

EFEITOS DO ESTRESSE HÍDRICO NAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE PLÂNTULAS DE *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)

Renata Carneiro LOBO¹

Helio Fernando de Oliveira JÚNIOR²

¹ Graduada em Engenharia Florestal pela União Latino Americana de Tecnologia (ULT-Jaguariaíva)

² Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor do Botânica da União Latino Americana de Tecnologia (ULT - Jaguariaíva)

RESUMO: O *Eucalyptus grandis* é uma espécie nativa da Austrália, do Timor e da Indonésia, esta é umas das principais espécies de eucalipto cultivadas no país. Com a evolução da eucaliptocultura no Brasil, ficou clara a necessidade de desenvolvimento de plantas mais adaptadas a diferentes solos e condições climáticas agregando características e interesse social e econômico, com o aumento da produtividade e maior capacidade de adaptação e tolerância a condições de estresse. Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo estudar as influências do estresse hídrico nas características morfológicas de plântulas de *Eucalyptus grandis*. Foram usadas sementes de uma mesma origem para germinar em bandejas com areia sob condições de umedecimento de 25%, 50%, 75% e 100% da capacidade de retenção de água. Conclui-se que o excesso de água reduz a germinação e o crescimento das plântulas de *Eucalyptus grandis*. Com relação aos níveis de estresse avaliados, verificou-se pouca influência dos valores intermediários de umidade, podendo ser considerado os valores de 25% e 100% os únicos a alterarem significativamente o vigor e a morfologia das plântulas de *Eucalyptus grandis*.

Palavras-chave: Eucalipto. Estresse hídrico. Morfologia. *Eucalyptus grandis*.

1 INTRODUÇÃO

A atividade florestal brasileira participa com 4% do produto interno bruto (PIB), proporcionando milhões de empregos e é considerada uma das principais atividades para responder aos desafios da exportação. No entanto, a participação do Brasil no mercado internacional de produtos florestais é insignificante (2%), à exceção da celulose de eucalipto com 47% do mercado mundial. (SBS, 2001).

A produtividade das plantações florestais brasileiras está aquém de seu potencial, havendo amplas possibilidades de elevá-la, adotando-se manejo silvicultural adequado e técnicas de melhoramento. O grande desafio consiste em identificar o equilíbrio entre as práticas silviculturais que mantenham ou elevem a produtividade em longo prazo reduzindo os impactos ambientais. (GONÇALVES et al., 2000).

Um questionamento muito importante é relacionado ao consumo de água, com a alegação de que a espécie é considerada “ressecadora de solo e precursora de desertos”. Outro questionamento é quanto à sua possível influência sobre o solo, tanto do ponto de vista de proteção quanto das propriedades físicas, químicas, efeitos alelopáticos sobre a microflora e de seu esgotamento, em função da alta demanda de nutrientes pela cultura do eucalipto.

Assim, pesquisas envolvendo aspectos fisiológicos em relação à eficiência do uso da água, sobrevivência, taxa de crescimento e desempenho de mudas de eucalipto no campo sob condições de estresse hídrico, ainda são escassas e, portanto, de grande relevância para a pesquisa florestal brasileira. (PEREIRA, 2006).

Em condições naturais e agricultáveis, as plantas estão frequentemente expostas ao estresse ambiental. Alguns fatores dessa natureza, como a temperatura do ar, por exemplo, podem se tornar estressantes em poucos minutos; enquanto

outros como o conteúdo de água no solo, podem levar dias e até semanas e, ainda, fatores tais como as deficiências minerais no solo necessitam de meses para se manifestar.

Além disso, o estresse desempenha um papel importante na determinação de como o solo e o clima limitam a distribuição de espécies vegetais. Assim, a compreensão dos processos fisiológicos subjacentes aos danos provocados por estresse e dos mecanismos de adaptação e aclimação de plantas a estresses ambientais é de grande importância para a agricultura e o meio-ambiente.

O conceito de estresse está intimamente relacionado ao de tolerância ao estresse, que é a aptidão da planta para enfrentar um ambiente desfavorável.

