinar.

À empresa Tecnoplant Viveiro de Mudas Ltda.

Ao pessoal da DICAP/UESB, pelo apoio e ao pessoal de campo.

A todos que contribuíram para esta realização pessoal e profissional.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	3
2.1 Caracterização do eucalipto .....	3
2.2 Salinidade no solo .....	4
2.3 Efeitos da salinidade no crescimento vegetativo das plantas .....	5
2.4 Mecanismo de tolerância à salinidade .....	8
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	11
3.1 Distribuição dos tratamentos e delineamento experimental .....	13
3.2 Condução do experimento .....	155
3.3 Manejo da água de irrigação .....	15
3.4 Características avaliadas.....	16
3.4.1 Taxa de crescimento absoluto (TCA) .....	177
3.4.2 Taxa de crescimento relativo (TCR).....	17
3.4.3 Diâmetro do colo .....	17
3.4.4 Matéria seca da parte aérea (MSPA) .....	18
3.4.5 Matéria seca do sistema radicial (MSR) .....	188
3.4.6 Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo .....	188
3.4.7 Análise química das folhas .....	18
3.4.8 Análise estatística .....	199
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
4.1 Avaliações morfológicas .....	20
4.1.1 Salinidade no solo .....	20
4.1.2 Altura de plantas e taxa de crescimento .....	21
4.1.3 Diâmetro do colo .....	244
4.1.4 Diâmetro da copa e número de folhas.....	25
4.1.5 Massa seca da parte aérea .....	28
4.1.6 Massa seca do sistema radicular .....	29
4.1.7 Relação massa seca de parte aérea / massa seca de raiz .....	322
4.1.8 Massa seca total .....	344
4.1.9 Análise foliar e nutrição das plantas .....	366
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	388
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	399
<b>ANEXOS</b> .....	466

## RESUMO

OLIVEIRA, Fabiano de Sousa, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, outubro de 2018. **Efeitos da Irrigação com Água Salina no Crescimento Inicial e na Produção de Fitomassa em Clones de Eucalipto**. Orientador: Cristiano Tagliaferre. Coorientador: Paulo Ramos Araquém.

A utilização de água salina como alternativa na irrigação de diversas culturas nas regiões Norte e Nordeste do semiárido brasileiro tem sido uma forma eficaz e inovadora nos plantios agrícolas. Neste contexto, avaliou-se o crescimento vegetativo e a produção de fitomassa de dois clones de eucalipto, VCC865 e CO1407, irrigados com água doce e água salina com diferentes frações de lixiviação no período inicial de desenvolvimento. As mudas dos clones, com 90 dias de idade, foram transplantadas em vasos do tipo bombonas, de 50 litros, constituindo os minilímetros de drenagem, irrigadas a cada dois dias. Adotou-se delineamento em blocos ao acaso, no esquema fatorial 5x2, em que os fatores foram as frações de lixiviação de 3, 10, 20 e 30% de água salina com condutividade elétrica de  $2,5 \text{ dSm}^{-1}$  e um adicional com água doce e dois clones de eucalipto, o VCC865 e o CO1407, com quatro repetições, totalizando 40 parcelas. O clone VCC865 apresentou maiores médias em altura de plantas, diâmetro da copa, taxa de crescimento absoluto, massa seca de folhas, massa seca de caule, massa seca de parte aérea, MSPA/MSR e Mstotal. As características morfológicas avaliadas nos clones VCC865 e CO1407 indicaram haver influência dos diferentes níveis de salinidade do solo, sendo de maior interesse a adoção das frações de lixiviação de 10 a 20%, quando se usa água salina. O clone CO1407 registrou melhor desempenho nas variáveis diâmetro de colo, massa seca de raiz e número de folhas. A nutrição mineral dos clones avaliados mostrou-se indiferente aos tratamentos salinos empregados ou às frações de lixiviação.

**Palavras-chave:** salinidade, produção de fitomassa, eucalipto.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Fabiano de Sousa, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, october 2018. **Effects of Irrigation with Saline Water on Initial Growth and Phytomass Production in Eucalyptus Clones.** Advisor: Cristiano Tagliaferre. Co-advisor: Paulo Ramos Araquém.

The use of saline water as an alternative in the irrigation of several crops in the northern and northeastern Brazilian semiarid regions has been an effective and innovative way in agricultural plantations. In this context, vegetative growth and phytomass production of two eucalyptus clone varieties, VCC865 and CO1407, irrigated with freshwater and saline water with different leaching fractions were evaluated in the initial period of development. The 90-day-old clones were transplanted into 50-gallon pots, constituting the drainage miniliterimeters, arranged 1 m in the line and 1 m in line in the planting area, irrigated every two days. A randomized block design was used in the 5x2 factorial scheme, in which the factors were the leaching fractions of 3, 10, 20 and 30% of salt water with electrical conductivity of 2.5 dSm<sup>-1</sup> and an additional one with water sweet and two clones of eucalyptus VCC865 and CO1407, with four replications, totaling 40 plots. Clone VCC865 presented higher mean plant height, crown diameter, absolute growth rate, leaf dry mass, stem dry mass, shoot dry mass, MSPA / MSR and Mstotal. Clone CO1407 showed better performance in the variables neck diameter, root dry mass and number of leaves. The mineral nutrition of the clones evaluated was indifferent to the saline treatments used or to the leaching fractions.

**Keywords:** salinity, phytomass production, eucalyptus

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados mensais de precipitação, temperatura máxima e mínima durante o período experimental.....	11
Figura 2 – Área experimental e dispositivo de coleta da água de drenagem. ....	12
Figura 3 – Condutividade elétrica média do extrato da pasta saturada do solo (CEes) em função das frações de lixiviação.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 4 – Altura média dos clones VCC865 e CO1407 aos 115 DAT. Taxa de crescimento absoluto em função das frações de lixiviação com água salina e doce. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.....	222
Figura 5 – Taxa de crescimento absoluto em função das diferentes frações de lixiviação com água salina e doce. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.....	23
Figura 6 – Diâmetro de colo médio de clones de eucalipto submetidos a diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.....	24
Figura 7 – Diâmetro da copa de clones de eucalipto submetidos às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.....	25
Figura 8 – Número de folhas em plantas de clones de eucalipto submetidas às diferentes frações de lixiviação, aos 115 (DAT). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. ....	26
Figura 9 – Plantas de eucalipto com manchas foliares amareladas (A).....	27
Figura 10 – Massa seca da parte aérea de clones de eucalipto submetidos às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.....	28
Figura 11 – Massa seca de raiz em clones de eucalipto submetidos às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.....	30
Figura 12 – Massa seca de raiz em plantas de Eucalyptus spp. submetidas às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Vitória da Conquista – BA.....	31
Figura 13 – Relação massa seca da parte aérea / massa seca de raiz de clones de eucalipto submetidos às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.....	32
Figura 14 – Comportamento da MSPA/MSR de clones de eucalipto submetidos às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT.....	33
Figura 15 – Massa seca total em plantas dos clones de eucalipto submetidas às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.....	34

Figura 16 – Massa seca total em plantas de clones de eucalipto submetidas às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT.....35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características físicas do solo usado no experimento, Vitória da Conquista – Ba.....	13
Tabela 2 – Características químicas do solo usado no experimento, Vitória da Conquista – Ba.....	13
Tabela 3 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, Vitória da Conquista – Ba.....	14
Tabela 4 – Características médias das águas utilizadas na irrigação durante o período experimental, Vitória da Conquista – Ba .....	14

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABAF	Associação Baiana de Empresas de Base Florestal
ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
AF	Altura final das plantas (cm)
C	Massa seca do caule (g)
CE	Condutividade elétrica
CEai	Condutividade elétrica da água de irrigação
CEDM	Condutividade elétrica da drenagem média
CEes	Condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo
CF	Diâmetro do colo final (mm)
cm	Centímetros
DAT	Dias Após Transplântio
DCF	Diâmetro da copa final (cm)
dS.m <sup>-1</sup>	Decisiemens por metro
ET <sub>0</sub>	Evapotranspiração de referência
F	Massa seca da folha (g)
FL	Fração de lixiviação da água salina
g	Gramas
g/kg	Gramas por quilo
g/L	Gramas por mililitro
IBA	Indústria Brasileira de Árvores
kPa	Quilo pascal
L	Litros
m s <sup>-1</sup>	Metros por segundo
m <sup>2</sup>	Metro ao quadrado
MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup>	Mega joule por metro quadrado por dia
mL	Mililitros
mm d <sup>-1</sup>	Milímetro por dia
MS	Massa seca
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSPA/MSR	Relação massa seca da parte aérea / massa seca do sistema radicial

MSR	Massa seca do sistema radicial
MStotal	Massa seca total
NF	Número de folhas
°C	Graus centigrados
R	Massa seca de raiz (g)
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
TCA	Taxa de crescimento absoluto
TCR	Taxa de crescimento relativo
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UFV	Universidade Federal de Viçosa

## 1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus*, originário da Austrália, encontra-se espalhado por quase todo o território nacional, embora grande parte da área de cultivo apresente limitações ao desenvolvimento das plantas, como diversos níveis de estresse hídrico e salino afetando dessa forma a produtividade. A grande exigência por produtividade no setor florestal tem demandado pesquisas à procura de materiais genéticos mais produtivos e adaptados às diferentes condições ambientais. Entretanto o clima e a geologia de algumas áreas do Brasil propiciam o processo de salinização do solo, seja por meio do próprio material de origem na sua formação ou por meio do uso de águas com altas concentrações de sais. Isso exige dos produtores ou empresas do setor florestal uma ampliação de seus estudos tendo como objetivo a busca de materiais genéticos mais adequados a essa limitação abiótica, para que os plantios nessas áreas não apresentem rendimento inferior ao esperado ou, até mesmo, o insucesso da atividade florestal.

A fim de melhorar as características de plantas, apesar de haver variabilidade genética para a tolerância de *Eucalyptus* à salinidade (MANSOUR et al., 2003; MENDONÇA et al., 2007), surgiram alguns clones de eucalipto com variabilidade genética adaptada ao clima árido e com certa tolerância à salinidade, tais como os clones VCC865 e CO1407, ambos de cruzamentos de *E. urophylla* x *E. grandis*. Essa tolerância se deve à alta capacidade de adaptação osmótica que algumas espécies têm, conferindo-lhes maior absorção de água em condições de salinidade.

A dispersão de íons cátions nas soluções promove alterações na condutividade elétrica da água, podendo ocasionar distúrbios fisiológicos nas plantas a depender das lâminas de irrigação adotadas no cultivo. Os íons, quando

acumulados nas folhas e/ou raízes das plantas, podem ocasionar estresse e sintomas de toxicidade semelhantes a algumas deficiências nutricionais.

Durante o efeito da salinidade, determinados processos são danificados, tais como: a síntese de proteínas, o metabolismo de lipídios e a fotossíntese. Uma das respostas iniciais é a redução da expansão da superfície foliar, acompanhada de uma intensificação do estresse (WANG e NIL, 2000).

Fatores como irrigação e fertirrigação mal manejadas são causas de um possível aumento de salinidade em solos, exigindo, por parte dos agricultores, um monitoramento dos solos por meio da sua condutividade elétrica, e das culturas implantadas, observando características visuais, tais como: amarelecimento, queima e queda de folhas, redução do desenvolvimento e murcha.

Assim, no que se refere ao uso de água de irrigação com elevado teor de sais e condutividades elétricas diferentes, muitos trabalhos já foram conduzidos com diversas culturas e com a cultura do eucalipto. Porém, estudos envolvendo a espécie e seus clones, submetidos à irrigação com água salina com diferentes frações de lixiviação, ainda são poucos.

A fração de lixiviação constitui uma informação básica para o produtor irrigante, porque é por meio dela que ele define a lâmina de irrigação para uma determinada cultura com base na condição de água salina existente na propriedade, de modo que essa água possa ser usada sem provocar danos ou prejuízos aos plantios florestais.

Neste contexto, objetivou-se com este estudo avaliar o crescimento vegetativo e a produção de fitomassa de dois clones de eucalipto, VCC865 e CO1407, irrigados com água salina com diferentes frações de lixiviação, no período inicial de desenvolvimento.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Caracterização do eucalipto

O gênero *Eucalyptus* é de origem australiana e tem grande uso na indústria madeireira no Brasil (RAMOS *et al.*, 2011). Pertencente à família das Mirtáceas, é de porte arbóreo e possui mais de 700 espécies descritas (VALVERDE, 2007). As espécies pertencentes ao gênero *Eucalyptus*, exóticas à flora brasileira, têm sido utilizadas pela indústria madeireira em substituição às madeiras nativas (PELOZZI *et al.*, 2012).

O “*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden é uma espécie nativa da Austrália e que aparece em regiões de clima subtropical a temperado, com um regime pluviométrico de 1.000 a 1.700 mm/ano” (NIELSEN, 1998). A espécie *Eucalyptus* ssp adapta-se facilmente a diversos ambientes, como, por exemplo, dentro ou próximo de zonas costeiras ou interiores da Austrália, onde os solos ou águas subterrâneas constituem soluções salinas e os solos são geralmente pobres em nutrientes (GRIEVE *et al.*, 1999). O “*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake procede de países como Austrália, Papua Nova Guiné, Filipinas e Timor, regiões onde o clima é tropical à subtropical úmido e o regime de precipitação anual é de 1.000 a 1.500 mm”. (BOLAND *et al.*, 1992).

O Brasil está entre os principais produtores de celulose, papel e painéis de madeira no mundo, com exportações que trazem grande contribuição para a balança comercial e que geram muitos empregos e renda em todas as regiões do país (IBÁ, 2017).

A cultura do eucalipto, por sua vez, tem significativa importância para o agronegócio florestal brasileiro, com participação de cerca de 6,2% do PIB nacional, quando somadas todas as cadeias produtivas em que ele participa (IBÁ, 2017). O crescimento da área plantada com eucalipto é atribuído à melhoria da genética da cultura e do potencial de produção e empregabilidade no mercado. Nesse sentido, o estado da Bahia ocupa a quarta posição com maior área de florestas plantadas do país, com cerca de 630.808 hectares (ABAF, 2016).

