

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Eucalyptus platyphylla*
IRRIGADO, EM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE.**

THAÍS DE CAMARGO LOPES

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

BOTUCATU – SP
Março - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Eucalyptus platyphylla*
IRRIGADO, EM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE.**

THAÍS DE CAMARGO LOPES

Orientador: Prof. Dr. Antonio Evaldo Klar
Co-orientador: Prof. Dr. Hélio Grassi Filho

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

BOTUCATU – SP
Março - 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

L864d Lopes, Thais de Camargo, 1987-
Desenvolvimento inicial de plantas de Eucalyptus
Platyphylla irrigado, em diferentes níveis de salinidade /
Thais de Camargo Lopes. - Botucatu : [s.n.], 2012
viii, 63 f. : il., color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2012
Orientador: Antonio Evaldo Klar
Co-orientador: Hélio Grassi Filho
Inclui bibliografia

1. Salinidade. 2. Irrigação. 3. NaCl. 4. Eucalyptus.
I. Klar, Antonio Evaldo. II. Grassi Filho, Hélio. III. U-
niversidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (
Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III.
Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Eucalyptus platyphylla*
IRRIGADO, EM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE"

ALUNA: THAÍS DE CAMARGO LOPES

ORIENTADOR: PROF. DR. ANTONIO EVALDO KLAR
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. HÉLIO GRASSI FILHO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ANTONIO EVALDO KLAR



PROF. DR. JOSÉ EDUARDO PITELLI TURCO



PROF. DR.ª MARIA RENATA ROCHA PEREIRA

Data da Realização: 19 de março de 2012.

OFERECIMENTOS

Aos meus pais, Tânia e Nilson e ao meu irmão, Bruno, por todo amor e incentivo, que foram tão necessários para esta conquista.

Aos meus avós, Augusta e Joaquim, pelo apoio, força e conselhos, essenciais para continuar com minhas pesquisas.

Ao meu namorado, Bruno, por toda ajuda, paciência, companheirismo e amizade que foram indispensáveis para o cumprimento de mais esta etapa.

AGRADECIMENTOS

- À Deus, por me proporcionar esta oportunidade, dando força e perseverança para superar os momentos difíceis.
- À Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, pela oportunidade em realizar o curso.
- À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos.
- À empresa Eucatex, pelas mudas concedidas para a realização da pesquisa.
- Ao meu orientador, Prof. Antonio Evaldo Klar, pela amizade, ensinamentos e confiança, que foram muito importantes para meu crescimento pessoal e profissional.
- Ao Prof. Hélio Grassi Filho, pelas críticas e apoio oferecido.
- Ao corpo docente da FCA/UNESP, pelas experiências compartilhadas.
- Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, em especial, Gilberto e Adão, por todo auxílio prestado.
- À Ana Cláudia, pela disponibilidade em ajudar nas medições com o IRGA.
- À Mayumi, pela revisão do Summary.
- À todos os meus amigos, que por mim torceram e me ajudaram de alguma forma para mais esta conquista, em especial, o Kaio.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	1
SUMMARY	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 O eucalipto.....	7
2.2 Irrigação.....	9
2.2.1 Importância da água para as plantas.....	9
2.2.2 Qualidade da água de irrigação	10
2.3 Salinidade do solo.....	11
2.3.1 Efeitos da salinidade de solo sobre as plantas	11
2.3.2 Tolerância à salinidade	13
2.4 Pesquisas desenvolvidas na área.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Área experimental.....	15
3.1.1 Localização e dados climáticos	16
3.1.2 Casa de vegetação.....	16
3.2 Época de condução do experimento	17
3.3 Espécie utilizada.....	18
3.4 Recipientes	18
3.5 Dados climáticos	19

3.6 Solo.....	19
3.6.1 Relações hídricas do solo	21
3.7 Solução salina.....	22
3.8 Delineamento experimental.....	22
3.9 Avaliações	24
3.9.1 Morfológicas.....	24
3.9.2 Fisiológicas.....	24
3.10 Análise estatística	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Características morfológicas.....	26
4.1.1 Altura das plantas	26
4.1.2 Diâmetro da base caulinar	30
4.1.3 Relação entre altura e diâmetro	34
4.1.4 Massa de matéria verde e seca da parte aérea	36
4.1.5 Massa de matéria verde e seca das raízes	38
4.1.6 Área foliar.....	42
4.2 Características fisiológicas	44
4.2.1 Teor relativo de água na folha	44
4.2.2 Condutância estomática.....	46
4.2.3 Concentração interna de CO ₂ na folha	47
5 CONCLUSÕES	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICE	60
APÊNDICE 1	61

APÉNDICE 2 62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química de macronutrientes do solo, na profundidade de 0 a 0,20 metros.	20
Tabela 2. Análise química de micronutrientes do solo, na profundidade de 0 a 0,20 metros .	20
Tabela 3. Análise física do solo, na profundidade de 0 a 0,20 metros	20
Tabela 4. Curva característica de retenção de água do solo	21
Tabela 5. Volume de NaCl, na concentração de 2 molar, necessários para promover os diferentes níveis de salinidade, definidos pela condutividade elétrica (CE)	22
Tabela 6. Análise estatística dos valores médios de altura (h) de mudas de <i>Eucalyptus platyphylla</i> submetidas a cinco níveis de salinidade de solo	29
Tabela 7. Análise estatística dos valores médios de altura (h) de mudas de <i>Eucalyptus platyphylla</i> submetidas a duas lâminas de irrigação, -1,5 (L1) e -0,01 (L2) MPa, de potenciais de água no solo	30
Tabela 8. Análise estatística dos valores médios de diâmetro basal (\emptyset) de mudas de <i>Eucalyptus platyphylla</i> submetidas a cinco níveis de salinidade de solo	33
Tabela 9. Análise estatística dos valores médios de diâmetro basal (\emptyset) de mudas de <i>Eucalyptus platyphylla</i> submetidas a duas lâminas de irrigação, -1,5 (L1) e -0,01 (L2) MPa, de potenciais de água no solo	34
Tabela 10. Análise estatística dos valores médios de massa de matéria verde (Mv) e massa seca (Ms), em gramas (g), das raízes, de mudas de <i>Eucalyptus platyphylla</i> submetidas a cinco níveis de salinidade de solo	37
Tabela 11. Análise estatística dos valores médios de massa de matéria verde (Mv) e massa seca (Ms), em gramas (g), das raízes, de mudas de <i>Eucalyptus platyphylla</i> submetidas a duas lâminas de irrigação, -1,5 (L1) e -0,01 (L2) MPa, de potenciais de água no solo.....	38

- Tabela 12.** Análise estatística dos valores médios de massa de matéria verde (Mv) e massa seca (Ms), em gramas (g), da parte aérea, de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo..... 39
- Tabela 13.** Análise estatística dos valores médios de massa de matéria verde (Mv) e massa seca (Ms), em gramas (g), da parte aérea, de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a duas lâminas de irrigação, -1,5 (L1) e -0,01 (L2) MPa, de potenciais de água no solo. 40
- Tabela 14.** Análise estatística para dados referentes à área foliar (Af), em cm², de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo. 43
- Tabela 15.** Análise estatística para dados referentes à área foliar (Af), em cm², de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a duas lâminas de irrigação, -1,5 (L1) e -0,01 (L2) MPa, de potenciais de água no solo. 44

RESUMO

Espécies vegetais apresentam diferentes comportamentos quando submetidas a determinados níveis de salinidade, podendo apresentar diminuição no seu crescimento e produtividade. Estudos realizados com NaCl apresentam resultados que demonstram efeitos nocivos às características morfofisiológicas de plantas. No Brasil existem poucos estudos que relatam o comportamento de espécies do gênero eucalipto sob o efeito da presença de sais no solo. Para recuperação e utilização das áreas que contêm alta concentração de sais no solo é necessário que se conheça o comportamento do material desejado quando submetido a diferentes níveis de condutância elétrica e tipos de sais presentes. A água, quando presente no solo em quantidade suficiente ao adequado desenvolvimento dos vegetais, pode evitar problemas como a toxicidade causada por íons como o Na^+ e o Cl^- , uma vez que participa de praticamente todos os processos bioquímicos e fisiológicos da mesma, atuando como principal constituinte dos tecidos, solvente para sais e nutrientes, reagente em processos metabólicos, mantenedora da turgescência e moderadora térmica dos tecidos. Deste modo foi avaliada, nesta pesquisa, a influência dos níveis de salinidade de solo sobre o desenvolvimento inicial pós-plantio de mudas de *Eucalyptus platyphylla*. O teste experimental foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP – Botucatu, no período de 20 de abril a 07 de junho de 2011. Para realização do estudo, foram utilizados vasos cilíndricos preenchidos com solo, contendo doses de NaCl, de modo a proporcionar os níveis e condutividade elétrica desejados: 1,41; 2,50; 4,50; 6,45 e 8,33 dS.m^{-1} , contou ainda com duas lâminas de irrigação (- 1,5 e -0,01 MPa de potenciais mínimos de água do solo). As avaliações referentes às características morfofisiológicas foram realizadas durante todo o período de condução do trabalho. Com base nos resultados obtidos pelo teste de Tukey a 5% de significância, pode-se dizer que os níveis de salinidade proporcionados não influenciaram de forma significativa alguns dos parâmetros morfofisiológicos analisados nesta pesquisa, tais como massa de matéria verde e seca da parte aérea e de raiz das plantas, área foliar, condutância estomática e concentração interna de CO_2 , enquanto que a quantidade de água aplicada afetou os seguintes parâmetros: altura, diâmetro,

massa de matéria verde e seca da parte aérea, o teor relativo de água na folha, a condutância estomática e a concentração interna de CO_2 e, provavelmente, induziu a resistência à seca nos tratamentos com menos água.

Palavras-chave: salinidade, irrigação, NaCl.

INITIAL DEVELOPMENT OF PLANTS *Eucalyptus platyphylla* CROP UNDER DIFFERENT SALINITY LEVELS. Botucatu, 2012. 62 p. Dissertation (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: THAÍS DE CAMARGO LOPES

Adviser: ANTONIO EVALDO KLAR

Co-adviser: HÉLIO GRASSI FILHO

SUMMARY

Vegetable species present different behavior when subjected to certain levels of salinity, which may have decreased their growth and productivity. Studies of NaCl plant application present results that demonstrate harmful effects on plants. In Brazil there are few studies which report the *Eucalyptus platyphylla* behavior under the effect of salts in the soil. In order to recovery of areas containing high salt concentration in soil it is necessary to know plant behavior when subjected to different electrical conductance levels. Water in sufficient quantity to proper development of plants can prevent problems such as toxicity caused by ions such as Na⁺ and Cl⁻. Experimental testing was conducted in a greenhouse at the Department of Rural Engineering, Faculty of Agricultural Sciences / UNESP – Botucatu, in the period April, 20 to June, 07, 2011. For accomplishment of study cylindrical pots filled with soil were utilized containing doses of NaCl to provide the following electrical conductivity levels: 1.41, 2.50, 4.50, 6.45 and 8.33 dS.m⁻¹. Two minimum soil water potential were applied: -0.01 and -1,5 MPa. The evaluations regarding morphophysiological features were held throughout the period of conductance of work. Based on the results obtained by the Tukey test at 5% significance level the salinity levels applied did not influence significantly some of the morphophysiological parameters analyzed in this study, such as mass of green and dry matter of shoots and root plant, leaf area, stomatal conductance and internal CO₂

concentration while the amount of water applied affected the following parameters: height, diameter, mass of green and dry matter of shoots, the relative water content in the leaf, stomatal conductance and internal CO₂ concentration, and probably induced drought resistance in the treatments with less water.

