



**BIOESTIMULANTE VEGETAL NA  
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus*  
*urophylla* E NO SEU CRESCIMENTO INICIAL  
EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

**RAYKA KRISTIAN ALVES SANTOS**

**2015**

RAYKA KRISTIAN ALVES SANTOS

**BIOESTIMULANTE VEGETAL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
*Eucalyptus urophylla* E NO SEU CRESCIMENTO INICIAL EM  
DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Estadual do Sudoeste da  
Bahia, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia, área de concentração em  
Fitotecnia, para obtenção de título de  
Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Araquém Ramos Cairo

Vitória da Conquista  
BAHIA-BRASIL  
2015

S238b Santos, Rayka Kristian Alves.

Bioestimulante vegetal na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* e no seu crescimento inicial em diferentes regimes hídricos / Rayka Kristian Alves Santos, 2015.

79f.: il.

Orientador (a): Paulo Araquém Ramos Cairo.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2015.

Inclui referências.

1. Eucalipto. 2. Plantas lenhosas – Reguladores vegetais. I. Cairo, Paulo Araquém Ramos. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III.T.

CDD: 634.973766

Catálogo na fonte: Elinei Carvalho Santana - CRB 5/1026

UESB – Campus Vitória da Conquista-BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
*Área de Concentração em Fitotecnia*

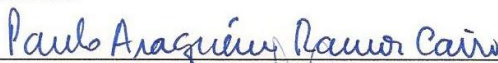
*Campus de Vitória da Conquista - BA*

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

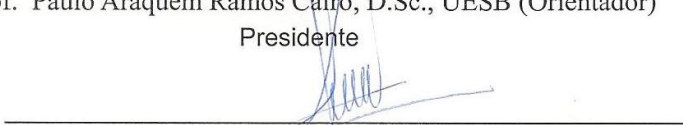
**Título: “BIOESTIMULANTE VEGETAL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* E NO SEU CRESCIMENTO INICIAL EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS”**

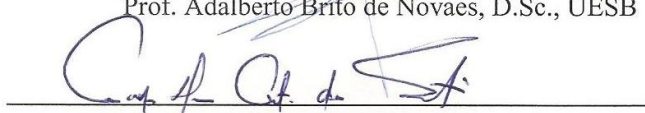
**Autor: Rayka Kristian Alves Santos**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



Prof. Paulo Araquém Ramos Cairo, D.Sc., UESB (Orientador)  
Presidente

  
Prof. Adalberto Brito de Novaes, D.Sc., UESB

  
Prof. Carlos Alan Couto dos Santos, D.Sc. IFBAIANO

Data de realização: 19 de Dezembro de 2014.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383 – Fax: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900  
e-mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

*'Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês', diz o Senhor,  
'planos de fazê-los prosperar e não de causar dano, planos de dar a vocês  
esperança e um futuro. Jeremias 29: 11*

*“Algo te peço, pois é o que anseia o meu coração, desejo sempre estar em  
tua presença;*

*Tu és a força da minha vida e meu maior tesouro, tudo o que tenho e sou eu  
devo só a ti.*

*Me atraístes com tuas cordas de amor, me envolvestes com os teus braços, e  
agora que estou seguro eu quero te dizer que: tudo o que tenho e sou eu  
devo só a ti...*

*Sem teu amor não sei viver, sem ti Senhor não sei o que fazer;*

*Todos os dias buscarei a tua face, amado meu, pois eu não posso me  
esquecer que tudo que tenho e sou eu devo só a ti.”*

*Davi Sacer*

*Ao meu pai José Arnaldo (in memorian), meu anjo no céu a quem eu quero  
sempre honrar, por todo amor dedicado a mim em vida, esta caminhada e  
vitória certamente é por você;  
À minha mãe Railda, minha vida, meu tudo;  
À minha avó Leci, meu grande amor;  
Aos meus irmãos Arnon, João e Ayrton, meus “broudos”, pedacinhos de  
mim, minha vontade de voltar sempre para casa;  
Sem eles não estaria realizando este sonho e trilhando esta estrada.*