A indústria brasileira de árvores plantadas é, atualmente, uma referência mundial por sua atuação pautada na sustentabilidade, competitividade e inovação.

Destinadas à produção de celulose, papel, painéis de madeira, pisos laminados, carvão vegetal e biomassa, as árvores plantadas são fonte de centenas de produtos e subprodutos presentes em nossas casas e atividades cotidianas (IBÁ, 2017).

Além disso, essas árvores exercem um papel fundamental na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e provêm diversos serviços ambientais, como a regulação dos ciclos hidrológicos, o controle da erosão e da qualidade do solo, a conservação da biodiversidade e a provisão de oxigênio para o planeta (IBÁ, 2017).

## **2.2 Salinidade no solo**

A salinidade é caracterizada pela presença de elevadas concentrações de sais solúveis no solo. Os principais íons relacionados à salinidade são os cátions sódio ( $\text{Na}^+$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ), e os ânions cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) (LEMES, 2013). A adição de alguns íons ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) ao solo, via água de irrigação, pode restringir a disponibilidade de alguns nutrientes no solo devido às alterações em seu pH (BRADY, 1989; FERREIRA, 2002), podendo, dessa forma, ocasionar estresse nutricional à planta.

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), a salinidade é considerada no caráter sálico ( $\text{CEes} \geq 7 \text{ dSm}^{-1}$ , a  $25^\circ\text{C}$ ) e no caráter salino ( $4 \geq \text{CEes} < 7 \text{ dSm}^{-1}$ , a  $25^\circ\text{C}$ ) (EMBRAPA, 2006).

A alta salinidade do solo é um sério problema que ocorre em várias regiões do Brasil, causada principalmente pelos sais de sódio, em particular pelo cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ), com efeitos nocivos aos vegetais. As plantas respondem a esta condição por meio de alterações em vários processos fisiológicos e bioquímicos (LIMA et al., 1999). A salinidade e a sodicidade do solo provocam a dispersão da argila, causando redução da penetração de água, ar e raízes e da capacidade de retenção de água disponível, dificultando, assim, uma agricultura adequada e eficiente (LEVY et al., 1998; SHAW et al., 1998).

Os fatores que são diretamente responsáveis pela salinidade dos solos em áreas irrigadas são: uso de água com alta concentração salina; elevação do lençol freático, favorecendo a ascensão capilar dos sais; drenagem deficiente ou inexistente, possibilitando a formação de lençol freático superficial; aplicação de

fertilizantes de forma excessiva e pouco parcelada no decorrer de um período, induzindo estresse osmótico ao sistema radicular (MUNNS, 2002). O acúmulo de sais na rizosfera prejudica o crescimento e desenvolvimento das culturas, provocando um decréscimo de produtividade e, em casos mais severos, pode levar a um colapso da produção agrícola. Isto ocorre em razão da elevação do potencial osmótico da solução do solo, por efeitos tóxicos dos íons específicos e alteração das condições físicas e químicas do solo (LIMA, 1998).

Para reabilitar os solos afetados por sais e os incorporar à produção agrícola, é oportuno que seja promovida a remoção do sódio dos sítios de troca, usualmente proporcionada pela aplicação de gesso, seguida de lixiviação. A reação de troca entre o gesso e o sódio do solo depende do contato do corretivo com as partículas do solo e da taxa de remoção de sódio da solução do solo (LLYAS et al., 1997).

O aumento dos níveis de salinidade de solo, a partir de  $4,5 \text{ dSm}^{-1}$ , para híbridos de eucalipto pode provocar redução nos seguintes parâmetros morfofisiológicos: altura da planta, diâmetro da base caulinar, massa seca total e área foliar, sendo esta última, a mais afetada (LOPES e KLAR, 2009).

Quando comparados clones de eucalipto submetidos a diferentes condutividades elétricas da água de irrigação, Lacerda (2016) observou que as menores alturas de plantas foram obtidas na maior salinidade ( $9,0 \text{ dSm}^{-1}$ ), com exceção do clone AEC144. O excesso de alguns íons na solução do solo pode diminuir a produção das culturas devido ao aumento do teor de minerais nas folhas das plantas (MALAVOLTA et al., 1989).

### **2.3 Efeitos da salinidade no crescimento vegetativo das plantas**

A salinização é um fator limitante para o desenvolvimento e a produtividade de plantas, de modo que vem afetando os recursos hídricos de zonas áridas, semiáridas e mediterrâneas (ALLAKHVERDIEV et al., 2000). A diminuição no crescimento das plantas, devido ao estresse salino, pode estar relacionada com os efeitos adversos do excesso de sais sob homeostase iônica, balanço hídrico, nutrição mineral e metabolismo de carbono fotossintético (ZHU, 2001; MÜNNS, 2002).

O efeito osmótico tem sido a maior causa de redução do crescimento das plantas associado à toxidez de íons, pela absorção excessiva de sódio e cloro, e ao desequilíbrio nutricional, causado pelos distúrbios na absorção e/ou distribuição dos nutrientes (YAHYA, 1998).

De acordo com Alves et al. (2011), o efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem seu potencial osmótico e hídrico e, conseqüentemente, diminuem a disponibilidade de água e nutrientes às plantas. Assim, o aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais solúveis na solução do solo poderá atingir um nível em que as plantas não terão força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico e, em consequência, a planta não absorverá água e nutrientes, devido à condição de estresse hídrico, sendo esse processo também denominado de seca fisiológica (DIAS e BLANCO, 2010).

A capacidade das plantas em tolerar sais é determinada pelas múltiplas vias bioquímicas que promovem a retenção e/ou a aquisição de água (ESTEVES e SUZUKI, 2008). Segundo Doorenbos e Kassan (2000), “as espécies tolerantes à salinidade acumulam metabólitos que realizam funções cruciais como osmoprotetores”. Por sua vez, Esteves e Suzuki (2008) afirmam que “a síntese destes compostos pode ser relacionada ao estresse induzido pela condição de salinidade do solo”.

A planta responde ao estresse osmótico associado ao estresse hídrico com mudanças fisiológicas, de tal forma que o potencial de água nas células seja reduzido a um valor menor do que o do solo, a fim de possibilitar a absorção de água. Além disso, a planta tenta manter em valores elevados o potencial de parede ou pressão de turgescência (TAIZ e ZEIGER, 2004). A redução da disponibilidade de água para as plantas, causada pelo estresse salino, pode afetar as trocas gasosas e inibir a expansão foliar (MUNNS, 2002; NEVES et al., 2009).

De modo geral, a salinidade pode afetar as plantas de três maneiras: a) redução da disponibilidade hídrica, já que os sais solúveis presentes em excesso nos solos salinos aumentam a retenção dos solutos na água do solo, diminuindo, desta forma, a água disponível para as plantas; b) o efeito específico dos íons  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  pode estimular ou inibir as reações metabólicas e ter um efeito tóxico na célula vegetal; e c) a redução no transporte de solutos devido à presença de certos íons

que podem inibir ou estimular a absorção de outros íons pelas plantas (BLACK, 1975).

As respostas das plantas podem ser atribuídas a vários mecanismos específicos, tais como, capacidade de excluir o sal dos tecidos, aptidão para realizar um completo ajustamento osmótico e estabilidade das membranas, macromoléculas e sistemas enzimáticos (GALE, 1975).

Diversos processos bioquímicos, fisiológicos e morfológicos das plantas são afetados pela deficiência hídrica, como, notadamente, aumentar a resistência difusiva ao vapor de água mediante ao fechamento estomático, reduzir a transpiração e o suprimento de dióxido de carbono para o processo fotossintético, conseqüentemente diminuindo o crescimento celular e aumento da fotorrespiração (SHINOZAKI; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2007).

Em estudo realizado na produção de mudas de *Eucalyptus robusta*, correlacionando o efeito do aumento da concentração de NaCl sobre a concentração de nutrientes e sódio na parte aérea, Freitas et al. (2012) observaram que, ao aumentar a concentração de NaCl para o nível referente a  $2,5 \text{ dSm}^{-1}$ , houve aumento da razão K/Na, o que leva a supor que, à baixa concentração de NaCl (0,25 mM), estas espécies são hábeis em evitar a absorção de sódio". Nesse sentido, Willadino e Camara (2010) afirmam que "algumas plantas apresentam a redução de  $\text{K}^+$  em função do incremento da salinidade, como forma de tolerância".

A redução na concentração de potássio, sob estresse salino, é um complicador adicional para o crescimento das plantas, visto que, em alguns casos, esse elemento é o principal nutriente a contribuir para o decréscimo do potencial osmótico, uma estratégia necessária à absorção de água nessas circunstâncias (JESCHKE et al., 1986; MARCHNER, 1995).

O crescimento em altura e diâmetro de colo é um dos principais parâmetros de estimativa de sobrevivência no campo e produção em espécies lenhosas (GONÇALVES, 1992). Lacerda (2016), com o objetivo de avaliar o estresse salino e seus efeitos no crescimento inicial de clones de eucalipto, verificou que a salinidade limitou o crescimento em altura e diâmetro do colo, sendo a altura do clone a variável mais sensível em resposta à salinidade. O mesmo autor ressalta que a avaliação sobre a variável altura demonstrou ser mais eficiente em diferenciar os genótipos, em termos de resposta à salinidade, do que o diâmetro do colo.

Ao observar o comportamento dos clones em cada nível de salinidade, verificou-se que o clone VCC865 apresentou a maior matéria seca da parte aérea (MSPA) em todos os níveis, não diferindo de AEC144 a  $1 \text{ dSm}^{-1}$ . Segundo o autor, o clone AEC1528 apresentou as menores médias em relação a este parâmetro, em todas as concentrações salinas, não diferindo de AEC144 e VCC361 no nível  $7 \text{ dSm}^{-1}$ . Lopes (2012), utilizando *Eucalyptos platyphylla*, observou que não houve queda de produtividade em massa de matéria seca para as condutividades elétricas de 1,41; 2,50; 4,50; 6,45 e  $8,33 \text{ dSm}^{-1}$ .

A redução na produtividade das plantas também pode estar relacionada ao custo energético envolvido na síntese de compostos osmoticamente ativos, necessários aos processos de compartimentação na regulação do transporte de íons (FERNANDES et al., 2003; SAUR et al., 1995).

#### **2.4 Mecanismo de tolerância à salinidade**

Algumas plantas têm mecanismos complexos, que contribuem para a adaptação aos estresses osmótico e iônico, provocados pela alta salinidade (MELONI et al., 2004).

Estes mecanismos incluem o ajustamento osmótico, que é usualmente acompanhado pela absorção de íons inorgânicos, bem como pela acumulação de solutos orgânicos compatíveis osmoprotetores (STRANGE, 2004). Íons inorgânicos são sequestrados no vacúolo, enquanto os solutos orgânicos são compartimentalizados no citoplasma, para balancear o baixo potencial osmótico nos vacúolos (TAIZ e ZEIGHER, 2004).

O acúmulo de compostos inorgânicos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) é bem evidenciado em condições de estresse salino. Embora esses elementos tenham papel importante no crescimento de plantas superiores, nessas condições, suas contribuições relativas variam entre as espécies, entre as cultivares de uma mesma espécie, entre os órgãos e os tecidos de uma mesma planta e até entre diferentes compartimentos de uma célula (ASHARAF e HARRIS, 2004). Silveira et al. (2009) observaram que os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  são os solutos mais importantes no ajustamento osmótico de folhas e raízes de *Atriplex nummularia* e que  $\text{K}^+$  tem sua contribuição reduzida em função da salinidade.

Mecanismos de tolerância à salinidade são, portanto, de dois principais tipos: (1) minimização da entrada de sal na planta, (2) minimização da concentração de sal no citoplasma (MUNNS, 2002).

As respostas ao estresse salino variam amplamente dependendo do genótipo da planta. Enquanto algumas espécies apresentam elevada tolerância à salinidade, outras são altamente susceptíveis (WILLADINO e CÂMARA, 2005; ROCHA, 2010; CARILLO et al., 2011). Quando sob estresse salino, as plantas conservam alta concentração de  $K^+$  e baixa concentração de  $Na^+$  no citossol. Elas fazem isso por meio dos canais e atividade dos transportadores de  $K^+$  e  $Na^+$  e de bombas de  $H^+$ , que geram a força motriz para o transporte, mantendo o  $K^+$  intracelular em concentração adequada para a atividade de muitas enzimas citosólicas para a manutenção do potencial osmótico das membranas (ZHU, 2003). Embora os sensores de estresse salino permaneçam ainda desconhecidos, alguns dos componentes intermediários de sinalização foram identificados (MUNNS e TESTER, 2008; ZHU, 2003).

A tolerância à salinidade é um fenômeno complexo que envolve alterações morfológicas e de desenvolvimento, em estreita relação com os principais processos fisiológicos e funcionamento bioquímico nas plantas (GONZALEZ, 2000). Entre os mecanismos de tolerância, segundo Munns e Tester (2008), encontram-se:

- O estresse osmótico imediatamente reduz a expansão celular em pontas de raízes e folhas jovens, e causa o fechamento estomático.
- Exclusão de  $Na^+$  da folha e a exclusão de  $Na^+$  pelas raízes garante que não se acumule em concentrações tóxicas dentro de folhas. Uma falha na exclusão de  $Na^+$  e o seu efeito tóxico manifesta-se após dias ou semanas, dependendo da espécie, provocando a morte prematura das folhas mais velhas.
- Tolerância do tecido, isto é, a tolerância ao acúmulo de  $Na^+$  no tecido ou, em algumas espécies, de  $Cl^-$ . Tolerância requer a compartimentalização de  $Na^+$  e  $Cl^-$  a nível celular e intracelular para evitar as concentrações tóxicas dentro do citoplasma, especialmente em células mesofílicas na folha. A toxicidade ocorre com o tempo, após elevada concentração de  $Na^+$  nas folhas mais velhas. A importância relativa desses diversos processos claramente varia com a espécie (isto é, a estratégia que uma espécie de planta, em particular, evoluiu para responder à salinidade ou ao estresse), mas provavelmente também varia com o tempo de exposição à

salinidade, a concentração do sal e, possivelmente, a depender das condições ambientais locais (MUNNS e TESTER, 2008).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no campo agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista – BA, com coordenadas geográficas de 14° 51' 53" de latitude Sul, 40° 50' 13" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 840 m, no período de 10 de outubro de 2017 a 31 de janeiro de 2018. As informações meteorológicas coletadas no período experimental estão apresentadas na Figura 1.