Dentre os fatores abióticos, a água proporciona o início da germinação, pois a semente deve atingir determinado conteúdo de água para poder germinar, sendo que as mesmas respondem diferentemente a níveis iguais de hidratação. Desta forma, um determinado nível de hidratação pode tanto aumentar como reduzir a germinação, de acordo com diversos pesquisadores (MARCOS FILHO et al. ,1987, BORGES; RENA, 1993; CARDOSO, 2004).

Este trabalho teve como objetivos o desenvolvimento de estudo da influência do estresse hídrico sobre a germinação das sementes e o vigor das plântulas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)., apresentando a ação do estresse hídrico sobre a germinação de suas sementes bem como uma análise do efeito do potencial hídrico sobre o vigor e a morfologia das plântulas.

Dessa forma, a realização de estudos do estresse hídrico em espécie de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) permitem determinar os valores considerados ideais, bem como os sintomas do estresse hídrico, gerando dados para o melhoramento do cultivo dessas espécies. O estresse hídrico pode provocar alterações morfológicas relevantes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O eucalipto é uma árvore nativa da Austrália, do Timor e da Indonésia, sendo exótico em todas as outras partes do mundo. Os primeiros plantios datam do início do século XVIII, na Europa, na Ásia e na África. Já no século XIX, começou a ser plantado em países como Espanha, Índia, Brasil, Argentina e Portugal. (PRYOR, 1976; FAO, 1981 apud CIB, 2008).

As principais espécies cultivadas atualmente no Brasil incluem o *Eucalyptus grandis*, o *Eucalyptus camaldulensis*, o *Eucalyptus saligna* e o *Eucalyptus urophylla*, entre outras. Além disso, foram desenvolvidos cruzamentos entre as espécies, resultando em híbridos, como é o caso do *Eucalyptus urograndis* (*E. grandis* X *E. urophylla*). (CIB, 2008).

Com a evolução da eucaliptocultura no Brasil, ficou clara a necessidade de desenvolvimento de árvores mais adaptadas a diferentes solos e condições climáticas, agregando características de interesse econômico e social, como aumento de produtividade e maior capacidade de adaptação, resistência a algumas doenças e pragas e tolerância a condições de estresse. (CIB, 2008).

O mundo se curva diante da importância do setor florestal brasileiro. Apesar de alguns acharem que isso se deve apenas aos baixos custos do segmento no País, o fato é que tal situação positiva está relacionada a outros fatores relevantes. Um bom exemplo é o rápido crescimento das plantações florestais, em especial as de eucalipto, que resulta das condições naturais, da competência gerencial, das tecnologias ligadas à silvicultura e dos ganhos genéticos nos programas de melhoramento florestal. (CIB, 2008).

É um desvio significativo das condições ótimas para a vida, e induz mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do organismo, os quais são reversíveis a princípio, mas podem se tornar permanente. (CASTRO, 2009).

É um fator externo que exerce uma influência desvantajosa para a planta. (TAIZ; ZEIGER, 2002 e CASTRO, 2009).

Planta adaptada: resistência geneticamente determinada, adquirindo por processo de seleção durante muitas gerações. Planta aclimatada: tolerância

aumentada como conseqüência de exposição anterior ao estresse. A tolerância é a aptidão da planta para enfrentar um ambiente desfavorável. (SOUZA, 1999; SILVA et al. , 2005; SILVA e CARVALHO, 2008; CASTRO, 2009; COSCOLIN et al., 2011).

Conteúdo de água de um tecido ou célula que está abaixo do conteúdo de água mais alto exibido no estado de maior hidratação, o déficit hídrico limita a fotossíntese no cloroplasto. E diminui indiretamente a quantidade de fotoassimilados translocados, pois reduz a fotossíntese e o consumo de assimilados das folhas em expansão. (CASTRO, 2009).

A água pode ser responsável por um estresse que pode alterar todo o funcionamento bioquímico e morfológico das plantas, uma vez sabendo que a água é um fator limitante para a planta em todas as fases de desenvolvimento da planta.

O estresse hídrico das plantas está diretamente ligado com a quantidade de água existente no solo, sendo este o grande armazenador e fornecedor de água às plantas. Solos com textura mais finas (argiloso) retêm maior quantidade de água do que solos com partículas mais grossas (arenosos) (FARIAS, 2005) o que pode se dizer que em solos argilosos, as plantas tendem a sofrer menos com o estresse hídrico, quando acontece em um período de estiagem.