Keywords: salinity, irrigation, NaCl.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento histórico do Brasil sempre esteve ligado à floresta, o que não foge da premissa de que o setor florestal sempre desempenhou um papel de significativa importância e contribuição para o desenvolvimento social e econômico dos povos. No entanto, esse relacionamento do homem com a floresta e seus recursos foi desde o princípio predatório.

Além disso, com o aumento desenfreado da demanda por eucalipto para fins de madeira e/ou celulose, no Brasil, os produtores deste recurso natural têm sido forçados a se utilizarem de áreas marginais, inclusive as salinas, para cobrir a necessidade que o mercado impõe.

A salinidade do solo é resultado de processos naturais ou induzidos, associados ao manejo inadequado da terra ou causado pelo uso de água salina na irrigação por

ação antrópica. Esse problema aumenta, anualmente, devido às mudanças climáticas e à alta demanda por água e fertilizantes na agricultura moderna (LOPES; KLAR, 2009).

A produtividade dos plantios florestais depende fortemente da disponibilidade hídrica. O estresse hídrico sobre o desenvolvimento das plantas pode causar diferentes efeitos, os quais são variáveis e dependentes principalmente da intensidade em que ocorre. Um dos fatores influenciados negativamente pela restrição hídrica é a redução na condutância estomática, que afeta uma série de interações planta-ambiente, já que os estômatos são os pontos de controle de vapor d'água e balanço de energia entre o vegetal e o ambiente (BRUNINI; CARDOSO, 1998).

Em virtude da quantidade de sais que se encontram presentes no solo e da falta de água com características desejáveis e em quantidade suficiente, a qualidade da produção pode ser afetada, visto que, tanto os sais como a falta de água podem prejudicar os processos fisiológicos das plantas e, desta forma, se apresentam como fatores limitantes à produtividade.

No Brasil, os estudos sobre a tolerância do *E. platyphylla* à salinidade e ao estresse hídrico, assim como dos demais materiais do gênero, ainda é insipiente. Entretanto, conhecer o comportamento de materiais que vêm sendo plantados comercialmente, quando submetidos a condições de salinidade de solo e déficit hídrico é fundamental para assegurar plantios seguros e com qualidade, uma vez que, a salinidade do solo e a restrição hídrica são problemas que ocorrem com frequência em regiões semi-áridas e os plantios de eucalipto têm se expandido nestas regiões, que são encontradas em parte da região sudeste e na região nordeste, do Brasil.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de plantas de *Eucalyptus platyphylla* quando submetidas às condições de estresse salino e hídrico, de modo a verificar a interação água-salinidade e se existe resistência, tolerância ou não tolerância deste material às condições que foram impostas. Deste modo trabalhou-se com cinco níveis de condutância elétrica e dois potenciais mínimos de água no solo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O eucalipto

O gênero *Eucalyptus*, pertencente à família das *Myrtaceas*, possui mais de setecentas espécies catalogadas. No entanto, poucas destas são empregadas nos plantios com fins de produção (ANGELI, 2005). De modo geral, a maioria das espécies do gênero são originárias da Austrália, sendo que poucas destas provém de regiões vizinhas como a Nova Guiné e Indonésia. É uma espécie com fácil adaptação edafoclimática e dentre suas características, a desrama natural é o que permite que os fustes sejam de aspecto colunar e liso (LOPES, 2004).

Foi trazido ao Brasil, em 1904, por Edmundo Navarro de Andrade, para ser empregado na construção das estradas de ferro da Companhia Paulista. Na década de 60, devido aos incentivos fiscais, a área de plantio de eucalipto no Brasil aumentou consideravelmente (VALVERDE, 2009).

O *Eucalyptus platyphylla* é uma árvore de porte médio (cerca de 8 a 20 metros de altura), apresenta um tronco liso de coloração branca ou cinza claro. Por ser decídua, em épocas de seca, perdem suas folhas. As folhas são grandes, tendem ao formato arredondado e possuem nervuras verdes e finas, as flores são brancas e a época de floração ocorre entre agosto e outubro. É uma espécie comum em solos argilosos, presente na região de Townsville, no entanto desenvolve-se bem em qualquer tipo de solo e clima. É empregada na produção de madeira processada, como os painéis e as chapas de fibra de madeira (SOCIETY FOR GROWING AUSTRALIAN PLANTS, 2009).

Atualmente, o mercado demanda cada vez mais eucalipto para suprir a necessidade de produção de seus principais produtos, como a celulose, o papel, o carvão vegetal, os painéis de madeira e a madeira processada. No ano de 2010 houve um crescimento de 5,3%, em relação a 2009, nos plantios de eucalipto, o que gerou um total de, aproximadamente, 4,8 milhões de hectares plantados. Deste total, a região nordeste brasileira detém cerca de 969.588 hectares plantados. Em relação às exportações, o setor, em 2010, exportou cerca de US\$ 7,5 bilhões, o que representa 3,7% do total brasileiro, além disso, gerou aproximadamente 4,7 milhões de empregos diretos e indiretos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS, 2011).

A necessidade de se obter florestas cada vez mais produtivas, objetivando uma ou outra característica da madeira, seja uma maior densidade, baixos teores de extrativos ou outras características, tem levado as empresas brasileiras a investimentos cada vez maiores em programas de melhoramento genético e técnicas que possibilitem uma maior homogeneidade da matéria prima, permitindo um aumento da qualidade final do produto (TONINI et al., 2006)

2.2. Irrigação

2.2.1. Importância da água para as plantas

A água é uma das substâncias mais importantes aos vegetais, pois quase todos os processos ocorridos nas plantas são afetados direta ou indiretamente pela disponibilidade de água (KRAMER & BOYER, 1995). Sua estrutura e propriedades influenciam a estrutura e propriedades das proteínas, membranas, ácidos nucleicos, e outros constituintes das células (TAIZ & ZEIGER, 1998). Além disso, constitui cerca de 80 a 90% do peso verde total em plantas herbáceas e, aproximadamente, 50% das lenhosas (COLL et al., 1992).

Desta forma pode-se dizer que a água apresenta importância ecológica e fisiológica para as plantas. A importância ecológica está associada ao fato de que todos os processos fisiológicos das plantas são direta ou indiretamente, influenciados pelo suprimento hídrico (KRAMER & BOYER, 1995). Sua importância fisiológica decorre das funções que ela desempenha na planta como constituinte principal dos tecidos, solvente para nutrientes, reagente em processos metabólicos, mantenedora de turgescência e moderadora térmica dos tecidos (ANGELOCCI, 2002).

A quantidade de água nas plantas não é constante, sofre variação ao longo do dia, nas diferentes estações e fases de desenvolvimento. Cerca de 5% da quantidade total da água absorvida pelas plantas é utilizada no metabolismo e o restante, no processo de transpiração (KUDREV, 1994).

A produtividade das plantas, limitada pela água, depende da quantidade disponível deste recurso e da eficiência do seu uso pelo organismo, já que tanto o excesso quanto a falta do componente hídrico pode causar redução na produtividade, problemas de sanidade e limitação no crescimento (MÉLO & SOARES, 2004).

Devido à importância que a água apresenta aos vegetais, diversos estudos têm sido realizados nesta linha, alguns trabalhos, recentes, envolvendo as relações hídricas em plantas de eucalipto são os de Pereira et al. (2010), Lopes et al. (2011) e Rodrigues et al. (2011).

2.2.2. Qualidade da água de irrigação

Os problemas relacionados à qualidade da água têm sido potencializados pela má conservação do solo e pelo desmatamento das nascentes e matas ciliares. Estas ações têm contribuído para o aumento do assoreamento dos córregos e mananciais como um todo, causando problemas aos irrigantes.

Os aspectos fundamentais a considerar no uso da água são aqueles que afetam principalmente a conservação do solo e o rendimento e qualidade das colheitas. Quanto ao aspecto de qualidade da água, este é definido em função dos critérios de salinidade, sodicidade, toxicidade e outros (ALMEIDA, 2010).

Alguns cátions e ânions, quando em excesso, podem trazer prejuízos ao solo e às plantas cultivadas, dependendo do grau de tolerância destas aos sais (RICHARDS, 1995).

A qualidade da água utilizada na irrigação pode influenciar vários fatores como a disponibilidade de água para as plantas, toxicidade de íons específicos, crescimento vegetativo acelerado, acamamento e corrosão dos equipamentos (TOLEDO & NICOLELLA, 2002).

2.3. Salinidade de solo

2.3.1. Efeitos da salinidade de solo sobre as plantas

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 (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).

Estima-se que, atualmente, no Brasil, a área total de solos afetados por sais seja superior a nove milhões de hectares, ocorrendo tanto em regiões úmidas como em regiões semi-áridas (GOMES, 2009). A maior parte das terras com problemas de salinidade está localizada nos perímetros irrigados do nordeste (CARNEIRO et al., 2002).

De acordo com Cruz et al. (2006), o manejo inadequado da água de irrigação aliado ao uso intensivo de fertilizantes têm contribuído para o aumento de áreas agricultáveis com problemas de salinidade. Este fato é particularmente importante nas regiões áridas e semi-áridas, devido à baixa umidade e altas temperaturas e, portanto, à alta demanda evaporativa, o que dificulta a lixiviação dos sais localizados na camada arável do solo.

Segundo observações de Tyerman e Skerrett (1995), em ambientes salinos, o NaCl tem-se mostrado como sendo o sal predominante, causando a maioria das injúrias nas plantas. O efeito osmótico tem sido a causa maior da 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).

A salinidade geralmente causa redução do crescimento das plantas, induzindo a desordens nutricionais causadas pelo excesso de sais, principalmente NaCl (FERNANDES, 2003). 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 dessa forma a água disponível para as plantas; b) o efeito específico dos íons Cl^- e Na^+ podem estimular ou inibir as reações metabólicas e ter um efeito tóxico na célula vegetal; e c) 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, como capacidade em excluir o sal dos tecidos, aptidão para realizar um completo ajustamento osmótico e estabilidade das membranas, macromoléculas e sistemas enzimáticos (GALE, 1975).