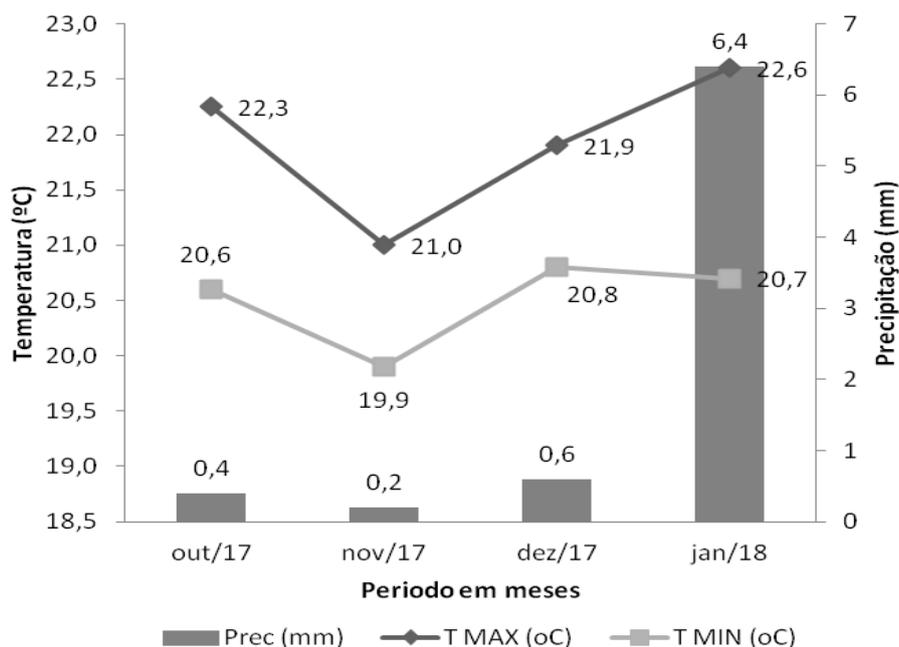


Figura 1 – Dados mensais de precipitação, temperatura máxima e mínima durante o período experimental.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

A unidade experimental foi constituída de vasos do tipo bombonas, de 50 litros, com área da borda superficial de 1166,6 cm<sup>2</sup> e altura de 43,0 cm, assemelhando-se a minilímetros de drenagem (Figura 2), dispostos equidistantes de um metro na área.



Figura 2 – Visão geral do experimento e dispositivo de coleta da água de drenagem.

Fonte: OLIVEIRA, F. de S, 2018.

Os vasos foram devidamente lavados, cortados e perfurados no fundo para caracterizar um minilímetro de drenagem. O sistema de drenagem foi composto por um pedaço de mangueira de 40 cm de comprimento e diâmetro de 16 mm, acoplado a um adaptador do tipo flange de diâmetro 25 mm, conectados no fundo do vaso a uma garrafa “PET” de polietileno para coleta do volume drenado.

Os minilímetros foram preenchidos com solo obtido do horizonte B, sendo um Latossolo Amarelo Distrófico, textura argilosa, cujas características físicas estão apresentadas na Tabela 1, determinadas no laboratório de Química do Solo da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. O solo foi previamente peneirado em peneira de malha de 4,0 mm e adicionados 858,61 g de esterco bovino seco (curtido) para compor a matéria orgânica do solo, conforme metodologia de Kiehl (2005). A recomendação de calcário foi de 0,0967 g/bombona, baseado na metodologia de Lopes et al. (1990). Na Tabela 2, encontram-se os resultados da análise química do solo após a correção. Durante o preenchimento dos minilímetros, foram retiradas amostras de solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm para determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, que foi igual a  $0,15 \text{ dSm}^{-1}$ , avaliado a partir da medição direta da condutividade elétrica do extrato do solo saturado. Este procedimento foi realizado no início e no final do experimento, aos 115 dias após o transplante (DAT).

Tabela 1 – Características físicas do solo usado no experimento, Vitória da Conquista – Ba

Característica	Resultado	Característica	Resultado
Classe textural	Argila		
Fração da amostra total %		Composição Granulométrica (tfsa)	(g/kg)
Calhaus 200 – 20 mm	0	Areia Grossa 2 – 0,20 mm	255
Cascalho 20 – 2 mm	0	Areia Fina 0,20 – 0,05 mm	175
Terra Fina < 2 mm	100	Silte 0,05 – 0,002 mm	30
		Argila < 0,002 mm	540

Fonte: Laboratório de Química do Solo da UESB, 2018.

Tabela 2 – Características químicas do solo usado no experimento, Vitória da Conquista – Ba

Característica		Resultado	Característica		Resultado
pH	H <sub>2</sub> O	4,5	Na	Cmolc/dm <sup>3</sup>	0,0
P	Mg/dm <sup>3</sup>	1	S.B	Cmolc/dm <sup>3</sup>	1,3
K <sup>+</sup>	Cmolc/dm <sup>3</sup>	0,13	t	Cmolc/dm <sup>3</sup>	1,8
Ca <sup>2+</sup>	Cmolc/dm <sup>3</sup>	0,6	T	Cmolc/dm <sup>3</sup>	4,0
Mg <sup>2+</sup>	Cmolc/dm <sup>3</sup>	0,6	V	%	33
Al <sup>3+</sup>	Cmolc/dm <sup>3</sup>	0,5	M	%	27
H <sup>+</sup>	Cmolc/dm <sup>3</sup>	2,2	PST	%	-
			MO	mg/dm <sup>3</sup>	5,0

Fonte: Laboratório de Química do Solo da UESB, 2018.

### 3.1 Distribuição dos tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi instalado no delineamento em blocos ao acaso, no esquema fatorial 5x2, em que os fatores foram as frações de lixiviação iguais a 3, 10, 20 e 30% da demanda da cultura, usando água salina com condutividade de 2,5 dS m<sup>-1</sup> e um tratamento adicional, que foi a água doce, e dois clones de eucalipto (VCC865 e CO1407) com quatro repetições, totalizando 40 parcelas.

Para cada parcela experimental foi selecionada uma muda, quanto à uniformidade de tamanho e número de folhas (quatro a cinco pares). Os tratamentos empregados estão na Tabela 3.

Tabela 3 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, Vitória da Conquista – Ba

Tratamento	Descrição	Fração de Lixiviação (%)	Condutividade elétrica das águas ds m <sup>-1</sup>
1	Água doce	-	0,31
2	Água salina	3,0	2,5
3	Água salina	10,0	2,5
4	Água salina	20,0	2,5
5	Água salina	30,0	2,5

Fonte: OLIVEIRA, F. de S, 2018.

A água doce utilizada como referência no experimento foi proveniente da Embasa (Empresa Baiana de Águas e Saneamento Básico), que possuía uma condutividade elétrica de 0,31 dS m<sup>-1</sup>, enquanto que a água salina foi preparada mediante a adição de NaCl e CaCl<sub>2</sub>, na proporção 3:2, obtendo-se uma condutividade elétrica de 2,5 dS m<sup>-1</sup> (Tabela 4), valor próximo ao encontrado nas águas com alta salinidade utilizadas para irrigação na região Nordeste do Brasil, conforme Medeiros (1992).

Tabela 4 – Características médias das águas utilizadas na irrigação durante o período experimental, Vitória da Conquista – Ba

Características	Água Doce	Água Salina
Potencial de Hidrogênio (pH)	7,53	7,7
Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	0,31	2,50
Sódio (meq L <sup>-1</sup> )	2,20	8,31
Cálcio (meq L <sup>-1</sup> )	0,25	3,20
Magnésio (meq L <sup>-1</sup> )	0,25	2,80
Potássio (meq L <sup>-1</sup> )	0,01	1,15
RAS (mmolc L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	4,57	9,20
Cloro Residual Livre (mg L <sup>-1</sup> )	0,07	0,08
Classificação da água para Irrigação	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>3</sub>

Fonte: Laboratório de Química do Solo - UESB, 2018.

### 3.2 Condução do experimento

Os clones utilizados foram o VCC865 e o CO1407, com 90 dias de idade, ambos de cruzamentos *E. urophylla* x *E. grandis*, cultivados para fins comerciais. As mudas foram produzidas e fornecidas pelo viveiro Tecnoplant Viveiro de Mudanças Ltda, localizado no município de Eunápolis – Ba.

As mudas foram transplantadas para os minilítmetros no dia 10 de outubro de 2017, sendo irrigadas com água doce para manter o solo próximo à capacidade de campo, durante o período de aclimação e pegamento, que foi de dez dias. Após esse período, foram aplicadas as lâminas de irrigação correspondendo aos tratamentos empregados até o final do experimento, ou seja, 115 dias. Neste período, foi adotado um turno de rega para irrigação de dois dias, aplicando-se os tratamentos com água doce e as quatro frações de lixiviação.

Durante o experimento, foram realizadas duas aplicações do inseticida de marca comercial “Keshet 25 EC” para controle de pragas, modo de ação de contato e ingestão, princípio ativo Deltametrina 25 g L<sup>-1</sup> (2,5% m/v), na dosagem (20 mL/20 L), utilizando uma bomba costal. A primeira aplicação foi aos 66 DAT e a segunda aplicação de reforço aos 74 DAT. No controle preventivo de doenças, foi utilizado o fungicida “Cercobin 700 WP” com modo de ação sistêmico na dosagem de 10 g/10 L, princípio ativo Tiofanato - metílico 700 g kg<sup>-1</sup> (70% m/m), também aplicado via pulverizador costal, com capacidade para vinte litros de calda. Essa aplicação foi realizada aos 74 DAT, juntamente com aplicação do inseticida. Aos 101 dias pós-transplante, observaram-se algumas manchas nas folhas, optando-se por aplicar fertilizante foliar de marca comercial “Niphokam” 10-08-08 (NPK), na concentração 100 mL/100 L.

### 3.3 Manejo da água de irrigação

A lâmina de irrigação foi obtida com base no balanço de água no solo, determinado conforme a Equação 1.

$$ET_c = \frac{I+P-D}{S} \quad (1)$$

em que:

$ET_c$  = Evapotranspiração da cultura ( $\text{mm d}^{-1}$ );

$I$  = Irrigação do vaso (L);

$P$  = Precipitação pluviométrica (L);

$D$  = Água drenada do vaso (L);

$S$  = Área do vaso ( $\text{m}^2$ ).

A determinação da lâmina de água de irrigação para cada tratamento foi realizada com base na Equação 2.

$$Lai = \frac{ET_c}{1 - FL} \quad (2)$$

em que:

$Lai$  = Lâmina de irrigação aplicada, mm;

$ET_c$  = Evapotranspiração da cultura, mm;

$FL$  = Fração de lixiviação.

A irrigação foi realizada em intervalos de dois dias entre os horários das 06:30 às 09:30 horas da manhã, para manter o solo na capacidade de campo, ou seja, repor a evapotranspiração da cultura e atender à lâmina de lixiviação adotada nos tratamentos.

### 3.4 Características avaliadas

Durante o período experimental, realizou-se quinzenalmente a mensuração da altura das plantas e do diâmetro do colo e da copa. O número de folhas foi avaliado no início e no final do experimento.

No término do experimento, avaliou-se o peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular. Para estas avaliações, promoveu-se a retirada da planta inteira do minilímetro. Inicialmente, removeu-se a parte aérea e, em seguida, retirou-se o solo para mensuração do sistema radicular. Após a sua retirada, as plantas foram

levadas ao Laboratório de Hidráulica da Universidade de Tecnologia e Ciências (UniFTC) para secagem e posterior verificação dos pesos de matéria seca da parte aérea e das raízes.

### **3.4.1 Taxa de crescimento absoluto (TCA)**

A taxa de crescimento absoluto foi calculada segundo Cairo et al. (2008). De acordo com os autores, a metodologia é baseada na Equação 3:

$$TCA = (Af - Ai) / t \quad (3)$$

Em que:

TCA = Taxa de crescimento absoluto;

Af = Altura final;

Ai = Altura inicial;

t = Duração do período de tempo.

### **3.4.2 Taxa de crescimento relativo (TCR)**

Evidencia o crescimento vegetal em dependência de um material acumulado inicialmente. De posse dos resultados de altura, foi realizada uma análise de crescimento utilizando a Equação 4:

$$TCR = (Af - Ai) / Ai / t \quad (4)$$

### **3.4.3 Diâmetro do colo**

O diâmetro do colo, em mm, foi determinado com auxílio de um paquímetro analógico, posicionado perpendicular ao caule, a um cm do solo.

#### **3.4.4 Matéria seca da parte aérea (MSPA)**

A parte aérea foi separada em folhas, ramos e fuste e esses foram submetidos à secagem em estufa a 70°C, com circulação forçada de ar, até atingirem peso constante, verificando-se, posteriormente, o seu peso em balança de precisão, expresso em gramas (g).

#### **3.4.5 Matéria seca do sistema radicial (MSR)**

As raízes foram lavadas e submetidas à secagem em estufa a 70°C, com circulação forçada de ar, até atingirem peso constante, para serem pesadas com balança de precisão, obtendo os valores em gramas (g).

Com os pesos da matéria seca da parte aérea e do sistema radicial, calculou-se a relação entre a matéria da parte aérea e a do sistema radicial.