A medida em que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorver água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às plantas (SANTOS; CARLESSO, 1998), e concluem que quanto maior a demanda evaporativa da atmosfera mais elevada será a necessidade de fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera.

O estresse é, na maior parte das definições, um desvio significativo das condições ótimas para a vida, o que origina mudanças e respostas em todos os níveis do organismo. Estas respostas são inicialmente reversíveis, mas podem tornar-se permanentes. Mesmo se o acontecimento causador de estresse for temporário, a vitalidade da planta diminui com o prolongar do estresse. (LARCHER, 2000).

A resposta ao estresse pode ser vista como uma situação de competição entre o esforço da planta se adaptar e os processos potencialmente letais no protoplasma.

Dessa forma, a dinâmica do estresse compreende a perda de estabilidade, um componente destrutivo (“diestresse”), bem como a promoção da resistência e do restabelecimento (“euestresse”). (PEREIRA, 2006)

As plantas podem sofrer estresses reversíveis ou irreversíveis causados por fatores bióticos ou abióticos. (TAIZ e ZEIGER, 2004). A reversibilidade pode ocorrer devido à capacidade elástica dos organismos para suportarem tensões, sendo as funções fisiológicas alteradas por determinado período, retornando à condição normal após a cessação do estresse. Porém, após níveis intensos pode surgir uma tensão plástica e, nesse caso, as alterações provocadas são permanentes, causando danos e até morte PALLARDY (1986 *apud* SILVA, 2003). Assim, a eficiência no uso da água por uma planta pode ser entendida como eficiente mecanismo de evolução adaptativa através do qual esta adquire maior elasticidade para enfrentar possíveis déficits hídricos. Geralmente, qualquer tipo de estresse é medido em relação à sobrevivência das plantas, ao crescimento, à produtividade (TAIZ e ZEIGER, 2004) ou processos assimilatórios primários como a absorção de CO₂ e nutrientes. (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Quando o déficit hídrico apresenta evolução suficientemente lenta para permitir mudanças nos processos de desenvolvimento, o estresse provocado tem vários efeitos sobre o crescimento, e as espécies de eucalipto podem apresentar diferentes resistências ao déficit de água no solo. (TATAGIBA et al., 2007).

Nas plantas, o estado de energia da água no solo é importante, pois solos de diferentes classes texturais podem ter semelhantes quantidades de água, porém com distintos estados de energia, pois o movimento de água se dá por diferença de potencial, tanto no solo como do solo quanto a planta. Para que as plantas consigam absorver água do solo, as células da epiderme de suas raízes devem estar num potencial mais negativo do que a água que está no solo. A presença de raízes tende a aumentar a velocidade de infiltração, sendo nos solos arenosos a infiltração de água muito maior do que nos solos argilosos, porém a retenção é menor, sendo com a adição ou existência de material orgânico a infiltração favorecida nos horizontes onde a matéria orgânica atua. (GONÇALVES et al., 2000).

Quando o solo seca, o seu potencial mátrico torna-se mais negativo, porém as plantas continuam a absorver água enquanto o potencial hídrico for menor, pois ocorre ajuste osmótico, ou acumulação de solutos pelas células, fazendo que as plantas consigam manter o turgor e o volume celular. Esse ajuste osmótico desenvolve-se lentamente em resposta à desidratação do tecido, e, assim, pode-se questionar se não seria o resultado de outro fator, como a diminuição da taxa de crescimento, o que poderia evidenciar que seja uma aclimatação que permite à planta tolerar mais o déficit hídrico. (TAIZ e ZEIGER, 2004).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos (GIL, 1991) o trabalho apresentado é uma Pesquisa Quantitativa. A metodologia segue a proposta elaborada por SILVA; CARVALHO (2008). O experimento fora realizado utilizando-se sementes de *Eucalyptus grandis*, estas obtidas através do viveiro de mudas de Eucalipto e Pinus EUCAPINUS localizado na cidade de Arapoti-PR. A semeadura foi realizada em bandejas plásticas contendo apenas areia lavada e esterilizada como substrato. O experimento foi feito nas dependências dos laboratórios da Faculdade Jaguariaíva.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em 4 níveis de umedecimento da areia (25, 50, 75 e 100% da capacidade de retenção), com 100 sementes para cada condição e repetição.