Em plantas jovens de goiabeira, foi verificada diminuição na concentração de potássio nos tecidos da planta em detrimento ao estresse salino (FERREIRA et al., 2001). 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 aumento dos níveis de salinidade de solo, a partir de $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$ para híbridos de eucalipto pode provocar redução nos seguintes parâmetros morfofisiológicos: altura da planta, diâmetro da base caular, massa seca total e área foliar, sendo esta última, a mais afetada. (LOPES e KLAR, 2009).

Para utilização de solos com excesso de sais, com vistas à produção agrícola ou florestal, é preciso aplicação de práticas de correção, que podem se constituir na lixiviação de sais e, ou, na aplicação de corretivos químicos. Tais práticas envolvem alto custo e não resolvem efetivamente o problema (MENDONÇA et al., 2007). Outras alternativas baseiam-se na utilização de espécies tolerantes à salinidade, tanto para reabilitação do solo quanto para produção (SU et al., 2005; MISHRA et al., 2003; GARG, 1998; SINGH et al., 1998; GARG, 1999; MENDONÇA et al., 2007).

Na Austrália têm sido efetuados plantios de espécies do gênero *Eucalyptus* em áreas salinas (MARCAR, 1993; MARCAR et al., 2002). Alguns estudos demonstram a tolerância do *E. camaldulensis* à salinidade (MARCAR, 1993; SUN &

DICKINSON, 1995; SU et al., 2005). Outros estudos ainda comprovam que o *E. tereticornis* também é tolerante (TOMAR et al., 2003, MARCAR, 1993). Em todos estes casos as plantas consideradas tolerantes não apresentaram influência da salinidade de solo sobre o seu crescimento.

Apesar da existência de variabilidade genética para tolerância à salinidade, os estudos que relatam sobre os mecanismos fisiológicos e bioquímicos que contribuem à tolerância ainda são incipientes (MANSOUR et al., 2003).

2.3.2. Tolerância à salinidade

Existem duas maneiras de minimizar os problemas ocasionados pela salinidade de solo às plantas: a) realizar uma seleção criteriosa das culturas ou cultivares que são tolerantes ao solo salino e b) adotar práticas de manejo de solo adequadas para reduzir ao máximo a salinidade, de forma a proteger as plantas e melhorar o solo para atender à tolerância das plantas (AMORIM, 2009).

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; MÜNNIS, 2002).

As plantas sujeitas ao estresse salino podem desenvolver resistência, já que, a capacidade destes organismos em tolerar sais é determinada pelas múltiplas vias bioquímicas que promovem a retenção e/ou a aquisição de água, resguardando as funções fotossintéticas e conservando a homeostase iônica (ESTEVES & SUZUKI, 2008).

Algumas plantas apresentam a redução de K^+ em função do incremento da salinidade, como forma de tolerância (WILLADINO & CAMARA, 2010). As condições climáticas como a temperatura e a umidade relativa do ar podem influenciar na tolerância das

plantas à salinidade, pois quanto menor o estresse causado pelo ambiente externo melhor é a adaptação da planta (KLAR, 1984).

A adequada nutrição mineral das plantas é um dos fatores mais importantes para evitar problemas com a salinidade do solo, em plantas, já que, uma planta bem nutrida pode adquirir resistência ao estresse (GHEYI et al., 2010).

Apesar de existirem diversos estudos sobre a tolerância de diversas culturas ao estresse salino, essas informações não são encontradas para culturas florestais. No entanto, vários estudos estão sendo feitos, nos últimos anos, de modo a conhecer estes valores.

2.4. Pesquisas desenvolvidas na área

A eucaliptocultura no Brasil apresenta importância econômica e devido a esse fato existe a necessidade de estudos que busquem soluções para problemas edafoclimáticos que prejudicam a produtividade e por conseqüência ocasionam danos financeiros. Desta forma, uma série de pesquisas tem sido desenvolvidas nos diversos setores que envolvem o mercado econômico florestal. Em relação à salinidade de solo e à restrição hídrica existem alguns pesquisadores que vêm buscando alternativas de manejo de modo a proporcionar conhecimento sobre a existência de resistência, tolerância e não tolerância de algumas espécies do gênero *Eucalyptus* à estes estresses. Alguns exemplos são: Mendonça et al.(2007) que testaram *Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. robusta*, chegando à conclusão que todos os materiais testados não foram afetados pela salinidade de solo até $8,33 \text{ dS.m}^{-1}$, demonstrando tolerância à esses níveis. Lopes et al. (2009) estudando o híbrido *E. grandis* vs. *E. urophylla*, verificaram que, acima de $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$, a espécie é afetada em suas características morfológicas, o mesmo foi verificado em Lopes et al. (2011) com um clone diferente, porém o mesmo híbrido, o *E. urograndis*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área experimental

As mudas foram produzidas no viveiro de eucalipto da empresa Eucatex, no município de Bofete - SP. O estudo proposto foi realizado na área experimental e no laboratório de recursos hídricos do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas - Unesp, Campus de Botucatu / SP.

3.1.1. Localização e dados climáticos

O local onde o experimento foi conduzido encontra-se a aproximadamente 786 metros de altitude e com as seguintes coordenadas geográficas: 22°51' latitude Sul e 48°26' longitude Oeste.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é definido como Cwa: clima temperado quente (mesotérmico) com chuvas no verão e seca no inverno, sendo a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. A precipitação média anual na região é de 1508,8 mm, nos meses de maior precipitação (outubro a março) a precipitação média é de 333,1 mm e nos de menor precipitação (abril a setembro) é de 11,1 mm. A temperatura média anual é de 21°C, sendo a média máxima de 24,3°C e a mínima de 17,1°C (CUNHA et al., 2006).

3.1.2. Casa de vegetação

A casa de vegetação é orientada no sentido longitudinal sudoeste, no formato de arco, possui 7,0 m de largura, 27,5 m de comprimento, altura de 3,5 m central e 2 m lateral, a área útil total é de 192,5 m². É coberta por plástico transparente de polietileno de 0,075 mm de espessura e a lateral é revestida com tela clarite de 50% de sombreamento.



3.2. Época de condução do experimento

O experimento foi conduzido no período de 20 de abril a 07 de junho de 2011. Foram realizadas medições de altura e diâmetro da base caular a cada 25 dias (20 de abril, 15 de maio e 07 de junho de 2011). As demais características avaliadas nesta pesquisa, como massa seca total, área foliar, teor relativo de água nas folhas, condutância estomática e concentração interna de CO_2 , foram efetuadas no dia 07 de junho de 2011, ou seja, no final do experimento, por serem medições destrutivas. O experimento iniciou sete dias após o transplântio das mudas que ocorreu no dia 31 de maio de 2011.

3.3. Espécie utilizada

Foram utilizadas mudas de *Eucalyptus platyphylla*. Estas mudas foram produzidas em viveiro de eucalipto, no município de Bofete - SP, em tubetes de 50 cm³, preenchidos com substrato comercial, constituído a base de vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco.

As mudas saíram do viveiro com idade de 85 dias apresentando as seguintes médias de altura e diâmetro da base caular:

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
T1	35,20	9,03
T2	34,70	8,24
T3	34,80	8,89
T4	30,90	8,93
T5	31,00	8,01

3.4. Recipientes

Foram utilizados vasos plásticos, de cor preta, com capacidade de 14 litros. Estes vasos foram pintados de branco para diminuir a incidência solar e o calor excessivo nas plantas.

3.5. Dados climáticos

Foram coletados, diariamente, dados referentes à temperatura (máxima e mínima), umidade relativa do ar (máxima e mínima) e evapotranspiração diária, com auxílio de termômetros de máxima e mínima e tanque classe “A” (Apêndice).



Termômetros de T°C máxima e mínima e bulbo seco e úmido.



Tanque classe “A”

3.6. Solo

O solo utilizado nesta pesquisa foi retirado da área experimental do Departamento de Engenharia Rural, Setor da Patrulha, da Faculdade de Ciências Agronômicas / UNESP – Botucatu, na profundidade de 0 a 0,20 metros. As análises química (Tabelas 1 e 2) e física (Tabela 3) do solo foram determinadas pelo Laboratório de Análises do Departamento de Recursos Naturais, Setor de Ciência do Solo, da FCA/UNESP – Botucatu, segundo metodologia descrita em Raij et al. (2001).

Tabela 1. Análise química de macronutrientes do solo, na profundidade de 0 a 0,20 metros.

pH	M.O	P_{resina}	Al³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
(CaCl₂)	(g/dm³)	(mg/dm³)	(mmol_c/dm³)						(%)	(mg/dm³)	
4,1	22	3	12	70	0,4	2	1	3	73	4	10

Tabela 2. Análise química de micronutrientes do solo, na profundidade de 0 a 0,20 metros.

Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
(mg/dm³)				
0,25	1,1	61	0,4	0,1

Tabela 3. Análise física do solo, na profundidade de 0 a 0,20 metros.

Areia	Argila	Silte	Densidade	Textura do solo
(g/Kg)		(g/cm³)		
629	293	78	1,200	média

A correção da acidez do solo, assim como a adubação foram feitas na concentração de 2 g.L⁻¹ de calcário e Fosmag®, sucessivamente, segundo recomendações do viveiro de mudas florestais do Departamento de Recursos Naturais, Setor de Ciências Florestais, da Faculdade de Ciências Agronômicas / UNESP, Botucatu.

Antes do preenchimento dos vasos com o solo, procedeu-se com a peneiração deste em malha de 5 mm. Foi então, seco ao ar para que pudesse ser feita a calagem. Para a correção da acidez do solo, utilizou-se de calcário dolomítico, na concentração citada anteriormente. Após 15 dias, com o solo já corrigido, foi realizada a

adubação de base com o Fosmag®, permanecendo mais 10 dias até o enchimento dos vasos e plantio das mudas.

3.6.1. Relações hídricas do solo

A Tabela 4 mostra a curva característica da água do solo. Com base nesta curva foi possível determinar a quantidade de água a ser aplicada em cada lâmina de irrigação e, desta forma, diariamente, pesavam-se os vasos para reposição da água e manutenção dos tratamentos. O solo inicialmente foi seco até 4% de umidade, para então se iniciar o manejo hídrico, de modo a manter os seguintes potenciais mínimos de água no solo: – 1,5 e – 0,01 MPa. Para cálculo da quantidade de água necessária a repor nos tratamentos por meio da pesagem dos vasos, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$a\% = \frac{Pu - Ps}{Ps} .100$$

Tabela 4. Curva característica de retenção de água do solo.

Potencial de água no solo (MPa)	-0,001	-0,003	-0,006	-0,01	-0,03	-0,1	-1,5
Teor de umidade (%)	0,47	0,37	0,35	0,27	0,25	0,22	0,21

3.7. Solução salina

A definição dos níveis de salinidade teve por base o valor de 4 dS.m^{-1} de condutividade elétrica, que é indicado para que não ocorra redução de produtividade na fase inicial pós-plantio da espécie (SHANNON, 1994) e a dosagem foi baseada nos dados fornecidos por Mendonça et al., 2007 (Tabela 5).