#### **3.4.6 Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo**

A obtenção do extrato saturado do solo seguiu o método padrão, que consiste na separação do extrato da pasta utilizando um funil de Büchner com papel de filtro, acoplado a um Kitasato e uma bomba de sucção. As medições foram realizadas segundo os padrões do U.S. Salinity Laboratory Staff, apresentados por Richards (1954), sendo a salinidade expressa em condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) em  $\text{dS m}^{-1}$  a 25 °C. Para obtenção do extrato, foram colocados 300 g de solo seco ao ar e acrescentou-se água até atingir a saturação, obtendo-se, assim, a pasta de saturação. Essa determinação foi feita no início e no final do experimento na camada de solo de 0-40 cm de profundidade.

#### **3.4.7 Análise química das folhas**

As amostras para análise foliar foram coletadas retirando folhas do terço médio da planta, sendo o material vegetal acondicionado em sacos de papel, identificados e enviados ao Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – MG, na mesma data de amostragem do solo.

Após secagem e moagem das folhas, foram retiradas subamostras para análise química. Nos extratos da mineralização sulfúrica, determinou-se o nitrogênio, enquanto nos extratos de mineralização nítrico-perclórico foram determinados o fósforo, potássio, cálcio e magnésio. As amostras foram analisadas segundo a metodologia proposta pela EMBRAPA (1999a).

#### **3.4.8 Análise estatística**

A análise estatística dos dados foi realizada com a utilização do programa SAEG (Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas), versão 9.1. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e à homogeneidade dos erros e à análise de variância. Para o fator quantitativo, os dados foram submetidos à análise de regressão, em que os modelos foram selecionados com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ), na significância dos seus coeficientes e no fenômeno estudado. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliações morfológicas

Os resultados das análises de variâncias para a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, a altura de plantas, taxa de crescimento absoluto e relativo, diâmetro de colo, diâmetro da copa, número de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz, relação massa seca da parte aérea / massa seca de raiz, massa seca total e análise foliar encontram-se no Anexo A.

#### 4.1.1 Salinidade no solo

A análise de variância referente à condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) encontra-se na Tabela 1 do Anexo A, em que pode ser constatado que houve significância na interação e nas frações de lixiviação. Entretanto, para o solo dos clones avaliados a condutividade elétrica não diferiu entre si pelo teste F a 5%, sendo estatisticamente iguais.

Observou-se que a condutividade média do extrato de saturação do solo (CEes), na camada de 0-40 cm, foi de 0,15 dS m<sup>-1</sup> no início do experimento, sem a aplicação dos tratamentos. No final do experimento, as condutividades elétricas do extrato de saturação do solo foram muito superiores (Figura 3).

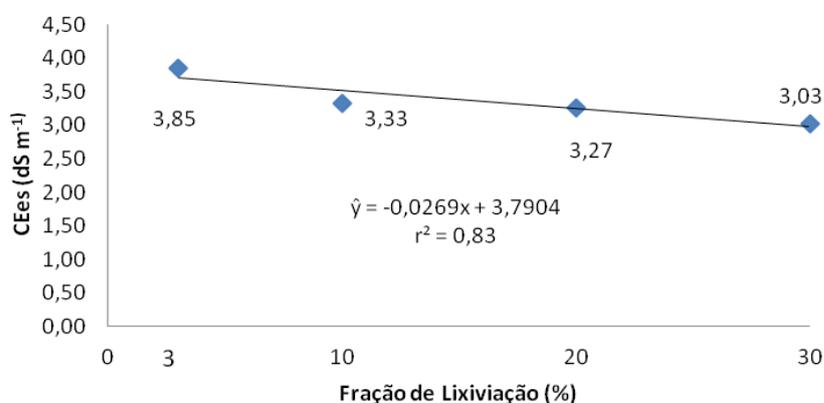


Figura 3 – Condutividade elétrica média do extrato da pasta saturada do solo (CEes) em função das frações de lixiviação.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Observa-se que os maiores valores de condutividade elétrica do solo foram obtidos para as menores frações de lixiviação e que o aumento da fração de lixiviação de 3 para 30% proporcionou redução significativa da salinidade média do solo, semelhantemente aos resultados obtidos por Rhoades e Loveday (1990), Ayers e Westcot (1985) e Hanson et al. (1999). Isso evidencia que a lâmina de lixiviação é uma prática eficiente para manter a salinidade do solo a níveis adequados às culturas. Resultados semelhantes também foram obtidos por Santana e Carvalho (2009), Santos et al. (2012) e Carvalho et al. (2012).

Ferreira (2014), estudando a cultura do quiabo, verificou que CEes, aos 80 dias após semeadura (DAS), se ajustou ao modelo quadrático e, aos 90 DAS, ao modelo linear e que um aumento de 10% na lâmina de irrigação, provoca uma redução de 0,284 dS m<sup>-1</sup> na CEes do solo.

O efeito da salinidade da água de irrigação sobre o solo ocorre pela interação eletroquímica entre os sais e a argila, reduzindo sua permeabilidade e afetando a disponibilidade de água para a planta. Estes efeitos ocorrem de forma similar para todas as plantas, no entanto nem todas são igualmente afetadas pelo mesmo nível de salinidade. Algumas culturas são mais tolerantes que outras e podem extrair água do solo com mais facilidade (RHOADES et al., 1990; AYERS e WESTCOT, 1991).

Com relação aos resultados encontrados neste estudo, ressalta-se que a adubação de cobertura realizada com adubos à base de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, no período de 66 a 101 DAT podem influenciar a magnitude dos valores devido ao seu índice salino como relatado por Tisdale et al. (1985).

#### **4.1.2 Altura de plantas e taxa de crescimento**

A análise de variância referente à interação (clone x fração de lixiviação) foi não significativa, não havendo dependência entre as variáveis estudadas (Tabela 1 do Anexo A) para a altura das plantas aos 115 dias após transplântio (DAT).

Em relação aos clones avaliados, VCC865 e CO1407, houve efeito significativo a 5% pelo teste F, sendo que o clone VCC865 alcançou uma média superior em altura (96,0 cm) em relação ao clone CO1407 (86,0 cm). Na Figura 4

estão apresentados os valores médios de altura de plantas dos clones para água doce (AD) e água salina com diferentes frações de lixiviação.

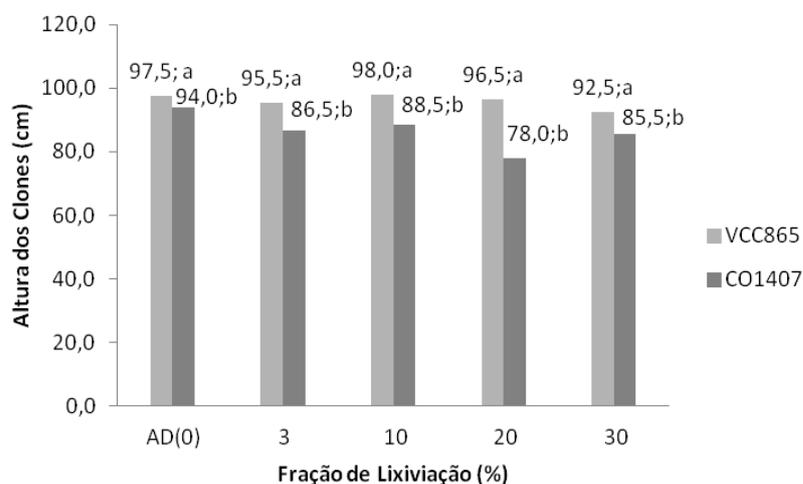


Figura 4 – Altura média dos clones VCC865 e CO1407 aos 115 DAT. Taxa de crescimento absoluto em função das frações de lixiviação com água salina e doce. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Quando comparados os clones VCC865 (97,5 cm) e CO1407 (94,0 cm) irrigados com água doce, eles apresentaram diferença significativa nas alturas. Matos et al. (2012), avaliando clones de eucalipto aos cinco meses após o plantio, não encontraram diferenças significativas em relação à altura média das plantas, que foi de 0,96 m. Dentro dos tratamentos salinos, a fração de lixiviação de 3% é considerada aquela que mais concentra sais no solo, sendo que o clone VCC865 (95,5 cm) apresentou altura superior ao CO1407 (86,5 cm) nesta concentração. Esse comportamento ocorreu nas demais frações de lixiviação, sendo que o melhor desempenho dos clones para essa característica ocorreu na fração de lixiviação de 10%. Vale ressaltar que, de modo geral, a cultura do eucalipto é exigente em água, apresentando bom crescimento e desenvolvimento; fator este que pode estar atrelado ao bom desempenho dos clones nas maiores frações.

Segundo Queiroz et al. (2009), o rápido crescimento inicial de clones de eucalipto é uma característica considerada vantajosa, devido à sua maior competitividade em relação às plantas invasoras. Quando comparamos a fração 3% de maior salinidade e a fração de 30% de menor salinidade, concluímos que os clones responderam bem aos diferentes percentuais de sais, podendo haver um mecanismo fisiológico de resistência para a concentração de sais. Lacerda (2016)

verificou que, quando comparados na salinidade 3 dS m<sup>-1</sup>, os clones VCC865 (81,25 cm) e AEC1528 (80,5 cm) foram iguais e apresentaram as maiores alturas. O clone VCC865 (75,5 cm) apresentou altura superior aos demais clones sob 9 dS m<sup>-1</sup>. Isso evidencia que este clone possui uma maior resistência à salinidade.

O clone CO1407 apresentou as menores alturas, tanto com água doce quanto com água salina para as diferentes frações de lixiviação.

Com relação à taxa de crescimento absoluto (TCA), avaliada aos 115 DAT, o clone VCC865, com 0,61, apresentou crescimento médio significativamente superior ao clone CO1407, com 0,50 (Tabela 1 do Anexo A). Esse comportamento ocorreu na água doce (AD) e nas frações de lixiviação de 10 e 20% com água salina, seguindo o comportamento da variável altura de plantas. Na Figura 5, encontra-se a taxa de crescimento absoluto em função das frações de lixiviação.

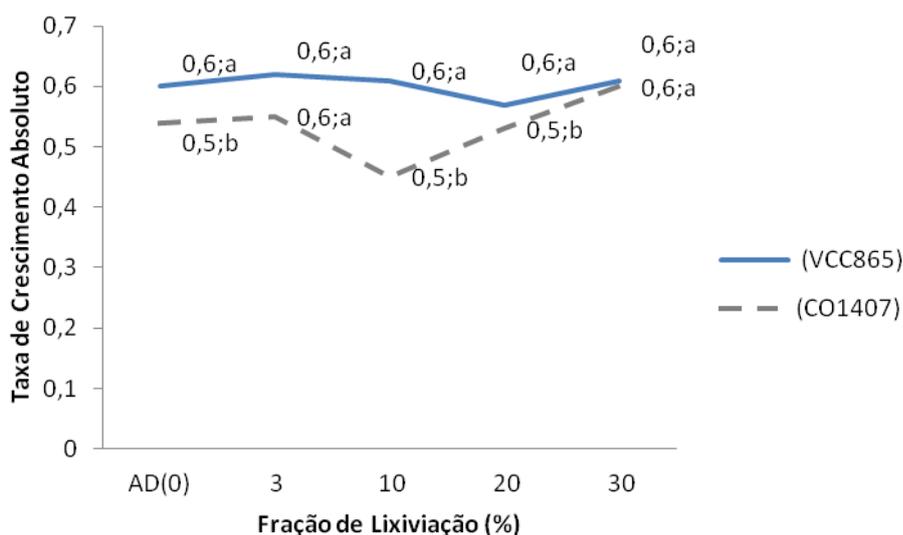


Figura 5 – Taxa de crescimento absoluto em função das diferentes frações de lixiviação com água salina e doce. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018

Lacerda (2016) verificou que a salinidade interferiu negativamente na TCA apenas aos 45, 60 e 75 DT (dias de transplante), provocando redução significativa nas diferentes épocas. O referido estudo mostrou que, aos 45 dias, a redução da TCA foi maior nos clones AEC 1528 (55,32%) e AEC 144 (54,69%) e menor em VCC 865 (26,91%), quando comparada às condutividades elétricas de 1 e 9 dS m<sup>-1</sup>.

Em relação à taxa de crescimento relativo (TCR), com média geral de 0,022, observa-se que não ocorreram efeitos significativos para interação e para os fatores

isolados (Tabela 1 do Anexo A). Sendo assim, a taxa de variação do crescimento ao longo do tempo foi igual para os dois clones.

#### 4.1.3 Diâmetro do colo

Aos 115 DAT não foi observada diferença significativa no diâmetro de colo, tanto nos clones e frações de lixiviação estudadas quanto na interação entre os mesmos (Tabela 2 do Anexo A). Estes resultados corroboram com Lopes et al. (2011b), que trabalhando com crescimento inicial de clones de *E. urophylla* e *E. grandis*, nas condições edafoclimáticas de São Paulo, também não encontraram diferença significativa no diâmetro de colo das mudas aos seis meses. Na Figura 6, encontram-se os valores de diâmetros médios de colo em função dos tratamentos empregados.