Após 30 dias de semeadura foi contado quantas plântulas nasceram em cada bandeja, o número de folhas, o incremento relativo em altura, massa de matéria seca de raiz, parte aérea e parte aérea + raiz. As variáveis avaliadas foram avaliadas pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiabilidade, através do software Assistat.

O material foi colocado para germinar em condições ambiente (bancadas do laboratório de Papel e Celulose da União Latino-Americana de Tecnologia), cobertos com papel filme para evitar a perda de água.

Quando das análises morfológicas, foi utilizado balança de precisão, e paquímetro para obtenção dos dados.

O preparo do substrato seguiu a metodologia descrita por BRASIL (2009), o substrato utilizado no experimento foi a areia, média peneirada, razoavelmente uniforme e isenta de partículas muito pequenas ou muito grandes. A areia estava livre de sementes, fungos, bactérias e substâncias tóxicas que possam interferir na germinação das sementes em teste, no crescimento e na avaliação das plântulas. A areia foi lavada e esterilizada antes do uso afim de eliminar microorganismos presentes, feita em estufa a 200°C durante duas horas.

A água usada para umedecer o substrato estava livre de impurezas orgânicas e inorgânicas, obtida através de destilação.

Os substratos e todos os utensílios usados no teste de germinação foram conservados limpos para evitar a ocorrência de contaminação nos testes. Os substratos foram ser guardados em local seco, arejado e protegido de pó. Utensílios como caixas plásticas, placas de Petri, recipientes de alumínio e de plástico usados para testes de areia, grades e bandejas de germinadores, devem ser cuidadosamente lavados com água e sabão, e secos (BRASIL, 2009).

As sementes foram colocadas no substrato com espaçamento uniforme e suficiente para minimizar a competição e contaminação entre as sementes e plântulas em desenvolvimento.

O cálculo da quantidade de água a ser adicionada quando se utiliza areia como substrato, é efetuado pesando-se 500g desse material seco, que deverá ser colocado em um filtro de papel, tipo coador de café comercial, em seguida, deverá ser adicionada uma quantidade de água previamente determinada. Decorridos aproximadamente 15 minutos, todo o excesso de água deverá estar drenado; este volume será, então, determinado para possibilitar o cálculo, por diferença, da quantidade de água que ficou retida na areia (100%). Desta quantidade, deverá ser calculada, em função da espécie a ser semeada, 50% da capacidade de retenção de água para gramíneas ou 60% para as leguminosas que corresponderá à quantidade de água que deverá ser adicionada a 500g de areia, conforme demonstrado na figura 1 (BRASIL, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados desta pesquisa refletem as informações da literatura. Os avanços no estudo da eficiência do uso da água em eucalipto têm demonstrado que o gênero possui mecanismos fisiológicos que regulam a absorção e perda de água, influenciando diretamente a produtividade florestal. STAPE et al., (2004 *apud* LOPES, 2011). A seguir apresenta-se os resultados desse trabalho, finalizados pelas discussões, demonstrando experimentalmente respostas morfológicas aos mecanismos fisiológicos.

4.1. GERMINAÇÃO

Observa-se consideráveis diferenças entre as médias, sendo que visualmente o tratamento 1 com 100% de umidade apresentou um índice muito baixo de germinação, enquanto que no tratamento 4 à 25% esta foi bastante considerável, dados apresentados na tabela 1 e submetidos ao teste de TUKEY a nível de 95% de confiabilidade conforme mostram as (tabelas 4 e 5).

TABELA 01 - Dados da germinação obtida aos 30 dias após o plantio.

MÉDIAS DOS TRATAMENTOS EM GERMINAÇÃO (%)				
	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
	100%	75%	50%	25%
REP.1	5	43	61	67
REP.2	8	30	58	55
REP.3	4	32	46	74
REP.4	7	32	45	95
MÉDIAS	6c	34,25b	52,5ab	72,75a

Fonte: A autora.