Tabela 5. Volume de NaCl, na concentração de 2 Molar, necessário para promover os diferentes níveis de salinidade, definidos pela condutividade elétrica (CE).

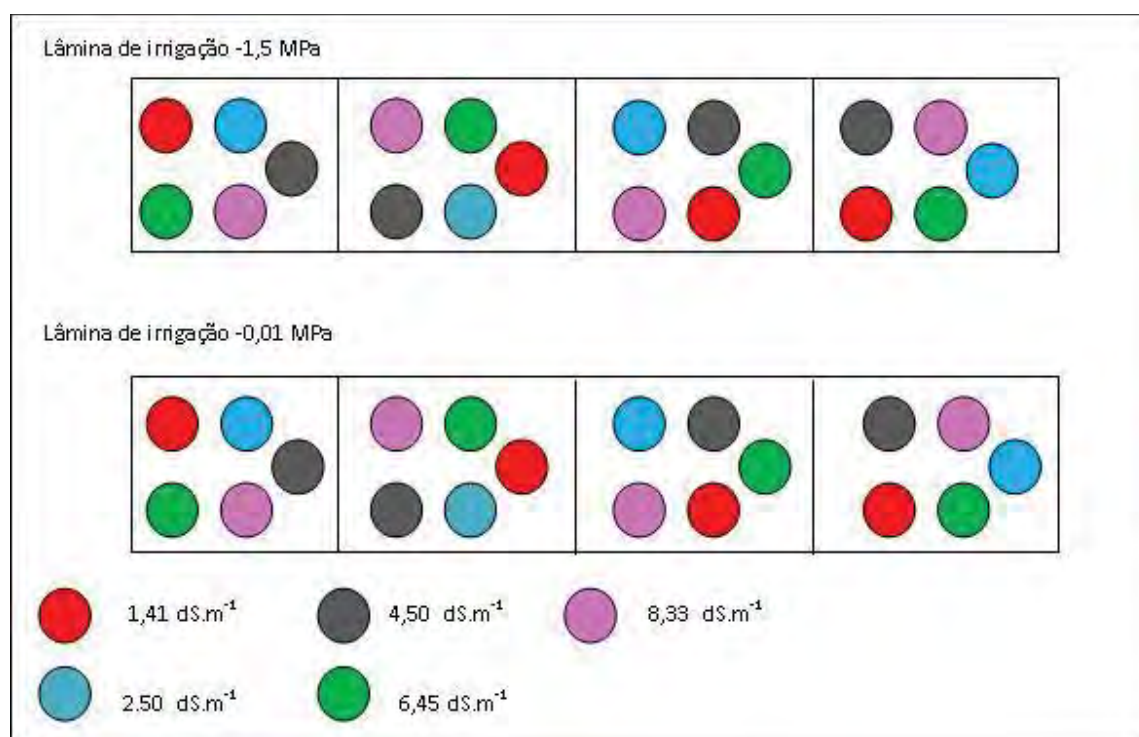
Grau de Salinidade (CE = dS.m^{-1})	ml de NaCl (2M) por L de solução
1,41	0
2,50	5
4,50	15
6,45	25
8,33	35

3.8. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 10 tratamentos, sendo cinco doses de salinidade (NaCl), medidas através da CE: 1,41; 2,50; 4,50; 6,45 e 8,33 dS.m^{-1} e dois níveis de água de irrigação (-1,5 e -0,01 kPa de potenciais mínimos de água do

solo), em esquema fatorial 5 X 2 com quatro repetições, perfazendo um total de 40 vasos (Figura 1).

Figura 1. Esquema do experimento em blocos ao acaso, com cinco níveis de salinidade, duas lâminas de irrigação e quatro repetições.



3.9. Avaliações

3.9.1. Morfológicas

As medições referentes à morfologia das plantas foram as seguintes: altura, diâmetro da base caulinar, massa de matéria seca total, massa de matéria verde e seca da parte aérea, massa de matéria verde e seca das raízes e área foliar.

As medições referentes à altura e ao diâmetro basal das mudas foram feitas a cada 25 dias com o objetivo de obter o incremento dessas características no período.

Ao final do experimento, as mudas foram subdivididas em: parte aérea e raiz. A parte referente ao sistema radicular foi lavada com água, de modo a eliminar resquícios de solo e a parte aérea foi separada em folhas e caules. Para obtenção da massa seca da parte aérea e da raiz, houve secagem em estufa a 60 – 70°C até obter peso constante.

Por meio do peso das raízes e do volume de cada vaso foi possível determinar a densidade das raízes para cada tratamento.

A área foliar foi medida com o aparelho medidor de área foliar de bancada da marca LI-COR, modelo LI 3100.

3.9.2. Fisiológicas

As avaliações de caráter fisiológico foram o teor relativo de água na folha (TRA), a condutância estomática (C) e a concentração interna de CO₂ na folha (Ci).

Todas estas avaliações foram realizadas ao final do experimento. O TRA foi determinado, segundo Klar (1988) e foi medido às 11 e às 14 horas. As demais medições foram obtidas através do aparelho IRGA (Infra Red Gas Analysers) da marca Li-COR, modelo LI 6400 e foram iniciadas às 11 horas.

3.10. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), análise de regressão e ao teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características morfológicas

4.1.1. Altura das plantas

A altura da parte aérea é considerada como um dos principais parâmetros utilizados na classificação e seleção de mudas, principalmente por ser de fácil medição. Gomes et al. (2002) trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis* reportaram que a altura, medida de forma isolada, pode ser utilizada para estimar a qualidade morfológica das plantas.

Os dados referentes ao incremento médio da altura das plantas podem ser observados nas Figuras 2 e 3. É possível verificar com as medições realizadas ao longo do período de condução do trabalho, que todas as plantas dos diferentes tratamentos de salinidade apresentaram comportamento de crescimento semelhante, tanto nos tratamentos submetidos à lâmina de irrigação de -1,5 MPa (L1), quanto nos que receberam a lâmina de irrigação de -0,01 MPa (L2), de potenciais mínimos de água no solo.

Com base nos dados apresentados na Tabela 6 pode-se verificar que, nos tratamentos da L1, o tratamento com $8,33 \text{ dS.m}^{-1}$ (T5) de salinidade de solo, diferiu significativamente dos tratamentos T1, T2 e T3, apresentando menor crescimento em altura, o que pode ter sido causado pela maior concentração de sais no solo.

Entre os tratamentos de L2, não houve diferença para o quesito altura, no entanto, em relação aos níveis de água, os tratamentos de L2, de forma generalizada, cresceram mais quando comparados aos de L1, porém houve diferença estatística apenas entre o tratamento T5 de L1 quando comparados aos de L2, o que é resultado da maior disponibilidade de água oferecida a estes tratamentos (Tabela 7).

Lopes & Klar (2009), avaliando mudas de *Eucalyptus urograndis* submetidas ao estresse salino, verificaram que, após 60 dias do plantio, é possível notar diferença nas características morfológicas das plantas e, ainda que a diferença seja notada, em plantas com salinidade de solo superior a $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$.

Mendonça et al. (2007) verificaram em testes experimentais que o nível crescente de salinidade não afetou o parâmetro, altura das plantas, das diferentes espécies de eucalipto testadas.

A salinidade de solo, em níveis não tolerados pelas culturas, afeta o crescimento das plantas, inclusive em altura e massa seca devido ao estresse osmótico, a toxicidade por excesso de íons, principalmente Na e Cl 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).

Figura 2. Incremento médio da altura de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo e à lâmina de irrigação de -1,5 MPa de potencial de água no solo.

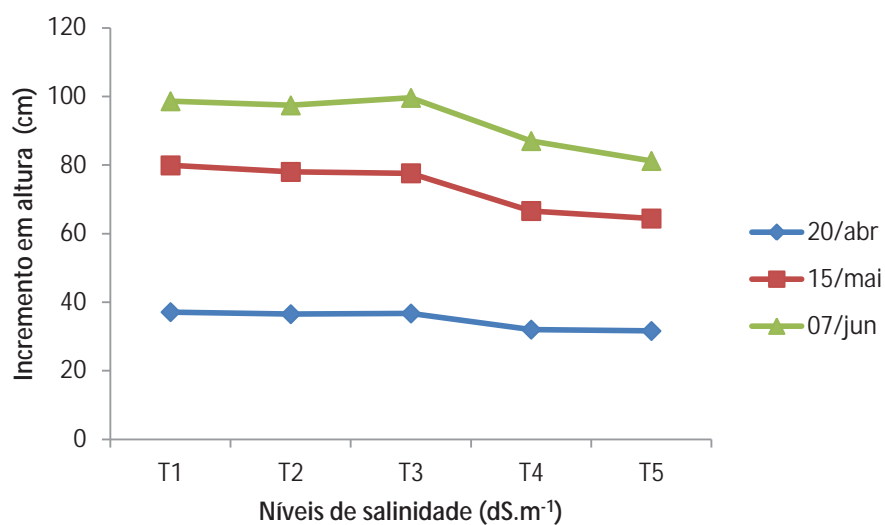


Figura 3. Incremento médio da altura de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo e à lâmina de irrigação de -0,01 MPa de potencial de água no solo.

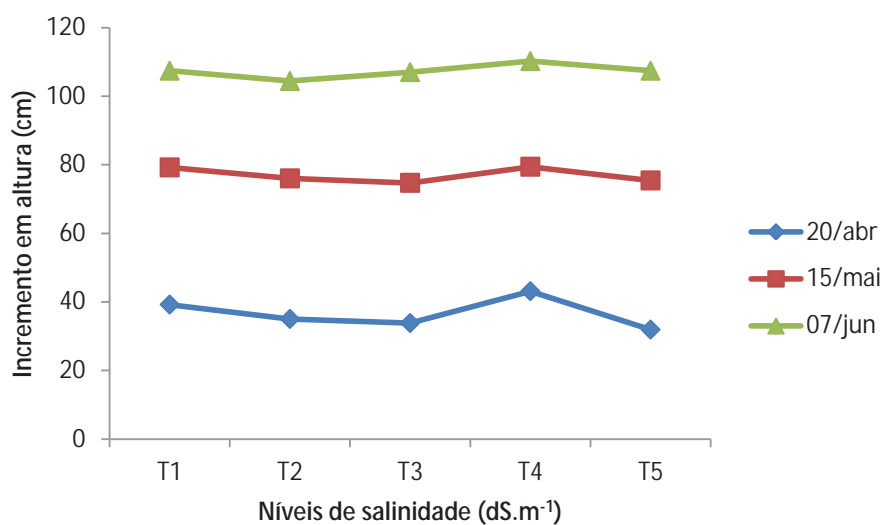


Tabela 6. Análise estatística dos valores médios de altura (h) de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo.