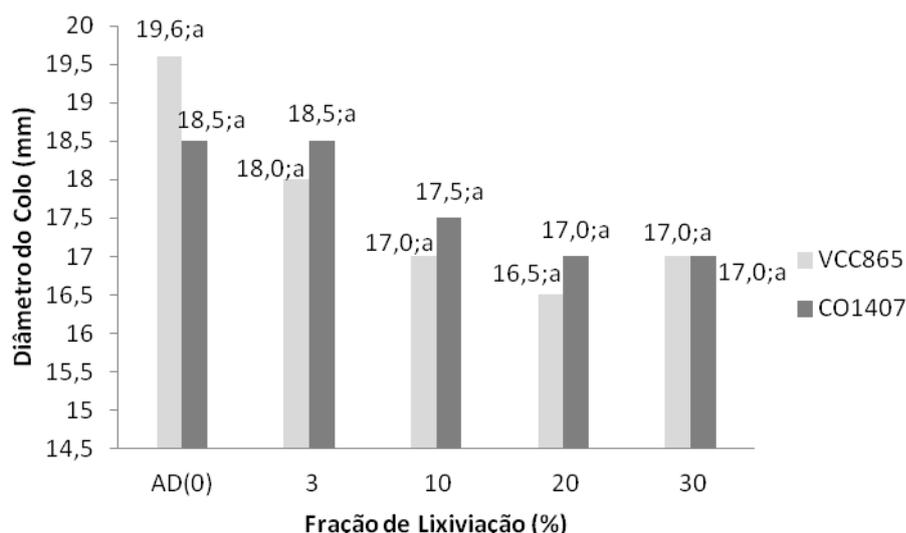


Figura 6 – Diâmetro de colo médio de clones de eucalipto submetidos a diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

De modo geral, as plantas apresentaram uma excelente resposta às condições de plantio adotadas, ocorrendo uma redução média de 77%, sendo o tratamento com água doce com melhor desenvolvimento. Comportamento contrário foi obtido por Lacerda (2016), em seus estudos sobre o efeito da salinidade em clones de eucalipto, verificando que a partir da CE de 1,0 dS m<sup>-1</sup> até o nível de 9 dS m<sup>-1</sup> ocorreu uma redução de 84,3% no diâmetro de colo em todos os clones. Em

trabalhos com o efeito de doses de NaCl no desenvolvimento morfológico de *E. tereticornis*, Mendonça et al. (2007) observaram que, para a variável diâmetro, houve maior incremento nas plantas submetidas até 2,5 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica, pois sob condições de maior estresse osmótico o crescimento diminui. O crescimento em altura e diâmetro de colo é um dos principais parâmetros de estimativa de sobrevivência no campo e produção em espécies lenhosas (GONÇALVES, 1992). Segundo Souza et al. (2006), as plantas que apresentam maior diâmetro de colo têm maiores chances de sobrevivência no campo, por terem maior capacidade de formação e crescimento de novas raízes.

Apesar de não ter ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos, observa-se que com o aumento das frações de lixiviação ocorreram uma diminuição acentuada do diâmetro do colo e que o clone CO1407 se sobressaiu em relação ao VCC865. Isso demonstra certa resistência dos clones avaliados à salinidade.

#### 4.1.4 Diâmetro da copa e número de folhas

Ao final de 115 DAT, os clones apresentaram diferença significativa para o diâmetro de copa para todos os tratamentos aplicados, em que o clone VCC865 (78,0 cm) apresentou diâmetro de copa maior do que o clone CO1407 (70,0 cm). O efeito dos tratamentos sobre os diâmetros de copas estão apresentados na Figura 7.

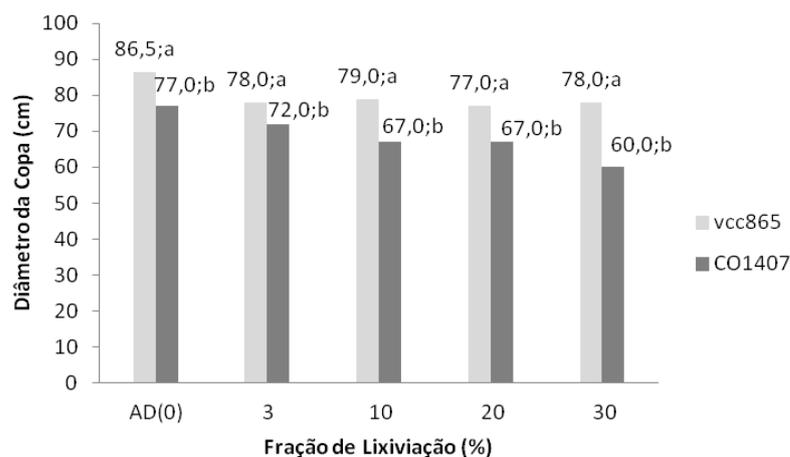


Figura 7 – Diâmetro da copa de clones de eucalipto submetidos às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Os clones VCC865 e CO1407, quando submetido à água doce, apresentaram bom desempenho em diâmetro de copa, mantendo-se o comportamento e superioridade nas demais condições de salinidades. Nas diferentes frações de lixiviação, pode-se verificar que, em 3% de água salina, obteve-se 78,0 cm de diâmetro de copa, valor semelhante para o mesmo clone na fração de lixiviação de 30%, evidenciando certa resistência do clone à salinidade do solo. Esse comportamento não ocorreu no clone CO1407, apresentando-se como mais sensível do que o VCC865.

Com relação ao número de folhas avaliadas aos 115 dias após transplântio (DAT), não houve diferença entre os tratamentos e com a interação (Tabela 2 do Anexo A). Entretanto, observou-se que o clone CO1407 apresentou um número médio de folhas de 237,5 e o clone VCC865 de 227 folhas. Essa característica apresentou comportamento contrário ao diâmetro de copa. Na Figura 8 encontram-se o comportamento do número médio de folhas para cada tratamento aplicado.

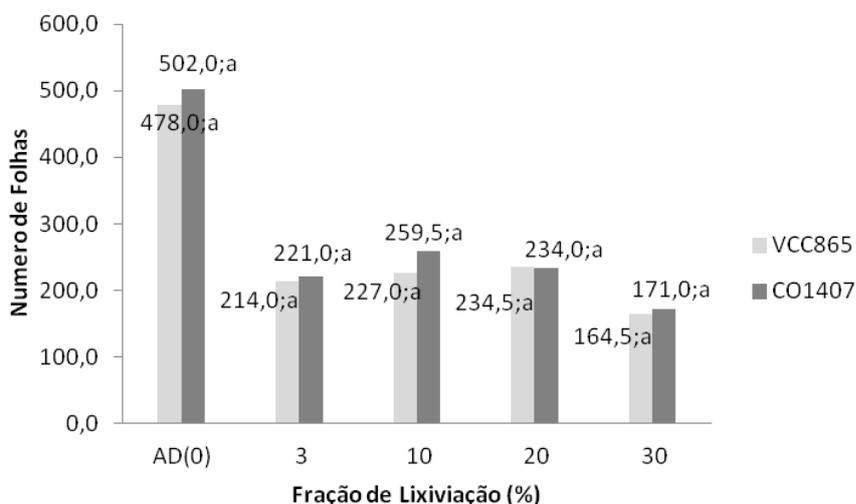


Figura 8 – Número de folhas em plantas de clones de eucalipto submetidas às diferentes frações de lixiviação, aos 115 (DAT). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

No tratamento com água doce, os clones apresentaram um bom crescimento e desenvolvimento de folhas. Esperava-se que o menor número de folhas fosse registrado nas menores frações de água salina, fato que não ocorreu, pois na fração de 30% houve um decréscimo do número de folhas. Esses resultados refletem o efeito da salinidade do solo no número de folhas, assim como o efeito excessivo da lixiviação, tendo como fração de lixiviação ideal compreendida entre 10% a 20%.

Este resultado pode ser sido afetado pelo fato de que, no período de 66 a 101 DAT, as plantas receberam tratamento químico para controle de insetos, que estavam danificando as folhas. Neste mesmo período foram observadas manchas em algumas folhas intermediárias nas plantas que receberam água salina (Figura 9). Foram também detectadas manchas e senescência nas folhas e para amenizar o efeito foi realizada uma aplicação de fertilizante foliar. Não se descarta a hipótese de deficiência nutricional ou, até mesmo, efeito nocivo dos sais.

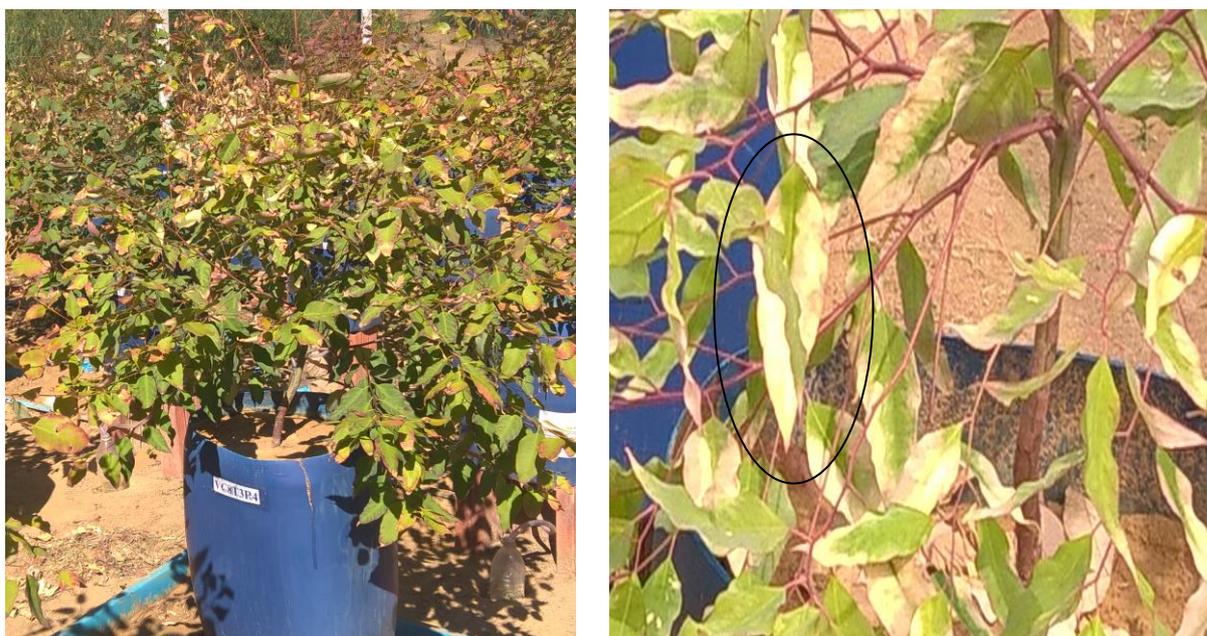


Figura 9 – Plantas de eucalipto com manchas foliares amareladas .  
Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Lacerda (2016) observou o aparecimento de lesões apenas nas folhas do clone AEC1528, na salinidade de  $9 \text{ dS m}^{-1}$  aos 95 dias de transplantio. O acúmulo de sais na zona da raiz, além do nível de tolerância, pode levar à inibição do crescimento, necrose foliar, senescência acelerada, murcha e morte (NEUMANN, 2011). O número médio de folhas tende a aumentar no decorrer de vários estágios de crescimento, a fim de atender à demanda por maior interceptação de luz solar, fotossíntese e acúmulo de biomassa (STRECK et al., 2005a,b).

Em trabalho desenvolvido com clones de eucaliptos, Magalhães (2013) observou que, aos três meses após o plantio, GG100 e VM01 foram os clones que apresentaram o maior número médio de folhas. Em ordem decrescente, vieram os clones AEC144, VCC865 e AEC224. Os clones VM058 e I144 foram os que apresentaram o menor número médio de folhas. Serpa (2014), estudando o

comportamento dos clones AEC144, CO1249, CO1407, CO1404 e CO520, todos de cruzamentos de *Eucalyptus sp.*, aos seis meses após o plantio no campo, nas condições edafoclimática de Vitória da Conquista, não verificou diferença no número de folhas.

#### 4.1.5 Massa seca da parte aérea

A análise dos resultados para MSPA mostrou-se que o clone VCC865 apresentou ganho de massa superior (196,85 g) ao clone CO1407 (151,9 g) em todos os tratamentos, sendo essa superioridade mais evidenciada no tratamento com água doce. Dentre os tratamentos salinos o ganho de massa para o clone VCC865 foi maior quando submetido à fração de lixiviação de 10%. Comportamento contrário foi observado para o clone CO1407, que registrou um decréscimo de ganho de massa nas frações de 3, 10 e 20%, apresentando uma leve recuperação na fração de 30% (Figura 10). Os resultados indicam que a lixiviação excessiva pode reduzir mais a massa seca da parte aérea do que a própria salinidade do solo, para os valores encontrados neste estudo.

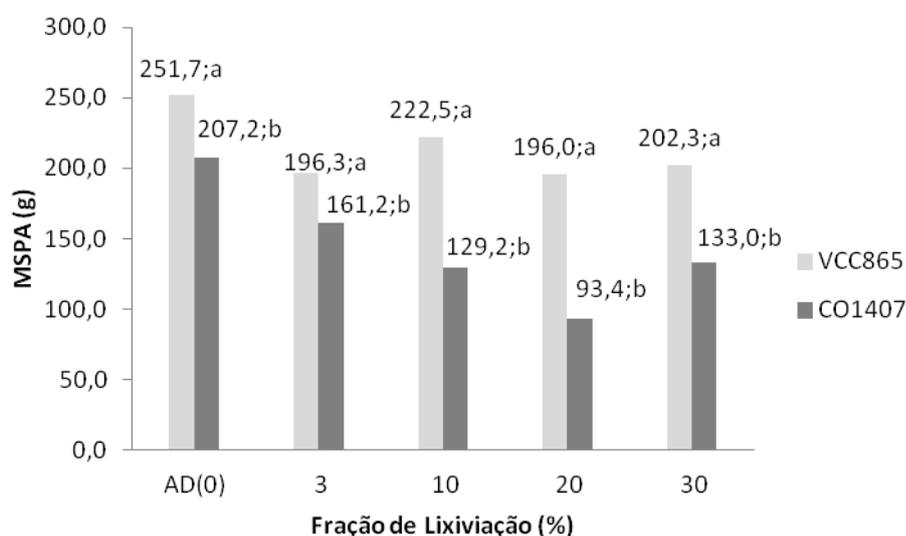


Figura 10 – Massa seca da parte aérea de clones de eucalipto submetidos às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

De acordo com Gomes e Paiva (2004), o peso de matéria seca da parte aérea indica a rusticidade da planta e está relacionada à sobrevivência e desempenho

inicial das mudas no campo. Sobre isso, Magalhães (2013) afirma que, aos três meses após o plantio, os clones que mais acumularam MSPA foram VCC865, GG100, VM01 e AEC224, os quais tiveram desempenhos superiores aos dos clones VM058, I144 e AEC 144. Serpa (2014), estudando os clones AEC144, CO1249, CO1407, CO1404 e CO520, verificou que a produção de matéria seca, tanto da parte aérea, como das raízes, não se diferenciou entre os mesmos. Lacerda (2016) verificou que o clone VCC865 apresentou a maior massa seca de folhas (MSF) em todos os níveis (1, 3, 5 e 9 dS m<sup>-1</sup>) de salinidade, não diferindo do AEC144 nos níveis de salinidade de 1 e 5 dS m<sup>-1</sup>.