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

TABELA 02 - Análise de variância (Porcentagem de Germinação)

FV	GL	SQ	QM	F
----	----	----	----	---

Tratamentos	3	9641.2500	3213.75000	33.2314 **
Resíduos	12	1160.50000	96.70833	
Total	15	10801.75000		

Fonte: A autora

Nota: Legenda: FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrado; QM: Quadrado médio; F: Estatística do teste F. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) ns não significativo ($p \geq .05$)

4.2 NÚMERO DE FOLHAS

De acordo com a tabela 4 observa-se que os tratamentos 1 e 2 não diferem entre si, visto que tiveram a mesma média, a diferença entre a média do tratamento 3 é pouco significativa com relação as médias dos tratamentos 1 e 2, já no tratamento 4 houve uma média bem mais significativa que nos dois primeiros, e quanto ao 3 não houve uma diferença muito relevante, ou seja, o número de folhas desenvolvidas fora bem mais significativo em 25% de umidade. Para analisar essas pequenas diferenças as médias foram submetidas ao teste de TUKEY a nível de 5% de probabilidade conforme referenciado nas (tabelas 6 e 7)

TABELA 03 - Dados do número de folhas das plântulas aos 30 dias após o plantio.

MÉDIAS DOS TRATAMENTOS EM Nº FOLHAS (un)				
	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
	100%	75%	50%	25%
REP.1	2	2	2.229508	3.671642
REP.2	2	2	2.586207	4.400000
REP.3	2	2	4.934783	4.324324
REP.4	2	2	4.324324	4.694737
MÉDIAS	2b	2b	3,5187055ab	4,27267575a

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Fonte: A autora

TABELA 04: Análise de variância (Número de folhas)

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	14.51371	4.83790	11.8990 **
Resíduos	12	4.87898	0.40658	
Total	15	19,39269		

Fonte: A autora

Nota: Legenda: FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrado; QM: Quadrado médio; F: Estatística do teste F. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) ns não significativo ($p \geq .05$)

4.3 ALTURA DAS PLÂNTULAS

Observa-se que a diferença das médias dos 3 primeiros tratamentos não são muito significantes, já a média do tratamento 4 é bem mais significativa que a dos dois primeiros tratamentos, sendo pequena a diferença apenas em relação ao tratamento 3, percebendo-se que a altura também foi mais significativa à 25% de umidade, dados apresentados na tabela 5 e submetidas ao teste de TUKEY a nível de 5% de probabilidade conforme mostram as (tabelas 8 e 9).

TABELA 05 - Dados das alturas das plântulas aos 30 dias após o plantio.

MÉDIAS DOS TRATAMENTOS EM ALTURA (cm)				
	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
	100%	75%	50%	25%
REP.1	3	2.827907	2.593443	3.258209
REP.2	2.712500	2.806667	3.089655	3.367273
REP.3	3.250000	2.565667	3.045652	3.278378
REP.4	2.585714	2.696875	3.057778	3.620000
MÉDIAS	2.88705b	2.72427b	2.94663ab	3.380965a

Fonte: A autora.

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

TABELA 06 - Análise de variância (Altura)

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	0.94334	0.31445	6.7443 **
Resíduos	12	0.55948	0.04662	
Total	15	1.50282		

Fonte: A autora

Nota: Legenda: FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrado; QM: Quadrado médio; F: Estatística do teste F. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) ns não significativo ($p \geq .05$)

4.4 MATÉRIA SECA DA RAIZ

No tratamento 1 a média foi muito pequena, visto que houve baixo índice de germinação à 100%. Nos tratamentos 2 e 3 as médias pouco diferiram entre si, enquanto que o tratamento 4 teve sua média bem maior que os demais, ou seja, a massa de matéria seca da raiz também foi maior à 25% de umidade, já que o índice de germinação havia sido bem mais alto para este nível de umidade, de acordo com dados apresentados na tabela 1 e submetidos ao teste de TUKEY a nível de 5% de probabilidade conforme mostram as (tabelas 10 e 11).

TABELA 07 - Dados de massa de matéria seca da raiz das plântulas aos 30 dias após o plantio.

MÉDIAS DOS TRATAMENTOS EM MASSA DE MATÉRIA SECA DA RAIZ (g)				
	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
	100%	75%	50%	25%
REP.1	0.0038	0.0128	0.0108	0.0260
REP.2	0.0030	0.0095	0.0135	0.0301
REP.3	0.0021	0.0120	0.0140	0.0331
REP.4	0.0068	0.0146	0.0218	0.0359
MÉDIAS	0.003925c	0.012225b	0.015025b	0.031275a

Fonte: A autora.