Níveis de salinidade (dS.m ⁻¹)	Potenciais hídricos (MPa)	
	- 1,5	- 0,01
1,41	98,60 a	107,40 a
2,50	97,40 a	104,00 a
4,50	99,60 a	107,00 a
6,45	87,00 ab	110,20 a
8,33	81,20 b	107,40 a
P_r > F_c :	n.s	n.s
CV (%):	8,83	9,68

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 7. Análise estatística dos valores médios da altura (h), de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a duas lâminas de irrigação, - 1,5 (L1) e -0,01 (L2) MPa, de potenciais de água no solo.

Níveis de salinidade (dS.m ⁻¹)	Potenciais hídricos (MPa)	
	- 1,5	- 0,01
1,41	98,60 abc	107,40 c
2,50	97,40 abc	104,40 bc
4,50	99,60 abc	107,00 c
6,45	87,00 ab	110,40 c
8,33	81,20 a	107,40 c
P_r > F_c :	**	
CV (%):	9,35	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.1.2. Diâmetro da base caulinar

Muitos pesquisadores consideram o diâmetro do colo das mudas como um importante parâmetro para estimar a sobrevivência de mudas de espécies florestais no campo (GOMES & PAIVA, 2004). Além disso, o diâmetro basal associado à altura das plantas é uma das melhores características morfológicas capazes de predizer a qualidade das mudas (GOMES et al.,2002).

Segundo Silva (1998), as pesquisas com *E. grandis* revelam que ocorrem diferenças significativas nos diâmetros caulinares de mudas que recebem diferentes manejos hídricos.

Em relação ao efeito da salinidade de solo sobre o diâmetro do colo das mudas, em estudo com meloeiro, Dias et al. (2006) notaram que o crescimento deste parâmetro foi mais prejudicado do que a altura, pois com o aumento da condutividade elétrica do solo, o desenvolvimento em altura foi estimulado, enquanto que o diâmetro decresceu linearmente.

Com base nas Figuras 4 e 5, é possível inferir que, em L1, as medições 1 e 2 tiveram uma tendência semelhante de crescimento da base caulinar das plantas. No entanto, o tratamento T5 apresentou diminuição na velocidade de seu crescimento em diâmetro do colo, o que tem relação direta com o menor desenvolvimento em altura. As medições feitas nos tratamentos de L2 demonstram que plantas submetidas ao tratamento de $1,41 \text{ dS.m}^{-1}$ (T1) foram as que cresceram mais ao longo do tempo.

Em relação aos níveis de salinidade do solo, os tratamentos de L1, no parâmetro diâmetro do colo da muda, não apresentaram diferença significativa entre os mesmos. Tanto na Figura 5 como na Tabela 8, é possível notar que, em L2, o tratamento com $1,41 \text{ dS.m}^{-1}$ (T1) foi significativamente maior que T2 e T3. Considerando o regime hídrico imposto percebe-se que, T5 de L1 é diferente de T1 de L2, isso pode ser explicado pelo fato de T5 de L1 receber menos água do que os tratamentos de L2 e, além disso sofrer com a maior salinidade de solo (Tabela 9).

Trabalhando 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 $2,5 \text{ dS.m}^{-1}$ de condutividade elétrica, pois sob condições de maior estresse osmótico o crescimento diminuiu.

Figura 4. Incremento médio do diâmetro basal de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo e à lâmina de irrigação de -1,5 MPa de potencial de água no solo.

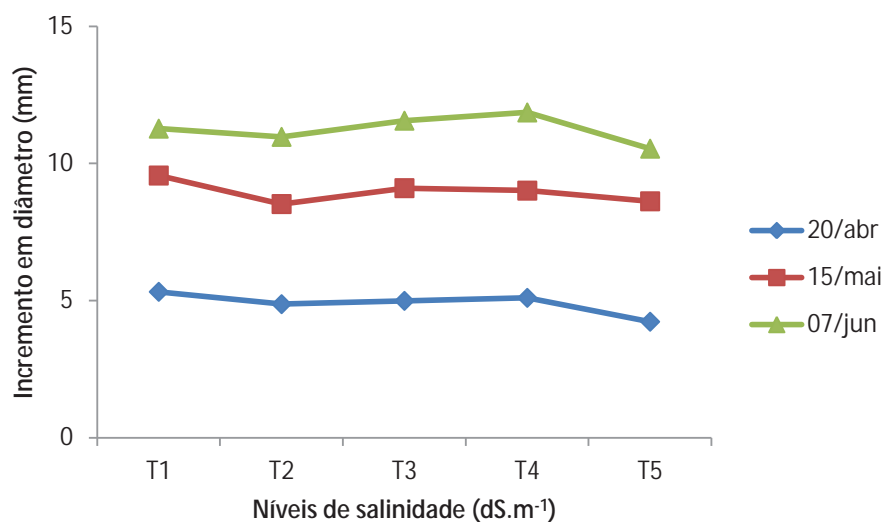


Figura 5. Incremento médio do diâmetro basal de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo e à lâmina de irrigação de -0,01 MPa de potencial de água no solo.

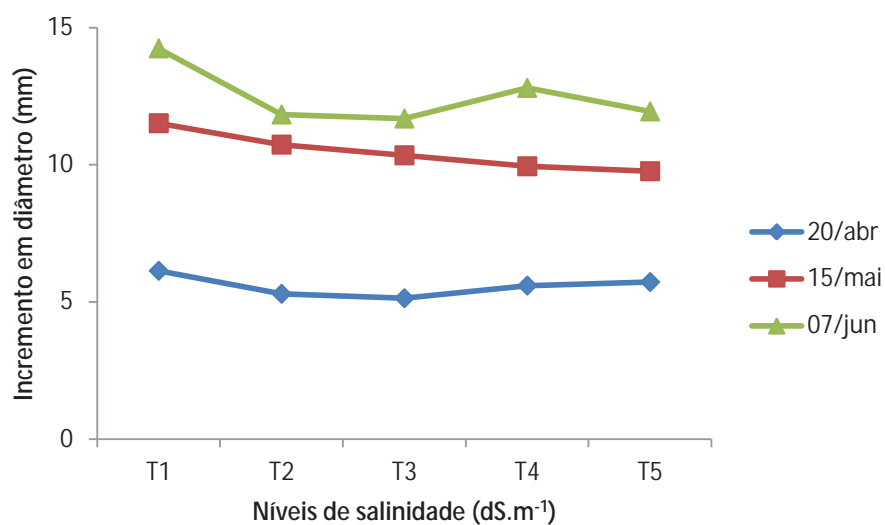


Tabela 8. Análise estatística dos valores médios do diâmetro basal (\emptyset), de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo.

Níveis de salinidade (dS.m ⁻¹)	Potenciais hídricos (MPa)	
	- 1,5	- 0,01
1,41	11,20 a	14,20 a
2,50	10,80 a	11,80 b
4,50	11,40 a	11,60 b
6,45	12,00 a	12,80 ab
8,33	10,40 a	12,00 ab
P_r > F_c :	n.s	n.s
CV (%):	2,044	3,824

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 9. Análise estatística dos valores médios do diâmetro basal (\emptyset), de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a duas lâminas de irrigação, - 1,5 (L1) e -0,01 (L2) MPa, de potenciais de água no solo.

Níveis de salinidade (dS.m ⁻¹)	Potenciais hídricos (MPa)	
	- 1,5	- 0,01
1,41	11,20 ab	14,20 c
2,50	10,80 ab	11,80 ab
4,50	11,40 ab	11,60 ab
6,45	12,00 abc	12,80 bc
8,33	10,40 a	12,00 abc
P_r > F_c :	**	
CV (%):	9,23	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

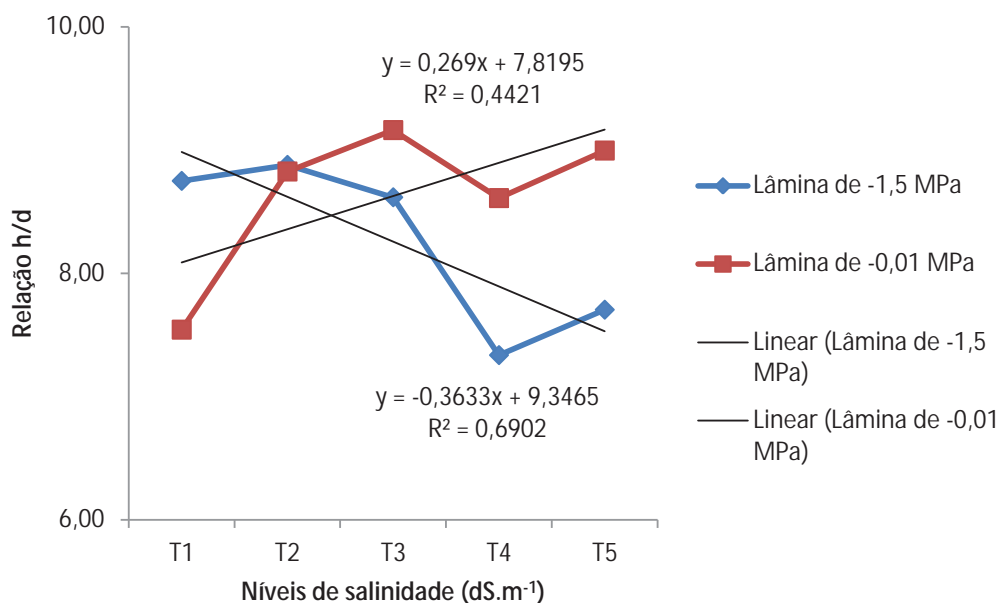
4.1.3. Relação entre altura e diâmetro

Carneiro (1995) acredita que a conjunção das medidas de altura da parte aérea e diâmetro do colo, deve ser levada em consideração para a classificação da qualidade das mudas, em razão da facilidade operacional destas medições. Salienta ainda, que as avaliações da qualidade das mudas empregando este parâmetro podem ser feitas durante o período de produção, visando acompanhar o desenvolvimento das mesmas e, desta forma estimar o crescimento após o plantio.

Gomes & Paiva (2004) acreditam que, quanto menor for o valor deste índice, maior será a capacidade das mudas em sobreviver e se estabelecer no campo. Para que uma planta apresente um desenvolvimento satisfatório no campo, com alto índice de sobrevivência e sem problemas de quebra de ponteiro é necessário que possua um crescimento em altura proporcional ao diâmetro basal (LOPES, 2004).