Os resultados mostraram que o clone VCC865 apresentou maior ganho de massa aos 115 DAT, tanto para a variável massa de folhas (104,65 g) quanto para massa de caule (100,50 g), quando comparado ao clone CO1407 (72,7 g para massa de folhas e 74,5 g para massa de caule). Comportamento semelhante foi verificado por Grieve et al. (1999), ao estudarem os efeitos da salinidade em clones de *E. camaldulensis* e *E. rudis*. Segundo Lacerda (2016), o aumento da participação da massa das folhas na MSPA ocorre porque a massa seca das folhas é menos afetada pela salinidade do que a do fuste e ramos.

A salinidade do solo em níveis não tolerado pelas culturas afeta o crescimento das plantas em altura e massa seca devido ao estresse osmótico, à toxicidade por excesso de íons, principalmente sódio e cloro, e ao desequilíbrio nutricional. A redução na produtividade das plantas também pode estar relacionada ao custo energético envolvido na síntese de compostos osmoticamente ativos, necessários aos processos de compartimentação na regulação do transporte de íons (FERNANDES et al., 2003; SAUR et al., 1995).

#### **4.1.6 Massa seca do sistema radicular**

Aos 115 DAT, de modo geral, o clone que mais acumulou massa seca de raiz (MSR) foi o CO1407, com média de 78,8 g, enquanto o VCC865 acumulou 63,9 g para os tratamentos, exceto na fração de 20%, em que houve um comportamento contrário dos clones. Observa-se que a salinidade provocou uma redução acentuada na massa seca de raiz dos clones, evidenciando que os sais inibem o seu desenvolvimento. No tratamento com água doce, houve um maior ganho de massa

de raiz do clone CO1407 (145,0 g), que se sobressaiu em relação ao clone VCC865 (112,5 g). Nos tratamentos salinos, observou-se pequena variação de incremento de raiz com o aumento das frações para o clone VCC865. Para o clone CO1407 esse comportamento foi contrário, ou seja, houve um decréscimo. O desenvolvimento de raízes em plantas é fundamental para sua fixação no solo, bem como para a absorção de água e nutrientes, permitindo um bom crescimento.

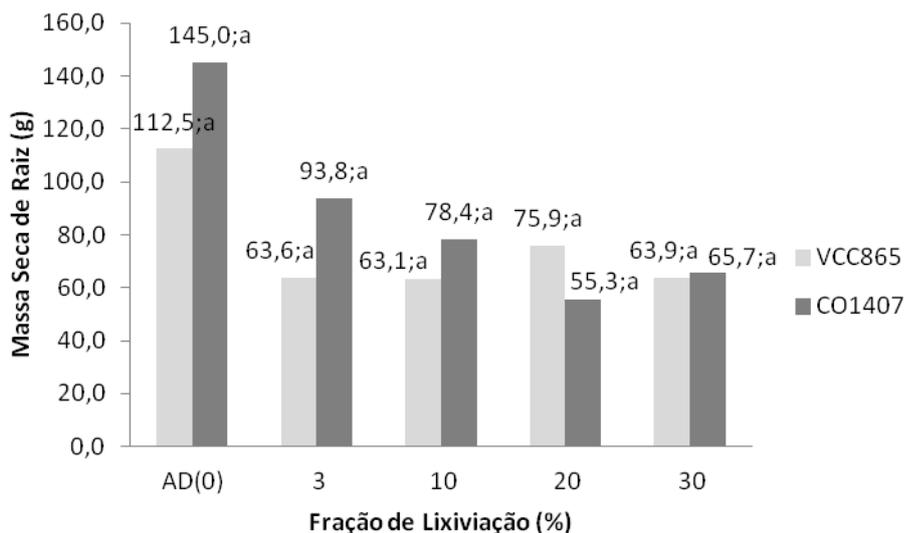


Figura 11 – Massa seca de raiz em clones de eucalipto submetidos às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Os melhores ganhos de massa em raiz, em ordem decrescente para o clone CO1407 foram para as frações 3% (93,80 g), 10% (78,40 g) e 30% (65,7). Magalhães (2013) verificou que o clone VCC865 apresentou a menor redução (35,46%) de massa seca de raiz.

Lopes e Klar (2009) afirmam que, para o *E. urograndis*, quanto menor a dosagem de NaCl no solo, maior é a produção de massa de matéria seca de raiz das plantas. Resultados encontrados neste estudo para o clone CO1407 são divergentes dos obtidos pelos autores.

Na Figura 12, encontram-se os comportamentos da massa seca da raiz em função das frações de lixiviação aplicadas.

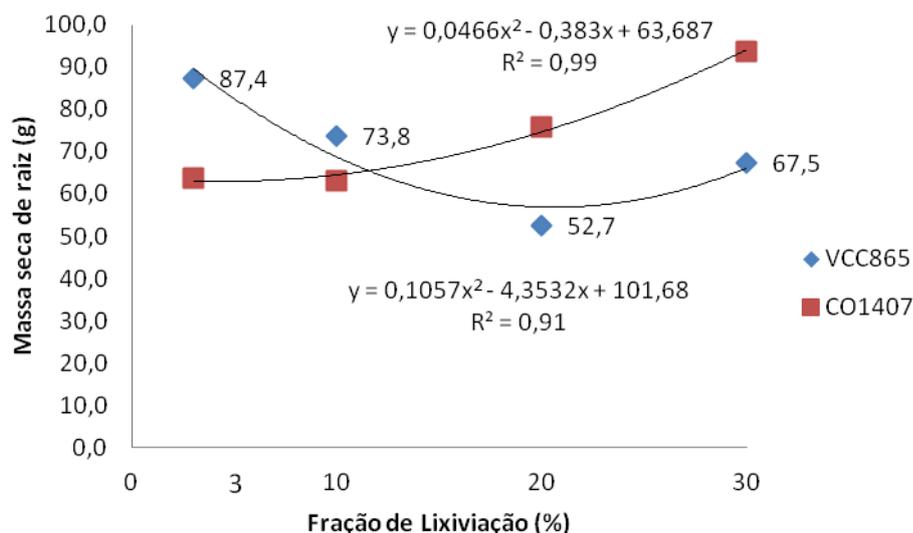


Figura 12 – Massa seca de raiz em plantas de *Eucalyptus* spp. submetidas às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Vitória da Conquista – BA.  
 Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

O modelo evidencia que, à medida que aumentam as frações de lixiviação ou reduz a salinidade do solo, a massa seca de raiz decresce até atingir um ponto mínimo (20,6%), a partir do qual começa a aumentar para o clone VCC865. Esse comportamento poderá estar relacionado ao tempo que o solo leva para se tornar salino em função dos tratamentos. O clone CO1407 obteve resposta à fração de lixiviação a partir de 4,1%, em que o ganho de massa de raiz ocorreu até 30% da fração de lixiviação, ou seja, com menor salinidade há um maior volume de raiz. A dificuldade de absorção de água pelas plantas resulta em baixo crescimento vegetativo e, conseqüentemente, menor índice de produtividade.

Nasim et al. (2007) observaram a interação entre genótipos de eucalipto e salinidade, quando avaliaram a massa seca de raiz e verificaram uma redução significativa deste parâmetro com o aumento da concentração de sal. A MSR também foi reduzida em plantas de *Acacia albida* e *A. salicina*, em função da elevação da condutividade elétrica (NASR et al., 2013). Nas raízes, assim como nas folhas, a redução do crescimento induzida pelo estresse salino ocorre, inicialmente, em conseqüência exclusiva de alterações nas relações hídricas da célula. Com o passar do tempo, ocorre uma gradual recuperação da taxa de crescimento, até atingir um novo estágio de equilíbrio (MUNNS, 2002).

#### 4.1.7 Relação massa seca de parte aérea / massa seca de raiz

A relação entre MSPA/MSR não apresentou interação significativa, mas apresentou efeitos isolados dos clones e frações de lixiviação (Tabela 3 do Anexo A). A relação MSPA/MSR foi superior para o clone VCC865, em todos os tratamentos adotados e o clone CO1407 apresentou pequenas variações entre os tratamentos. Essa relação mostra que o conjunto de massa de folhas e caule foi maior do que a massa de raiz das plantas. A fração de lixiviação de água salina igual a 10% apresentou maior média, correspondendo a 3,34 g, sendo superior à fração de água doce (Figura 13). Isso pode estar associado à presença de cálcio nos tratamentos salinos.

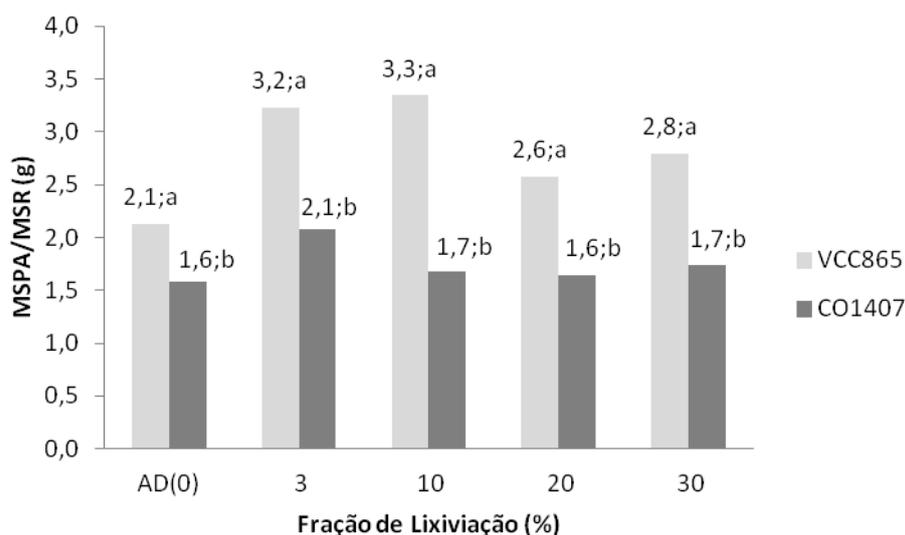


Figura 13 – Relação massa seca da parte aérea / massa seca de raiz de clones de eucalipto submetidos às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

O clone VCC865 apresentou melhor comportamento na formação de caule e folhas, quando submetido às diferentes lâminas de irrigação com água salina e água doce, em relação ao clone CO1407. Para Lacerda (2016), o clone VCC865 apresentou a maior relação MSPA/MSR (3,01 g), enquanto os demais clones não diferiram entre si. Segundo Mafia et al. (2005), uma eventual má formação do sistema radicial pode dificultar a absorção de água e nutrientes em quantidades suficientes para atender às necessidades da planta, resultando em um quadro

sintomatológico típico de deficiência hídrica ou nutricional, em consequência do desequilíbrio entre raiz e parte aérea.

Na Figura 14, encontra-se o efeito das frações de lixiviação com água salina na relação de MSPA/MSR. Observa-se que o aumento da fração de lixiviação proporcionou redução da relação MSPA/MSR para os dois clones, sendo que, no clone CO1407, essa redução foi menos expressiva. Os resultados evidenciam que quanto maior o percentual da lâmina de lixiviação aplicada, maior é a redução da relação MSPA/MSR, podendo estar correlacionado com a lixiviação excessiva de nutrientes no solo. No clone CO1407, a relação MSPA/MSR foi de 18%, menor do que no clone VCC865.

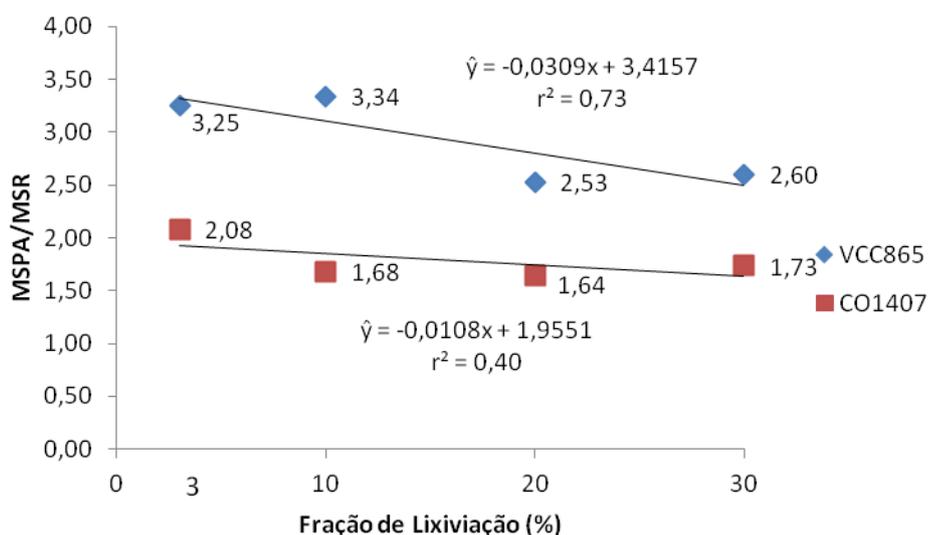


Figura 14 – Comportamento da MSPA/MSR de clones de eucalipto submetidos às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT.  
Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Almeida (2009), ao estudar os efeitos da salinidade na cultura do pinhão-manso, constatou que certas características, como massa seca das folhas (MSF) e a massa seca do caule (MSC), foram afetadas pela salinidade da água de irrigação na condutividade de 2,0 dS m<sup>-1</sup>. Lopes (2012), ao estudar *Eucalyptus platyphylla* irrigado com diferentes níveis de salinidade (1,41; 2,5; 4,5; 6,45 e 8,33), não verificou efeito significativo no incremento de massa seca da parte aérea e da raiz.

#### 4.1.8 Massa seca total

Para resumir as informações sobre o desenvolvimento total dos clones estudados, obteve-se o comportamento da massa seca total em função dos tratamentos empregados, constatando que o clone VCC865 (258,5 g) apresentou média superior ao clone CO1407 (226,3 g) para todos os tratamentos salinos, com destaque para a fração de lixiviação de 10%. O comportamento dos clones foi contrário para água doce (Figura 15).