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

TABELA 08 - Análise de variância (Massa de matéria seca de raiz)

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	0.00157	0.00052	42.8639 **
Resíduos	12	0.00015	0.00001	
Total	15	0.00172		

Fonte: A autora

Nota: Legenda: FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrado; QM: Quadrado médio; F: Estatística do teste F. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) ns não significativo ($p \geq .05$)

4.5 MATÉRIA SECA PARTE AÉREA

De acordo com a tabela 10 observa-se que nos 3 primeiros tratamentos não houve diferença significativa nas médias de ambos, já no tratamento 4 como houve um maior crescimento da parte aérea, maior índice de germinação, a massa de matéria seca da parte aérea por consequência também foi maior, fazendo com que essa característica também fosse mais significativa à 25% de umidade. Para analisar essas pequenas diferenças as médias foram submetidas ao teste de TUKEY a nível de 5% de probabilidade conforme mostram as (tabelas 12 e 13).

TABELA 09 - Dados de massa de matéria seca da parte aérea das plântulas aos 30 dias após o plantio.

MÉDIAS DOS TRATAMENTOS EM MASSA DE MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (g)				
	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
	100%	75%	50%	25%
REP.1	0.0176	0.0184	0.0279	0.0443
REP.2	0.0058	0.0122	0.0289	0.0459
REP.3	0.0040	0.0152	0.0244	0.0609
REP.4	0.0087	0.0149	0.0282	0.0869
MÉDIAS	0.009025b	0.015175b	0.02735b	0.0595a

Fonte: A autora

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

TABELA 10 - Análise de variância (Massa de matéria seca da parte aérea)

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	0.00607	0.00202	18.5355 **
Resíduos	12	0.00131	0.00011	
Total	15	0.00738		

Fonte: A autora

Nota: Legenda: FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrado; QM: Quadrado médio; F: Estatística do teste F. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) ns não significativo ($p \geq .05$)

4.6 MATÉRIA SECA RAIZ E PARTE AÉREA

Observa-se que nos tratamentos 1 e 2 houve pouca diferença nas médias, o mesmo ocorreu quanto aos tratamentos 2 e 3, já o tratamento 4 teve um índice bem mais considerável de massa de matéria seca que os demais tratamentos. Ou seja, como para todas as outras características, essa variável também foi bem maior à 25% de umidade. Para analisar essas pequenas diferenças as médias foram submetidas ao teste de TUKEY a nível de 5% de probabilidade conforme mostra as (tabelas 14 e 15).

TABELA 11 - Dados de massa de matéria seca da raiz + parte aérea das plântulas aos 30 dias após o plantio.

MÉDIAS DOS TRATAMENTOS EM MASSA DE MATÉRIA SECA RAIZ + PARTE AÉREA (g)				
	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
	100%	75%	50%	25%
REP.1	0.0214	0.0312	0.0387	0.0703
REP.2	0.0088	0.0217	0.0424	0.0760
REP.3	0.0061	0.0272	0.0384	0.0940
REP.4	0.0155	0.0295	0.0500	0.1228
MÉDIAS	0.01295c	0.0273975bc	0.042375b	0.090775a

Fonte: A autora

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

TABELA 12 - Análise de variância (Massa de matéria seca da raiz + parte aérea)

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	0.01371	0.00457	28.0690 **
Resíduos	12	0.00195	0.00016	
Total	15	0.01567		

Fonte: A autora

Nota: Legenda: FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrado; QM: Quadrado médio; F: Estatística do teste F. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = p < .05$) ns não significativo ($p \geq .05$)

4.7 DISCUSSÕES

Os resultados obtidos demonstram, que crescimento e o desenvolvimento foram afetados pela deficiência hídrica, conforme já descrito por Martins et al (2008). Gonçalves e Passos (2000) estudando a indução do déficit hídrico, obtiveram os mesmos resultados com relação a peso da matéria ramos, raízes e total.

Os dados de déficit hídrico e os de estresse por excesso de água, são compatíveis com os dados apresentados por Xavier et. al (2011), que descrevem uma boa adaptação do gênero ao estresse, sendo esse evidenciado apenas em valores com disponibilidade de água muito baixa ou muito elevada.