A Figura 6 representa a relação entre altura e diâmetro do colo das mudas (h/d). Para as duas lâminas de irrigação a que os tratamentos foram submetidos (L1 e L2) não ocorreu comportamento semelhante entre as proporções de h e d a partir do nível de salinidade de $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$. Em L1 a relação teve comportamento decrescente a partir do T3 e, em L2 houve aumento da relação a partir do nível $2,5 \text{ dS.m}^{-1}$. Desta forma em relação à condutividade elétrica, pode-se dizer que, em L1, quanto maior a salinidade do solo, menor foi a relação h:d, apesar do tratamento T5 não ter acompanhado essa tendência, devido ao menor desenvolvimento em altura e diâmetro, como já citado anteriormente. Para L2, o estresse salino acarretou em aumento da relação h:d, com ligeira queda no tratamento T4. Desta forma, os tratamentos de L1 provavelmente, terão melhor sobrevivência e estabelecimento no campo, quando comparados aos de L2, pois não foram submetidos a estresse hídrico.

Figura 6. Relação entre altura e diâmetro (h/d), para tratamentos submetidos a cinco níveis de salinidade e a duas lâminas de irrigação.



4.1.4. Massa de matéria verde e seca da parte aérea

Segundo Gomes e Paiva (2004) o peso de matéria seca da parte aérea indica a rusticidade, o que está relacionada a sobrevivência e desempenho inicial das mudas no campo.

Távora et al. (2001) observaram redução da massa de matéria seca da parte aérea em goiabeira, com o aumento da salinidade da solução de cultivo.

Nesta pesquisa, com *E. platyphylla*, não houve queda de produtividade em massa de matéria seca para as condutividades elétricas (Tabela 10), contudo os diferentes regimes hídricos indicaram que, T5 de L1 diferiu de T1, T2 e T3 de L2 para a massa de

matéria verde, enquanto que, T5 de L1 diferiu de T1 e T5 de L2 para o quesito massa de matéria seca . Desta forma, ao observar os dados de L1 e L2, pode-se perceber que L1 produziu menos massa de matéria verde e seca aérea do que L2, provavelmente devido à quantidade de água disponível, que neste parâmetro agiu como fator limitante ao crescimento.

Tabela 10. Análise estatística dos valores médios de massa de matéria verde (Mv) e seca (Ms), em gramas (g), da parte aérea, de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo.

Níveis de salinidade (dS.m ⁻¹)	Potenciais hídricos (MPa)			
	- 1,5		- 0,01	
	M.v	M.s	M.v	M.s
1,41	187,00 a	168,00 a	238,00 a	221,00 a
2,50	180,00 a	160,00 a	225,00 a	209,00 a
4,50	185,00 a	165,00 a	209,00 a	190,00 a
6,45	191,00 a	172,00 a	229,00 a	209,00 a
8,33	168,00 a	152,00 a	230,00 a	214,00 a
P_r > F_c :	n.s	n.s	n.s	n.s
CV (%):	12,68	14,41	14,38	15,73

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 11. Análise estatística dos valores médios de massa de matéria verde (Mv) e seca (Ms), em gramas (g), da parte aérea, de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a duas lâminas de irrigação, - 1,5 (L1) e -0,01 (L2) MPa, de potenciais de água no solo.

Níveis de salinidade (dS.m ⁻¹)	Potenciais hídricos (MPa)			
	- 1,5	- 0,01	- 1,5	- 0,01
	M.v	M.v	M.s	M.s
1,41	187,00 ab	238,00 b	168,00 abc	221,00 c
2,50	180,00 ab	225,00 ab	160,00 ab	209,00 abc
4,50	185,00 ab	209,00 ab	165,00 abc	190,00 abc
6,45	191,00 ab	229,00 b	172,00 abc	209,00 abc
8,33	168,00 a	230,00 b	152,00 a	214,00 bc
P_r > F_c :		**		**
CV (%):		13,82		15,35

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.1.5. Massa de matéria verde e seca das raízes

O peso de matéria fresca e seca das raízes é um parâmetro fundamental para a determinação da qualidade de mudas de espécies florestais (CARNEIRO, 1995).

Mendonça et al. (2007) relatam que ocorre diminuição sobre a produção de raízes primárias em *E. tereticornis*, quando sujeito à estresse salino, enquanto que, não há alteração na produção de raízes finas (a partir da segunda ordem) desta mesma espécie. Lopes & Klar (2009) afirmam que para o *E. urograndis*, quanto menor a dosagem de NaCl no solo, maior a produção de massa de matéria seca da parte de raiz das plantas.

Os resultados obtidos para massa de matéria verde e seca da parte de raiz, das mudas de *E. platyphylla*, revelam que não houve nenhuma diferença estatística entre os tratamentos submetidos aos diferentes níveis de salinidade (Tabela 12), enquanto que para as lâminas de irrigação o mesmo ocorreu, sugerindo uma possível tolerância do material testado às condições de estresses impostas (Tabela 13). Porém, como já era de se esperar, devido à diferença nas lâminas de irrigação, os tratamentos de L1 apresentaram menor produção de massa seca total do que os de L2 (Figuras 9 e 10).

Tabela 12. Análise estatística dos valores médios de massa de matéria verde (Mv) e seca (Ms), em gramas (g), das raízes, de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo.

Níveis de salinidade (dS.m ⁻¹)	Potenciais hídricos (MPa)			
	- 1,5		- 0,01	
	M.v	M.s	M.v	M.s
1,41	220,00 a	69,00 a	250,00 a	63,00 a
2,50	200,00 a	53,00 a	235,00 a	59,00 a
4,50	192,00 a	42,00 a	222,00 a	57,00 a
6,45	231,00 a	57,00 a	202,00 a	48,00 a
8,33	197,00 a	46,00 a	235,00 a	67,00 a
P_r > F_c :	n.s	n.s	n.s	n.s
CV (%) :	20,55	26,91	22,54	36,06

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 13. Análise estatística dos valores médios de massa de matéria verde (Mv) e seca (Ms), em gramas (g), das raízes, de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a duas lâminas de irrigação, - 1,5 (L1) e - 0,01 (L2) MPa, de potenciais de água no solo.

Níveis de salinidade (dS.m ⁻¹)	Potenciais hídricos (MPa)			
	- 1,5	- 0,01	- 1,5	- 0,01
	M.v	M.v	M.s	M.s
1,41	220,00 a	250,00 a	69,00 a	63,00 a
2,50	200,00 a	235,00 a	53,00 a	59,00 a
4,50	192,00 a	222,00 a	42,00 a	57,00 a
6,45	231,00 a	202,00 a	57,00 a	48,00 a
8,33	197,00 a	235,00 a	46,00 a	67,00 a
P_r > F_c :	n.s		n.s	
CV (%) :	21,69		32,28	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figura 9. Produção total de massa verde dos tratamentos submetidos a cinco níveis de salinidade de solo e duas lâminas de irrigação.

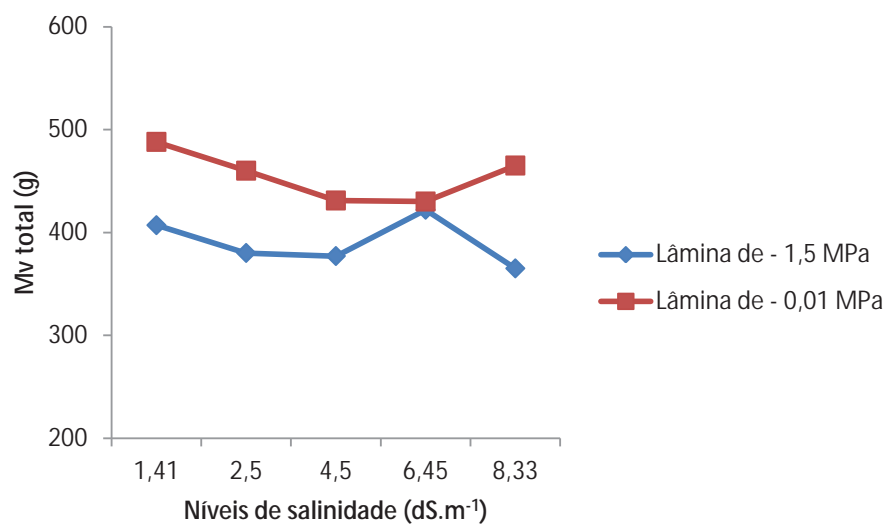
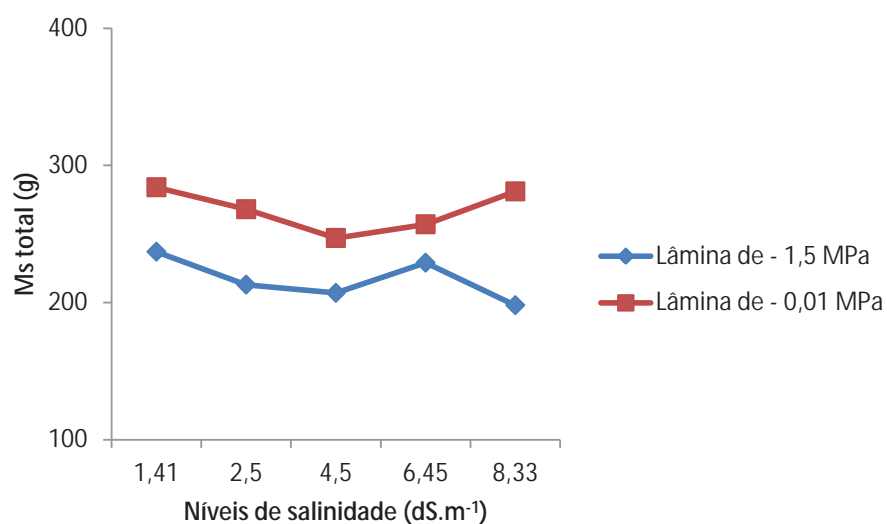


Figura 10. Produção total de massa seca dos tratamentos submetidos a cinco níveis de salinidade de solo e duas lâminas de irrigação.



4.1.6. Área foliar

O estresse salino pode afetar o crescimento celular e, principalmente, a expansão das folhas, tanto através da redução na pressão de turgescência, como na extensibilidade da parede celular (PRISCO, 1980).

Távora et al. (2001), em estudo com goiabeira, também observaram que quanto maior a condutividade elétrica, a área foliar é mais afetada.

Neste estudo, não houve influência na produção de área foliar nem da salinidade de solo testada e nem das lâminas de água empregadas (Tabelas 14 e 15), entretanto, comparando-se os dados com os obtidos por Lopes & Klar (2009), pode-se verificar que a salinidade influenciou na quantidade de folhas produzidas, já que era de se esperar para o período avaliado maior extensibilidade das folhas.

Tabela 14. Análise estatística para dados referentes à área foliar final (Af), em cm², de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a cinco níveis de salinidade de solo.

Níveis de salinidade (dS.m ⁻¹)	Potenciais hídricos (MPa)	
	- 1,5	- 0,01
1,41	6004,00 a	6585,00 a
2,50	4724,00 a	5907,00 a
4,50	5631,00 a	5582,00 a
6,45	5897,00 a	6183,00 a
8,33	4801,00 a	6045,00 a
P_r > F_c :	n.s	n.s
CV (%):	15,04	20,40

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 15. Análise estatística para dados referentes à área foliar final (Af), em cm², de mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas a duas lâminas de irrigação, - 1,5 (L1) e - 0,01 (L2) MPa, de potenciais de água no solo.