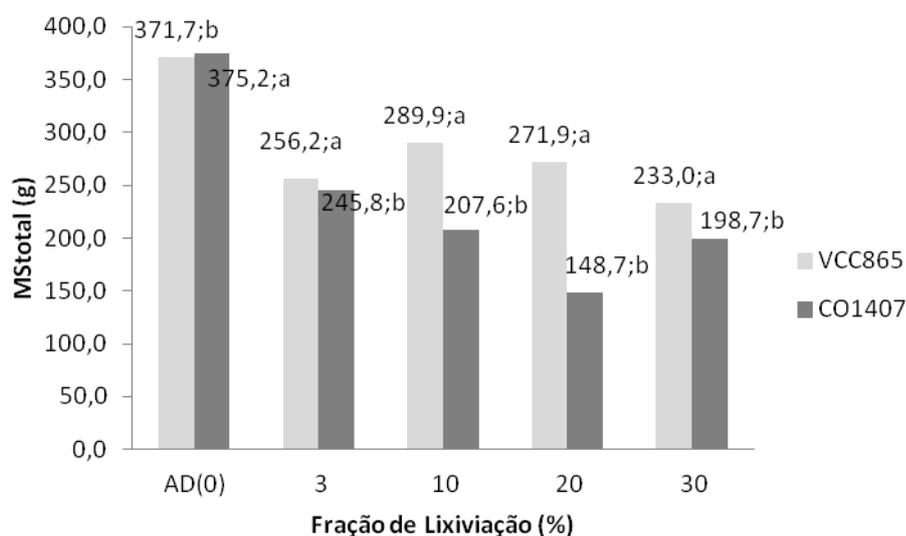


Figura 15 – Massa seca total em plantas dos clones de eucalipto submetidas às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Observou-se que o desempenho do clone CO1407 (375,2 g) para água doce foi maior do que o clone VCC865 (371,7 g), sendo constatada uma diferença mínima. A maior diferença observada na aplicação da lâmina de irrigação com água salina foi nas frações de 10 e 20% em que o clone VCC865 apresentou os maiores valores e o clone CO1407 o menor valor na fração 20%, não havendo correlação direta na redução de massa total em função do aumento das frações de lixiviação. Lacerda (2016) verificou que, de modo geral, todos os clones apresentaram redução na MStotal quando comparados aos níveis de salinidade de 1 e 9 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica. Segundo Ferreira et al. (2001), o cloreto de sódio afeta também a translocação e a síntese de hormônios das raízes para a parte aérea, que

são indispensáveis ao metabolismo foliar, resultando em perda de área foliar e, conseqüentemente, de matéria seca da parte aérea das plantas.

O comportamento da massa seca total dos clones em função das frações de lixiviação encontra-se na Figura 16.

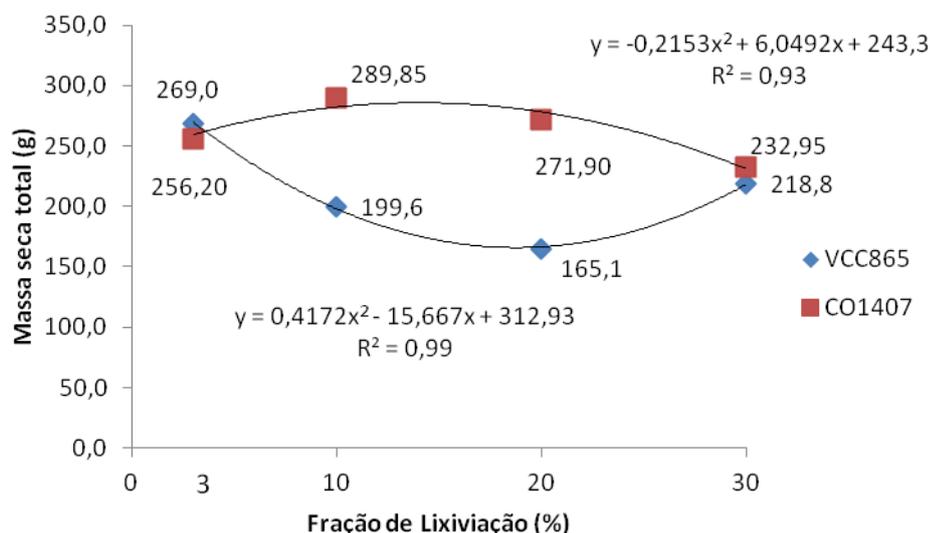


Figura 16 – Massa seca total em plantas de clones de eucalipto submetidas às diferentes frações de lixiviação, aos 115 DAT.

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Verifica-se o comportamento quadrático entre a massa seca total e a frações de lixiviação. O efeito da salinidade propiciou uma massa seca total máxima para a fração de lixiviação de 14,04% para o clone CO1407, em que a partir desse ponto há uma redução da massa seca total até a fração de lixiviação de 30%. Efeito contrário pode ser observado no clone VCC865, onde a mínima massa seca total foi encontrada para a fração de lixiviação de 18,77%, em que a partir desse valor ocorreu um acréscimo de massa até 30% da fração de lixiviação. Isso mostra que este clone teve um crescimento rápido após o transplantio, em função da sua boa adaptabilidade em ambientes irrigados, que de certo modo compensou o efeito da salinidade no decorrer do tempo.

Lacerda (2016) verificou que os clones AEC 144 e VCC 865 apresentaram as maiores médias de MStotal em todos os níveis de salinidade, exceto a 1 dS m<sup>-1</sup>, no qual VCC 865 apresentou média estatisticamente inferior. O clone AEC 1528 apresentou a menor média de MStotal nos níveis de 1, 5 e 9 dS m<sup>-1</sup>. Os resultados deste estudo corroboram com os obtidos por Lacerda (2016) para o clone VCC865 até a fração de 10%.

#### 4.1.9 Análise foliar e nutrição das plantas

Ao avaliar os dados experimentais para a análise de folhas, verificou-se que as análises estatísticas para todos os nutrientes avaliados foram não significativas para a interação e para os fatores isolados (Tabela 4 do Anexo A). Os elementos nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio apresentaram maiores concentrações médias nas frações de lixiviação de 3 e 10% nos dois clones avaliados. Este efeito pode estar atrelado ao menor volume de água aplicada e uma menor lixiviação desses elementos na relação solo-planta. O elemento nitrogênio apresentou concentração nas folhas dentro da faixa ideal de nutrição, entre 2,1 a 2,3 (dag/kg). Com relação ao elemento fósforo, potássio, cálcio e magnésio, estes apresentaram valores acima do ideal. O teor encontrado de N nas folhas pode ter sido devido à mineralização da matéria orgânica favorecida pela calagem, pois a adubação nitrogenada foi a mesma em todos os tratamentos. A calagem no solo e a adição de matéria orgânica foram benéficas, pois além de fornecer Ca e Mg às plantas, deve ter favorecido a atuação dos microrganismos na mineralização da matéria orgânica, notada pelos aumentos dos teores de P, K, Ca e Mg nas folhas. O potássio é normalmente o segundo nutriente mais exigido pelas culturas, depois do nitrogênio (FAQUIN, 1997). Malavolta et al. (1997) citam os teores de macro e micronutrientes associados às altas produtividades de *E. grandis* (Tabela 5 do Anexo A).

Santana et al. (2000) estimam que o conteúdo médio de nutrientes, em plantações de eucalipto aos oito anos de idade, na parte aérea, seja de 405 Kg/ha de nitrogênio, 30 kg/ha de fósforo, 270 kg/ha de potássio, 462 kg/ha de cálcio e 86 kg/ha de magnésio, com biomassa de 159 ton/ha. Os efeitos do excesso de sais solúveis na solução do solo, principalmente o Na e o Cl, provocam redução do desenvolvimento vegetal, especialmente nas espécies mais susceptíveis, promovendo distúrbios fisiológicos (FARIAS et al., 2009). SILVA et al. (2000) resumem os efeitos da salinidade do solo sobre as plantas em: efeito osmótico provocado pela redução do potencial osmótico; desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica; a inibição da absorção de outros cátions pelo sódio; e o efeito tóxico dos íons de sódio e cloreto.

Com relação à disponibilidade do elemento potássio nas folhas, Ferreira et al. (2001) afirmam que uma das respostas da planta à aplicação de NaCl é o aumento nas concentrações de Na e Cl e, conseqüentemente, redução nos níveis de K e Ca nos diversos órgãos da planta.

## 5. CONCLUSÃO

O clone VCC865 apresentou melhor adaptação às condições de salinidade, em relação ao clone CO1407, com as maiores médias verificadas em altura de plantas, diâmetro da copa, taxa de crescimento absoluto, massa seca de folhas, massa seca de caule, massa seca de parte aérea, MSPA/MSR e Mstotal, sendo mais indicado para o cultivo nessas condições.

O clone CO1407 registrou melhor desempenho no diâmetro de colo, na massa seca de raiz e no número de folhas.

As características morfológicas avaliadas nos clones VCC865 e CO1407 indicaram haver influência dos diferentes níveis de salinidade do solo, sendo de maior interesse a adoção das frações de lixiviação de 10 a 20%, quando se usa água salina.

A nutrição mineral dos clones avaliados mostrou-se indiferente aos tratamentos salinos empregados ou às frações de lixiviação.

## REFERÊNCIAS

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **Water quality for agriculture**. Rome, FAO, 1985 (Irrigation and drainage), 174 p. Paper nº 29.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução H. R. GHEYI; J. F. MEDEIROS; F. A. V. DAMACENO. Campina Grande, UFPB, 1991, 218 p. (FAO: Irrigação e Drenagem; 29) Revisado 1.
- ARAÚJO FILHO, J. B. **Efeitos de diferentes níveis de salinidade de solo na composição química da folha e crescimento de cultivares de bananeira (Musa sp.)**. Campina Grande-PB: UFPB, 1991, 87 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal da Paraíba.
- ARRUDA, F. P. de. **Emissão/abscisão de órgãos reprodutivos do algodoeiro herbáceo, cv. CNPA 7h, em função do sistema de manejo do solo e dos estresses hídrico e salino**. 1999. 133 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- ALLAKHVERDIEV, S. I.; SAKAMOTO, A.; NISHIYAMA, Y.; INABA, M. & MURATA, N. Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp. **Plant Physiology**, v. 123, p. 1047-1056, 2000.
- ALMEIDA, W. F de. **Efeitos da Salinidade sobre a germinação e desenvolvimento inicial do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. Lavras-MG: UFV, 2009, 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, p. 3-16, 2004.
- ALVES, F. A. L. et al. Efeito do Ca<sup>2</sup> externo no conteúdo de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 602-608, 2011.
- ABAF. **Bahia Florestal**: Relatório ABAF 2015/ABAF. Salvador: BA, 2015, 16 p.
- BLACK, C. A. **Relaciones suelo-planta**. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 1975. v. 1, 866 p.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989, 898 p.
- BOLAND, D.J. **Forest trees of Australia**. 4. ed. Sidney, Government Publishing Service, CSIRO, 1992, 24 p.

CAVALCANTI, M. L. F. **Germinação e crescimento inicial da mamoneira irrigada com águas salinas**. Campina Grande-PB: UFPB, 2003, 46 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista, Edições UESB, 2008, 72 p.

DIAS, N. D.; 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, p. 129-140, 2010.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande, UFPB, 2000, 221 p. Estudos da FAO, Irrigação e drenagem, 33.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999a, 412 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006, 306 p.

ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. **Efeito da salinidade sobre as plantas**. O ecologia Brasiliensis, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras, FAEPE, 1997, 227 p.

FARIAS, S. G. G. et. al. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de *Gliricídia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.

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

FERREIRA, P. A. **Qualidade de água e manejo água-plantas em solos salinos**. Brasília, ABEAS, Viçosa, MG, UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 2001, 111 p. (ABEAS: Curso de engenharia e manejo de irrigação. Módulo 10).

FERREIRA, P.A. **Qualidade de água e manejo água-plantas em solos salinos**. Brasília, DF, ABEAS, Viçosa, MG, UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 2002, 141 p. (ABEAS. Curso de engenharia e manejo de irrigação. Módulo, 10).

FERNANDES, A. R. et al. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H. B. K) sob diferentes níveis de salinidade. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 278-284, mar./abr. 2003.

FERREIRA, L.E. **Crescimento e Produção do Quiabeiro Irrigado com diferentes Lâminas e Salinidade da água de Irrigação**. Mossoró-RB: UFERSA, 2014, 95 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido.

FREITAS.T. A. S. de.; J. G. de A. Carneiro; A. V. R. Mendonça; J. S. Souza; R. B. de Oliveira; T. M. Lima. Produção de mudas de *Eucalyptus robusta* cultivadas em solução nutritiva, sob estresse salino. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, 2012.

GALE, J. **Water balance and gas exchange of plants under saline condution**. In: POLJAKOFFMAYBER, A.; GALE, J. (Ed.). *Plants in saline environments*. Berlin: Springer-Verlag, 1975, p. 168-185.

GONÇALVES, M. R. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e temperatura da copa de cinco espécies de *Eucalyptus* spp. sob dois regimes hídricos**. Viçosa-MG: UFV, 1992, 84 p. Dissertação (Mestrado em fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa, Ed. UFV, 2004, 116 p.

HANSON, B.; GRATTAN, S.R.; FULTON, A. **Agricultural salinity and drainage**. Davis, University of California, 1999, 159 p.

IBÁ – Industria Brasileira de Arvores. **Instituto de pesquisas e estudos florestais**. Disponível em: <[http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-iba\\_2014.pdf](http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-iba_2014.pdf)> Acesso em: 16 mar. 2017.

JÁCOME, A. G.; OLIVEIRA, R. H.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Crescimento de genótipo de algodoeiro em função da salinidade da água de irrigação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 305-313, abr./jun. 2003.