Na revisão bibliográfica desse trabalho, não foram localizados trabalhos sobre a influência do estresse hídrico sobre germinação de *Eucalyptus grandis*, comparando com estudos de outras formas estresse ou realizados em outras espécies (SOUZA, 1999; SILVA et al. , 2005; SILVA e CARVALHO, 2008; COSCOLIN et al., 2011), observa-se que o comportamento é semelhantes os resultados obtidos para germinação e o crescimento das plântulas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das discussões é possível concluir que o excesso de água reduz a germinação bem como crescimento das plântulas de *Eucalyptus grandis* corroborando com as informações de que estresse hídrico podem provocar alterações morfológicas relevantes.

Com relação aos níveis de estresse avaliados, verificou-se pouca influência dos valores intermediários de umidade, podendo ser considerados os valores de 25% e 100% os únicos a alterarem significativamente o vigor e a morfofisiologia das plântulas de *Eucalyptus grandis*.

Recomenda-se estudos comparativos com outras espécies, e progênies oriundas de geração clonal, bem como trabalhos relacionando ao efeito do estresse hídrico sobre a rustificação da espécie em viveiro,

REFERÊNCIAS

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, **Regras para análise de sementes**, 2009.

CASTRO, Paulo. **Fisiologia do Estresse**. São Paulo, 2009. 57 Slides.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA (CIB), **Guia do eucalipto, oportunidades para um desenvolvimento sustentável**, 2008. p.4.

COSCOLIN, Renata B. S. et al . Effects of hydric deficiency on gas exchange parameters and metabolism of *Eucalyptus grandis* clones. **Braz. J. Plant Physiol.**, Campos dos Goytacazes, v. 23, n. 4, 2011

FARIAS, José Renato Boucas. Dinâmica da água no sistema solo-água-atmosfera: déficit hídrico em culturas. **Item**. n.68, p. 32-37, 2005.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo. Atlas. 1991

GONÇALVES, J. L. M. et al. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L., (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.3-55.

GONÇALVES, Maria Rosa; PASSOS, Carlos Alberto. Crescimento de cinco espécies de eucaliptos submetidas a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 10, n.2 , p. 145-161.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000.

LOPES, Jane Luísa Wadas et al . Estresse hídrico em plantio de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*, em função do solo, substrato e manejo hídrico de viveiro. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, Feb. 2011

MARENKO, Ricardo S.; LOPES, Nei F. **Fisiologia Vegetal**. 581.1ed. Viçosa: UFV, 2005.

MARTINS, Fabrina Bolzan et al . Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 32, n. 3, jun. 2008 .

PEREIRA, M. R. R. **Comportamento fisiológico e morfológico de clones de *Eucalyptus* sp. W. (HILL ex. MAIDEN) submetidos a diferentes níveis de água no solo**. 2006. 69f. Tese (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “ Julio de Mesquita Filho”, Botucatu.

SANTOS, Reginaldo Ferreir; CARLESSO, Reimar. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SBS. **Rede SBS dia-a-dia**, set 2001. Disponível em: <www.sbs.org.br/detalhes_dia.php?ok=> Acesso em: 16 mar. 2012.

SILVA, B. M. S.; CARVALHO, N. M. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R.A.Howard. - FABACEAE) **Revista Brasileira de Sementes**,v. 30, n. 1, p.55-65, 2008.

SILVA, L. M. de M. et al . Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de faveleira *Nidoscolus juercifolius*. **Rev. bras. eng. agrc. ambient.**, Campina Grande, v. 9, n. 1, Mar. 2005

SOUZA, Gustavo Maia; GONCALVES, Antonio Natal; MACHADO NETO, Nelson Barbosa. Crescimento in vitro de progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. sob condições de deficiência hídrica. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 56, n. 3, July 1999

SUTCLIFFE, James. **As plantas e a água**. 23nd ed. Pedagógica e Universitária Ltda, 2003. 119 p.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. 3nd ed. Artmed, 2004. 613p.

TATAGIBA, S. D. et al. Comportamento fisiológico de dois clones de *Eucalyptus* na época seca e chuvosa. **Cerne**, v.13, n.2, p.149-159, 2007.

XAVIER, at. al Crescimento do eucalipto sob diferentes níveis de déficit hídrico. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. Rio de Janeiro, 2011.