Níveis de salinidade (dS.m ⁻¹)	Potenciais hídricos (MPa)	
	- 1,5	- 0,01
1,41	6004,00 a	6585,00 a
2,50	4724,00 a	5907,00 a
4,50	5631,50 a	5582,50 a
6,45	5897,50 a	6183,50 a
8,33	4801,00 a	6045,50 a
P_r > F_c :	n.s	
CV (%) :	18,25	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.2. Características Fisiológicas

4.2.1. Teor relativo de água na folha

Lopes & Klar (2009), em estudo com níveis de salinidade em *E. urograndis*, afirmam que, quanto maior a concentração de NaCl no solo ao longo do tempo, menor é o teor relativo de água na folha (TRA), devido à redução na capacidade de absorção de água pelas plantas.

Uma sensível redução do TRA sob dosagens crescentes de NaCl deve-se ao ajustamento osmótico da planta em altos níveis de salinidade. É possível que o aumento desta variável também reflita o acúmulo de sais solúveis responsáveis pelo ajuste osmótico (NABIL & COUDRET, 1995).

Na Figura 11, pode-se observar que, os tratamentos de L2 tiveram maior TRA que os de L1, já que em L2 foram atingidos valores médios de 86,0% e em L1 esse valor correspondeu a 79,5%. Na Figura 12, onde a medição do TRA foi efetuada às 14 horas, é possível inferir que, L2 continuou apresentando maior TRA que L1, com média correspondente a 78,5%, no entanto, os valores do teor relativo de água na folha foram mais próximos ao longo do dia, ou seja, os tratamentos de L1 reagiram ao aumento da temperatura e a queda da umidade relativa do ar fechando os estômatos antes de L2 de forma a manter seu TRA em 77,0%.

Figura 11. Dados referentes ao teor relativo de água na folha (TRA) medido às 11 horas, para os tratamentos submetidos a cinco níveis de salinidade de solo e a duas lâminas de irrigação.

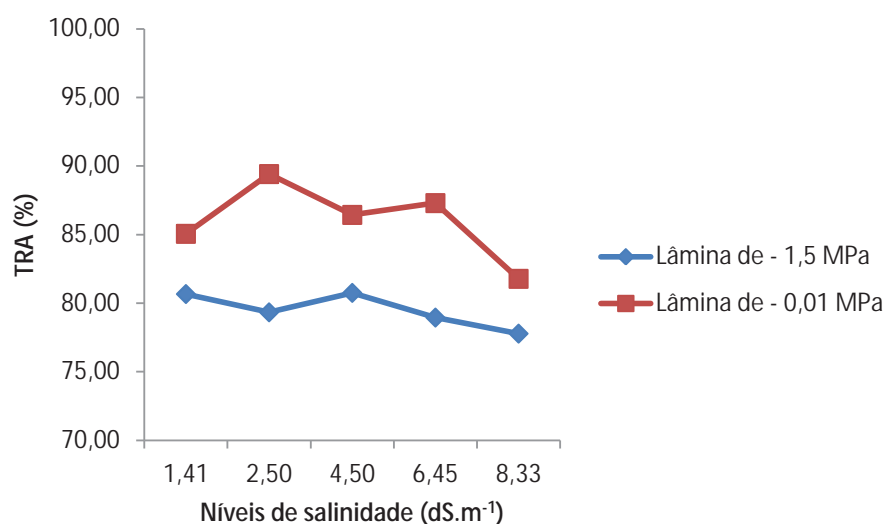
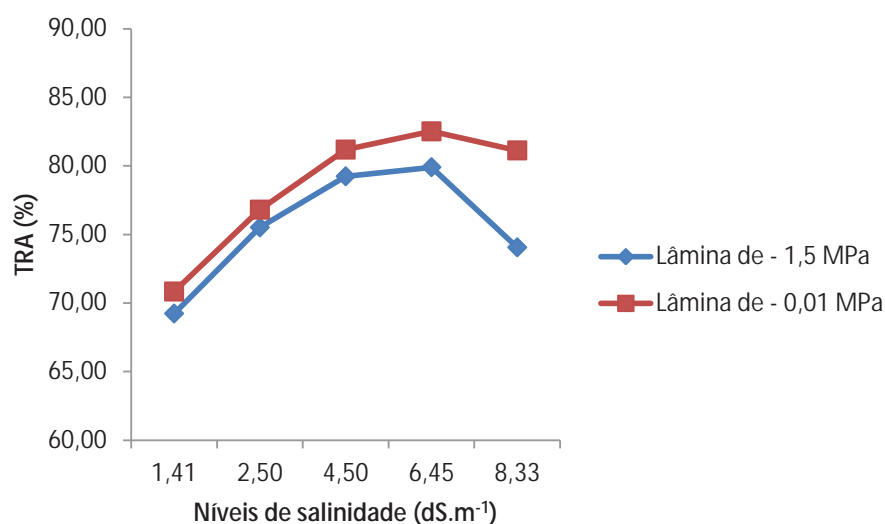


Figura 12. Dados referentes ao teor relativo de água na folha (TRA) medido às 14 horas, para os tratamentos submetidos a cinco níveis de salinidade de solo e a duas lâminas de irrigação.

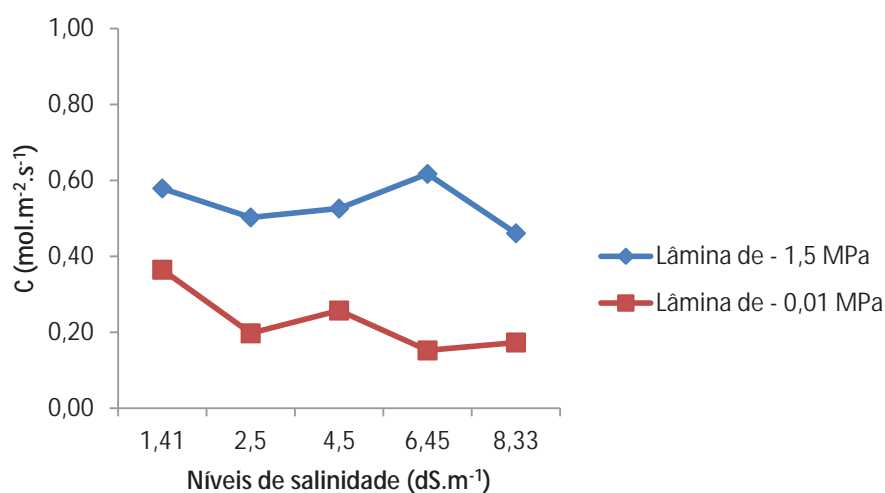


4.2.2. Condutância estomática

A condutância estomática é o parâmetro que indica o quanto os estômatos estavam abertos no momento da medição. O estresse hídrico é responsável pela diminuição da condutância estomática, devido ao menor potencial de água na folha (OLIVEIRA et al., 2002).

Na Figura 13 podemos observar que os tratamentos de L2 apresentaram menores valores de condutância estomática do que os tratamentos de L1. Em plantas que recebem menos água na irrigação, geralmente, a condutância diminui de modo a evitar a perda de água excessiva, abrindo menos os estômatos e tentando manter constante o potencial hídrico na planta devido ao aumento da temperatura (SILVA et al., 2004). Desta forma, pode-se dizer que, os tratamentos de L1 apresentaram tolerância ao déficit hídrico simulado neste trabalho, uma vez que a condutância estomática não foi menor do que L2.

Figura 13. Condutância estomática (C) medida às 11 horas, para os tratamentos submetidos a cinco níveis de salinidade de solo e a duas lâminas de irrigação.



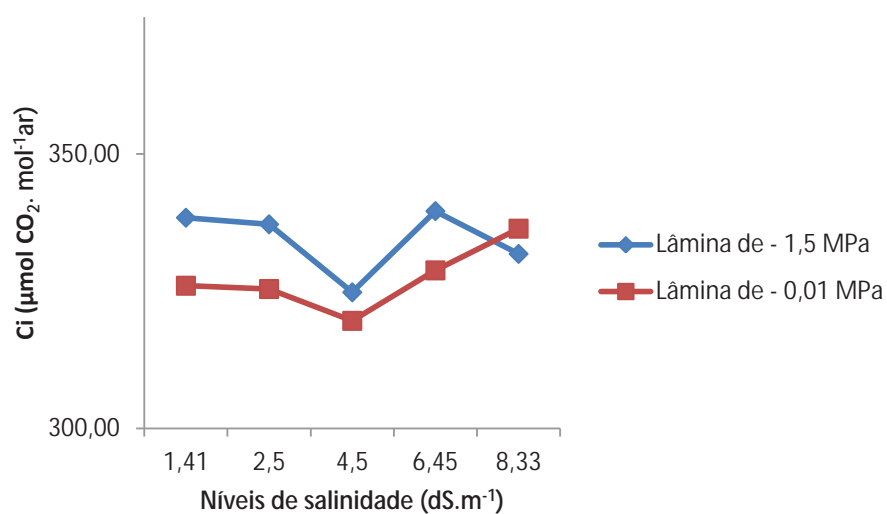
4.2.3. Concentração interna de CO₂ na folha

Cannel (1976) relata que, em condições de altas temperaturas foliares ocorre progressivo aumento da fotorrespiração e da concentração interna de CO₂, resultando no fechamento dos estômatos. Altos valores de concentração interna de CO₂ associado à baixa condutância estomática indicam um decréscimo na eficiência de carboxilação (FARQHAR & SHARKEY, 1982). Porém, Leidi (1993), utilizando plantas de algodão submetidas a estresse hídrico, não obteve uma relação linear entre a condutância estomática e a concentração interna de CO₂.

Em relação à concentração interna de CO₂ na folha das plantas avaliadas é possível dizer que, para L1 e L2 não houve diferença considerável, uma vez que, todos os

tratamentos apresentaram a mesma tendência, atingindo valores médios de 334,4 e 327,3 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}\text{ar}$, respectivamente para L1 e L2 (Figura 14).

Figura 14. Concentração interna de CO_2 na folha (C_i) medida às 11 horas, para os tratamentos submetidos a cinco níveis de salinidade de solo e a duas lâminas de irrigação.



5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e analisados foi possível chegar às seguintes conclusões:

- Os níveis de salinidade 1,41; 2,50; 4,50; 6,45 e 8,33 dS.m⁻¹ não influenciaram de forma significativa alguns dos parâmetros morfofisiológicos avaliados em mudas de *E. platyphylla*, tais como: massa de matéria verde e seca da parte aérea e de raiz, área foliar, condutância estomática e concentração interna de CO₂.

- Em relação aos regimes hídricos avaliados, os seguintes parâmetros foram afetados: altura, diâmetro da base caulinar, massa de matéria verde e seca da parte

aérea, teor relativo de água nas folhas, condutância estomática e concentração interna de CO₂.