JESCHKE, W. D.; ASLAM, Z.; GREENWAY, H. Effects of NaCl on ion relations and carbohydrate status of roots and on osmotic regulation of roots and shoots of *Atriplex amnicola*. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 9, n. 7, p. 559-569, 1986.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, Agronômica Ceres, 1985, 492 p.

KIEHL E.J. **Adubação orgânica: 500 perguntas e respostas**. Piracicaba, De Gaspari, 2005, 234 p.

LACERDA, J. de J. **Estresse Salino e seus Efeitos no Crescimento Inicial de Clones de *Eucalyptus* spp.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2016, 121 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

LEVY, G. J.; SHAINBERG, I.; MILLER, W. P. **Physical properties of sodic soils**. In.: Summer, M.E.; Naidu, R. (eds.), *Sodic soils: Distribution, properties, management and environmental consequences*. New York: Oxford University Press, 1998, p.77-94.

LOPES, A. S.; SILVA, M de C.; GUILHERME, L. R. G. **Acidez do solo e calagem**. São Paulo-SP: ANDA (Associação Nacional para Difusão de Adubos), 1990, 10 p.

LOPES, T. C.; KLAR, A. E. Influência de diferentes níveis de salinidade de solo sobre aspectos morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus urograndis*. **Irriga, Botucatu**, v. 14, n. 1, p. 68-75, jan-mar. 2009.

LOPES, T. de C. **Desenvolvimento Inicial de Plantas de *Eucalyptus platyphylla* irrigado, em diferentes níveis de salinidade**. Botucatu-SP: UNESP, 2012, 63 p. Dissertação (Mestrado Faculdade de Ciências Agrônômicas) – Universidade Estadual Paulista.

LOPES, T.C.; LIMA, K.B.de.; KLAR, A.E. Desenvolvimento inicial de plantas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a níveis de salinidade. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 494-500, 2012.

LLYAS, M.; QURESHI, R.H; QADIR, M.A. **Chemical changes in a saline-sodic soil after gypsum application and cropping**. Soil Technology, New York, v. 10, p. 247-260, 1997.

LIMA, V. L. A. **Efeitos da qualidade da água de irrigação e da fração de lixiviação sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de lisímetro de drenagem**. Viçosa-MG: UFV, 1998. 87 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G.; OLIVEIRA, A. M. Poliaminas e atividade da Peroxidase em Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 21-26, 1999.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989, 201 p.

MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego, Academic Press, 1995, 889 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319 p.

MANSOUR, M. M. F.; SALAMA, K. H. A.; AL-MUTANA, M. M. Transport protein and salt tolerance in plants. **Plant Science**, Limerik, v. 146, n. 6, p. 891-900, 2003.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; SIQUEIRA, L.; FERREIRA, E. M.; LEITE, H. G.; CAVALLAZZI, J. R. P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, v. 29, p. 947-953, 2005.

MATOS, G. S. B de; SILVA, G. R. da; GAMA, A. M. P.; VALE, R. S. F.; ROCHA, J. E. C. da. Desenvolvimento inicial e estado nutricional de clones de eucalipto no nordeste do Pará. **Acta Amazônica**, v. 42, n. 4, p. 491-500, 2012.

MAGALHAES, G. C. **Desempenho de clones de eucalipto nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista-BA**. Vitória da conquista-BA: UESB, 2013, 101 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

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

MELONI, D. A.; GULOTTA, M. R.; MARTÍNEZ, C. A.; OLIVA, M. A. The effects of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycine betaine accumulation in *Prosopis alba*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 16, p. 39-46, 2004.

MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; SANTIAGO, A. R.; RODRIGUES, L. A.; FREITAS, T. A. S. Características biométricas de mudas de *Eucalyptus* sp sob estresse salino. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 3, p. 365-372, 2007.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.

NASIM, M.; QURESHI, R. H.; AZIZ, T.; SAQIB, M.; NAWAZ, S.; SAHI, S. T.; PERVAIZ, S. Screening trees for salinity tolerance: a case-study with ten eucalyptus species. **Pakistan Journal of Agricultural Science**, v. 44, n. 3, p. 385-396, 2007.

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-cordas irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 758-765, 2009a.

NEUMANN, P. M. Recent advances in understanding the regulation of whole-plant growth inhibition by salinity, drought and colloid stress. **Advances in Botanical Research**, v. 57, p. 33-48, 2011.

NIELSEN, I. R. **Utilização da madeira comercial do híbrido de *Eucalyptus grandis* na confecção de vigas laminadas coladas**. Curitiba-PR: UFPR, 1998, 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná.

PELOZZI, M. M. A.; SEVERO, E. T. D.; CALONEGO, F. W.; RODRIGUES, P. L. M.; PROPRIEDADES FÍSICAS DOS LENHOS JUVENIL E ADULTO DE *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* e de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 305-313, 2012.

QUEIROZ, M. M.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; FERREIRA, M. A. Comportamento de materiais genéticos de eucalipto em Paty do Alferes, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2009.

RAMOS, L. M. A.; LATORRACA, J. V. de F.; PASTRO, M. S.; SOUZA, M. T. de; GARCIA R. A.; CARVALHO, A. M. de. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 411-418, dez. 2011.

RHOADES, J. D. Overview: diagnosis of salinity problems and selection of control practices. In: **Agricultural salinity assessment and management**. Ed. K.K. Tanji. ASAE. Manual and reports on engineering practice, n. 71, p.18-41, 1990.

SAUR, E. et al. Growth and uptake of mineral elements in response to sodium chloride of three provenances of maritime pine. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 18, n. 2, p. 243-256, 1995.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Aboveground biomass, nutrient content, and nutrient use efficiency of eucalypt plantations growing in different sites in Brazil. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 30, n. 1, p. 225-236, 2000.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A. Produção do pimentão irrigado com diferentes lâminas de água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, 2009.

SANTOS, D. B.; FERREIRA, P. A.; OLIVEIRA, F. G.; BATISTA, R. O.; COSTA, A. C.; CANO, M. A. O. Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **IDESIA, Arica**, v. 30, n. 2, 2012.

SERPA, M. F. P. **Potencial de enraizamento de mudas e avaliações de crescimento inicial de plantas de diferentes clones de *Eucalyptus* sp. Em Vitória da Conquista - BA**. Vitória da conquista-Ba: UESB, 2014, 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

SILVA, F. A. M.; et al. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.

SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 335-342, jul./ago. 2008.

SILVEIRA, J.A.G.; ARAÚJO, S.A.M.; LIMA, J.P.M.S.; VIÉGAS, R.A. Roots and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in *Atriplex nummularia*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 66, p. 1-8, 2009.

STRANGE, K. Cellular volume homeostasis. **Advances in physiology education**, v. 28, p. 155-159, 2004.

STRECK, N. A. TIBOLA, T.; LAGO, I.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; SCHNEIDER, F. M.; ZAGO, V. Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1275-1280, 2005a.

SHAW, R.J.; COUGHLAN, K.J.; BELL, L.C. Root zone sodicity. In.: Summer, M.E.; Naidu, R. (eds.), Sodic soils: **Distribution, properties, management and environmental consequences**. New York: Oxford University Press, 1998, p.95-106.

SHINOZAKI, K; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, n. 2, p. 221-227, 2007.

TÁVORA, F. J. A. F. et al. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. dos. Comportamento fisiológico de dois clones de *Eucalyptus* na época seca e chuvosa. **Cerne**, v. 13, n. 2, p. 149-159, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGHER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Porto Alegre, Artmed, 2004, 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Piracicaba, Artmed, 2004, 720 p.

TRAJANO, M. D. M. **Acumulo de sais no solo e comportamento de algumas plantas tratadas com água salina**. Areia-PB: UFPB, 1992, 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Paraíba.

YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 7, p.1439-1451, 1998.

ZHU, J. K. Plant salt tolerance. Trends in Plant Science. **Elsevier**, v. 6, n. 2, p. 66-71, 2001.

## **ANEXO A**

Tabela 1 – Resumo das análises de variância das variáveis: condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo (CEes), altura final, taxa de crescimento absoluto – TCA, taxa de crescimento relativo – TCR. Vitória da Conquista, 2018

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		CEes (mL)	Altura final (cm)	TCA	TCR
<b>Clone (C)</b>	1	0.6903125E-02 <sup>ns</sup>	693.7812*	0.3135879E-01*	0.3709210E-04 <sup>ns</sup>
<b>Fração de Lixiviação (FL)</b>	3	0.4281146E-01*	43.53125 <sup>ns</sup>	0.7756396E-02 <sup>ns</sup>	0.2182660E-04 <sup>ns</sup>
<b>C * FL</b>	3	0.3571146E-01*	52.86458 <sup>ns</sup>	0.5283176E-02 <sup>ns</sup>	0.4069095E-05 <sup>ns</sup>
<b>Erro</b>	21	0.8070982E-02	47.62649	0.5545621E-02	0.1663956E-04
<b>Total</b>	32	-	-	-	-
<b>CV (%)</b>	-	13.403	7.762	13.295	18.333
<b>Media Geral</b>	-	0.67031	88.90625	0.56011	0.02225

Teste F - \* significativo a 0,05; <sup>ns</sup> não significativo. Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Tabela 2 – Resumo das análises de variância das variáveis: diâmetro de colo, diâmetro de copa, número de folhas, massa seca da parte aérea – MSPA. Vitória da Conquista, 2018

<b>Fontes de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>Diâmetro do colo (mm)</b>	<b>Diâmetro da Copa (cm)</b>	<b>Número de Folhas</b>	<b>MSPA</b>
<b>Clone (C)</b>	1	0.2397781 <sup>ns</sup>	561.1250*	220.5000 <sup>ns</sup>	32787.20*
<b>Fração de Lixiviação (FL)</b>	3	3.219711 <sup>ns</sup>	149.3750 <sup>ns</sup>	7739.583 <sup>ns</sup>	5290.303 <sup>ns</sup>
<b>C * FL</b>	3	1.515886 <sup>ns</sup>	33.20833 <sup>ns</sup>	261.0833 <sup>ns</sup>	4402.752 <sup>ns</sup>
<b>Erro</b>	21	4.729382	67.49405	3202.060	1824.206
<b>Total</b>	32	-	-	-	-
<b>CV (%)</b>	-	12.690	11.341	25.590	26.316
<b>Media Geral</b>	-	17.13719	72.43750	221.12500	162.29688

Teste F - \* significativo a 0,05; <sup>ns</sup> não significativo. Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Tabela 3 – Resumo das análises de variância das variáveis: massa seca de raiz, relação massa seca da parte aérea / massa seca de raiz – MSPA/MSR, massa seca total - MStotal. Vitória da Conquista, 2018

Fontes de Variação	Quadrados Médios			
	GL	Massa seca raiz (g)	MSPA/MSR	MStotal
<b>Clone (C)</b>	1	142.3828 <sup>ns</sup>	10.22889*	17898.32*
<b>Fração de Lixiviação (FL)</b>	3	281.3036 <sup>ns</sup>	0.6071211*	5031.961 <sup>ns</sup>
<b>C * FL</b>	3	908.1361*	0.2876334 <sup>ns</sup>	7969.026*
<b>Erro</b>	21	246.1304	0.1717921	2337.784
<b>Total</b>	32	-	-	-
<b>CV (%)</b>	-	22.994	17.531	20.420
<b>Media Geral</b>	-	68.22813	2.36425	236.77500

Teste F - \* significativo a 0,05; <sup>ns</sup> não significativo. Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Tabela 4 – Resumo das análises de variância das variáveis: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg). Vitória da Conquista, 2018

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Clone (C)	1	0.7013486E-02 <sup>ns</sup>	0.4593750E-03 <sup>ns</sup>	0.6834375E-02 <sup>ns</sup>	1.133176 <sup>ns</sup>	0.4930667E-02 <sup>ns</sup>
Fração de Lixiviação (FL)	3	0.2796252E-01 <sup>ns</sup>	0.3133750E-03 <sup>ns</sup>	0.4230938E-01 <sup>ns</sup>	0.2122584 <sup>ns</sup>	0.9988333E-03 <sup>ns</sup>
C * FL	3	0.1152984E-01 <sup>ns</sup>	0.1497486E-02 <sup>ns</sup>	0.7823438E-01 <sup>ns</sup>	0.7481471E-01 <sup>ns</sup>	0.8375556E-03 <sup>ns</sup>
Erro	14	0.1136530E-01	0.5653155E-03	0.3262902E-01	0.2977642	0.1636690E-02
Total	21	-	-	-	-	-
CV (%)	-	42.348	18.545	19.929	21.803	17.816

Fonte: OLIVEIRA, F.de S, 2018.

Tabela 5 – Faixa ideal de nutrientes nas folhas. Vitória da Conquista, 2018

<b>Faixa Ideal de nutrientes nas Folhas</b>					
	<b>Nitrogênio 2,1 a 2,3 (dag/kg)</b>	<b>Fósforo 0,13 a 0,14 (dag/kg)</b>	<b>Potássio 0,9 a 0,10 (dag/kg)</b>	<b>Cálcio 0,5 a 0,6 (dag/kg)</b>	<b>Magnésio 0,25 a 0,30 (dag/kg)</b>
<b>Teor de nutrientes encontrados nas folhas</b>					
<b>FL</b>	<b>N (dag/kg)</b>	<b>P (dag/kg)</b>	<b>K (dag/kg)</b>	<b>Ca (dag/kg)</b>	<b>Mg (dag/kg)</b>
<b>Água doce</b>	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4
<b>3%</b>	2,2	2,4	2,3	2,4	2,3
<b>10%</b>	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
<b>20%</b>	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
<b>30%</b>	1,6	1,9	1,8	1,8	1,8

MALAVOLTA et al. (1997) citam os teores de macro ( $\text{gkg}^{-1}$ ) e micronutrientes ( $\text{mgkg}^{-1}$ ) associados a altas produtividades de *E. grandis*.

N = 21 a 23; P = 1,3 a 1,4; K = 9 a 10; Ca = 5 a 6; Mg = 2,5 a 3 ( $\text{g/kg} \times 0,1 = \text{dag/Kg}$ ).

Fonte: MALAVOLTA et al. (1997).