- Para os parâmetros fisiológicos, o regime hídrico, provavelmente induziu a resistência à seca nas plantas que tiveram menor disponibilidade de água. Desta forma é possível inferir que o *E. platyphylla* é tolerante às condições de déficit hídrico.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. Embrapa. Cruz das Almas-BA. Embrapa: Mandioca e Fruticultura. 2010. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/livro_qualidade_agua.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2012.

AMORIM, J. R. A. Melhoramento genético e tolerância de plantas à salinidade. Agrosoft Brasil, 2009. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/212560.htm>>. Acesso em: 21 dez. 2011.

ANGELI, A. Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus*: identificação de espécies florestais. IPEF, 2005. Disponível em:

<<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>>. Acesso em: 08 out. 2011.

ANGELOCCI, L. R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera:** introdução ao tratamento biofísico. Piracicaba: ESALQ/USP, 2002. 272 p.

ABRAF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário Estatístico da ABRAF 2011 ano base 2010. **ABRAF**. Brasília: 2011, 130 p.

BLACK, C. A. **Relaciones suelo-planta**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1975. v. 1, 866 p.

BRUNINI, O.; CARDOSO M. Efeito do déficit hídrico no solo sobre o comportamento estomático e potencial da água em mudas de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 3, n. 7, 1998.

CANNEL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee beanyield: a review. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 41, p. 245-253, 1976.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARNEIRO, P. T. Germination and initial growth of precocious dwarf cashew genotypes under saline conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 199-206, 2002.

COOL, J. B. et al. Relaciones hídricas y nutrición. In: _____. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Madrid: Ediciones Pirámide, 1992. p. 59-167.

CRUZ, J. L. et al. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 275-284, abr./jun. 2006.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D.; RICARTE, R. M. Atualização da classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBMET, 2006. p. 7.

DIAS, N. S. et al. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido. I. Efeitos sobre o crescimento do meloeiro. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 208-218, abr-jun. 2006.

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

FARQUHAR, G. D.; SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review Plant Physiology**, Boca Raton, v. 33, p. 317-345, 1982.

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

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

GARG, V. K. Interaction of tree crop with sodic soil environment: Potential for rehabilitation of degraded environments. **Land Degradation & Development**, Malden, v. 9, n. 1, p. 81-93, 1998.

GARG, V. K. Leguminous trees for rehabilitation of sodic wasteland in northern India. **Restoration Ecology**, Roboken, v. 7, n. 3, p. 281-287, 1999.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. 472 p.

GOMES, L. O. **Resposta da cultura do agrião à salinidade utilizando um sistema hidropônico do tipo NFT**. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

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

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.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984. 408 p.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 408 p.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plant and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. p. 16-41.

KUDREV, T. G. **Água: vida das plantas**. São Paulo: Ícone, 1994. 178 p.

LEIDI, E. O. et al. Searching for tolerance to water stress in cotton genotypes: photosynthesis, stomatal conductance and transpiration. **Photosynthetica**, Olomouc, v. 28, p. 383-390, 1993.

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.

LOPES, J. L. W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* (W.Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

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. C.; LIMA, K. B; KLAR, A. E. Efeito da salinidade de solo e de diferentes níveis de água sobre aspectos morfométricos de *Eucalyptus urograndis*. In: CONGRESSO IBÉRICO DE AGRO-ENGENHARIA, 6., 2011, Évora. **Anais...** Évora: AGENG, 2011. 6 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.

MARCAR, N.E. Genetic variation among and within provenances and families of *E. grandis* W.Hill and *E. globulus* Labil, subsp. *globulus* seedlings in response to salinity and waterlogging. **Forest Ecology and Management**, New York, v. 162, n. 2-3, p. 231-249, 2002.

MARCAR, N. E. Waterlogging modifies growth, water use and ion concentration in seedlings of salt treated *Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. robusta* and *E. globules*.

Australian Journal of Plant Physiology, Melbourne, v. 20, p. 1-13, 1993.

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

MELO, R. F.; SOARES, T. M. **A importância do conhecimento do potencial da água no sistema solo-planta-atmosfera**. Piracicaba: ESALQ, 2004. 44 p.

MENDONÇA, A. V. R. et al. Características biométricas de mudas de *Eucalyptus sp.* sob estresse salino. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 365-372, mai./jun. 2007.

MISHRA, A.; SHARMA, S. D.; KHAN, G. H. Improvement in physical and chemical properties of *Eucalyptus tereticornis*: Biorejuvenation of sodic soil. **Forest Ecology and management**, New York, v. 184, n. 1-3, p. 115-124, 2003.

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

NABIL, M.; COUDRET, A. Effects of sodium chloride on growth tissue elasticity and solute adjustment in two *Acacia nilotica* subspecies. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 93, p. 217-224, 1995.

OLIVEIRA, M. A. J. et al. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, jan-mar. p. 59-63, 2002.

PEREIRA, M. R. R. et al. Análise de crescimento em clones de eucalipto submetidos a estresse hídrico. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 98-110, jan-mar. 2010.

PRISCO, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do “stress” salino. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 3, p. 85-94, 1980.

RAIJ, B van et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.

RICHARDS, L. A. Improving crop production on salt affected soils: by breeding or management? **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 31, p. 395-408, 1995.

RODRIGUES, S. B. S. et al. Necessidades hídricas de mudas de eucalipto na região centro-oeste de Minas Gerais. **Irriga**, Botucatu, v.16, n. 2, p. 212-223, abr-jun. 2011.

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.

SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M.; FRANÇOIS, L. E. Whole plant response to salinity. In: WILKIMAN, R. E. (Ed.). **Plant environment Interactions**. New York: Marcel Dekker, 1994. p. 199-244.

SILVA, E. C. et al. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 59, n. 2, p. 201-205, 2004.

SILVA, M. R. **Caracterizações morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* W (Hill ex Maiden) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação**. 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Universidade Federal de Paraná, Curitiba, 1998.

SINGH, G.; SINGH, T.; BHOJVAID, P. P. Amelioration of sodic soils by tree for wheat and oat production. **Land Degradation & Development**, Malden, v. 9, n. 5, p. 453-462, 1998.

SGAP. SOCIETY FOR GROWING AUSTRALIAN PLANTS. The society for growing australian plants. *Eucalyptus platyphylla*, SGAP, 2009. **Disponível em:** <<http://www.sgaptownsville.org.au/Eucalyptus-platyphylla.html>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

SU, N. et al. Simulation water and salt movement in tile drained fields irrigated with saline water under a Serial Biological Concentration Management Scenario. **Agricultural Water Management**, Elsevier, v. 78, n. 3, p. 165-180, 2005.

SUN, D.; DICKINSON, G. R. Salinity effects on to growth root distribution and transpiration of *Casuarina cunninghamiana* and *Eucalyptus camaldulensis* planted on saline site in tropical north Australia. **Forestry Ecology and Management**, New York, v. 77, n. 1-3, p. 127-138, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2. ed. Massachussets: Sinauer Associates, 1998. p. 61-80.

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.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p.181-186, jan-mar. 2002.

TOMAR, O. S. et al. Performance of 31 tree species and soil conditions in plantation established with saline irrigation. **Forestry Ecology and Management**, New York, v. 177, n. 1-3, p. 333-346, 2003.

TONINI, H.; SHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Curvas de índice de sítio para povoamentos clonais de *Eucalyptus saligna* Smith para a depressão central e Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 27-43, 2006.

TYERMAN, S. D.; SKERRETT, I. M. Root ion channels and salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 78, n. 1/4, p. 175-235, jan. 1995.

VALVERDE, S. R. Esclarecimentos sobre as plantações de eucalipto no Brasil. Texto técnico. 2009. Disponível em:
<http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_esclarecimentos_brasil._14660.pdf. 2009>.
Acesso em: 05 jan. 2012.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.

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.

APÊNDICE

APÊNDICE 1

TEMPERATURAS MÁXIMA E MÍNIMA

Dia Medição	Abril		Maio		Junho	
	T°C _{máx}	T°C _{mín}	T°C _{máx}	T°C _{mín}	T°C _{máx}	T°C _{mín}
1			31,0	17,9	28,9	7,6
2			27,1	17,6	30,3	8,6
3			27,8	9,7	31,1	11,0
4			30,7	10,1	29,9	9,5
5			34,1	12,8	27,1	8,1
6			35,6	12,8	27,8	8,2
7			34,4	14,9	27,8	11,9
8			34,4	13,2		
9			33,6	14,1		
10			32,9	14,9		
11			34,7	16,1		
12			33,8	14,8		
13			32,4	16,2		
14			29,5	13,7		
15			30,4	12,0		
16			26,4	12,8		
17			26,2	10,9		
18			28,3	10,8		
19			29,0	10,8		
20	35,6	18,0	29,9	12,3		
21	36,5	16,4	30,1	13,0		
22	35,9	17,8	30,3	13,5		
23	36,9	15,8	30,7	8,8		
24	36,0	16,9	30,3	10,9		
25	26,6	17,4	32,1	11,9		
26	28,7	16,8	32,9	13,3		
27	28,2	14,8	31,2	15,8		
28	24,2	13,7	25,1	13,1		
29	30,4	14,2	25,2	8,8		
30	29,0	15,1	25,0	9,1		
31			29,8	10,2		

APÊNDICE 2

UMIDADE RELATIVA (%) E EVAPOTRANSPIRAÇÃO (mm)

Dia Medição	Abril			Maio			Junho		
	UR _{máx}	UR _{mín}	Evapot.	UR _{máx}	UR _{mín}	Evapot.	UR _{máx}	UR _{mín}	Evapot.
1				88	30	1,0	92	29	0,9
2				98	40	1,7	91	26	0,9
3				89	36	1,6	93	30	1,5
4				99	33	2,6	92	30	0,9
5				93	36	2,0	89	34	2,2
6				94	25	3,5	92	33	0,9
7				87	25	2,1	93	33	0,9
8				92	33	1,7			
9				94	35	3,5			
10				95	38	2,6			
11				94	34	1,7			
12				96	35	2,6			
13				91	36	1,7			
14				96	33	2,6			
15				93	34	1,6			
16				90	41	1,7			
17				90	40	2,6			
18				92	35	1,5			
19				95	31	1,3			
20	92	33	4,4	93	30	1,0			
21	93	28	0,9	91	31	2,0			
22	90	30	2,6	89	34	1,7			
23	92	25	2,6	94	28	2,6			
24	75	25	4,4	94	28	3,0			
25	88	52	0,9	96	24	1,0			
26	90	40	3,5	86	30	2,0			
27	85	41	1,7	89	30	2,2			
28	99	58	1,7	87	41	2,4			
29	96	37	0,3	87	30	2,8			
30	92	33	0,6	90	35	1,3			
31				93	34	0,9			