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por sempre guiar meus passos pelos caminhos certos, iluminando-me e agraciando sempre minha vida com bênçãos;

À minha Nossa Senhora, por toda proteção;

À minha Mamãe, minha Raildinha, por todo amor, amizade e incentivo dedicados a mim e à minha caminhada acadêmica, por todas as vezes que, mesmo sem saber, só demonstra atitudes que me fazem sempre buscar ser uma pessoa exatamente como ela é, e por nunca (nunca) medir esforços para me fazer bem;

Ao meu pai, José Arnaldo (*in memoriam*), por todo amor que sempre me dedicou;

À minha vizinha D. Leci, minha vida, por todo amor, por todas as orações e por toda felicidade demonstrada com as minhas vitórias;

Aos meus irmãos Arnon, João, Ayrton; às minhas primas Daya, Débora e Paula; às minhas tias Raquel e Antônia, por serem minha alegria constante quando estou em casa, e por todo amor e apoio dedicado a mim nesta caminhada;

À minha avó D. Pedra e ao meu tio João Helson (Pim), por todo carinho;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela oportunidade de realização do curso e pela capacitação;

Ao professor Dr. Paulo Araquém Ramos Cairo, pela orientação, apoio, ensinamentos e, principalmente, paciência a mim dedicada;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UESB, pelo aprendizado;

À Diretoria do Campo Agropecuário (DICAP) e toda a equipe de trabalhadores do campo, pelo apoio e serviços prestados;

Ao professor Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana, pelos conhecimentos transmitidos;

Aos professores Drs. Adalberto Brito de Novaes e Carlos Alan Couto dos Santos, pela disponibilidade, sugestões e críticas construtivas e colaboração para o enriquecimento deste trabalho;

À Cristina, pela amizade constante e verdadeira, as nossas diferenças é o que nos completa e que deixa nossa amizade tão essencial e especial para mim;

Ao Joilson, Michael, Joelma, Marcos (Kinho), Danilo e Renan, pela acolhida e amizade e por tornarem meus dias em Vitória da Conquista sempre mais alegres;

Ao Romário e Janderson, por toda a ajuda ao longo deste trabalho, e certamente pela amizade preciosa e verdadeira;

À imensurável ajuda dos meus amados alunos do curso de Engenharia Florestal: Maicon, Van Vitor, Vinicius, Iago, Mateus, assim como a ajuda de Theilon e Natan;

Aos colegas da pós-graduação, pela amizade, especialmente Edenilson (Dena), Aldo, Ubiratan (Bira) e Jeniffer;

Às empresas florestais TECNOVERD e VEREDA FLORESTAL, pela concessão das mudas; e a Olismar, por toda a ajuda e o apoio na implantação do primeiro experimento;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

A todos que, de alguma forma, ajudaram-me ao longo deste caminho e que torceram por minha vitória.



## RESUMO

SANTOS, R. K. A. **BIOESTIMULANTE VEGETAL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* E NO SEU CRESCIMENTO INICIAL EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS.** Vitória da Conquista – BA: UESB, 2014. (Dissertação – Mestrado em Agronomia: Área de concentração em Fitotecnia) \*.

O objetivo deste estudo foi avaliar, em dois experimentos, diferentes respostas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, ao Stimulate® – um bioestimulante que consiste de três reguladores vegetais: ácido indolbutírico (0,005 %), cinetina (0,009 %) e ácido giberélico (0,005 %). No Experimento I, os efeitos do Stimulate® na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* foram estudados em um viveiro de plantas. Inicialmente, em um minijardim clonal, algumas miniestacas, frequentemente destinadas ao enraizamento e produção de mudas, foram parcialmente submersas em soluções de Stimulate®, antes das miniestacas serem plantadas em tubetes contendo substrato apropriado. Os tratamentos foram arrançados em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 7 x 3, com cinco repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos consistiram de soluções de Stimulate® (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 mL L<sup>-1</sup>), nas quais as miniestacas permaneceram por 20 minutos; e de épocas de avaliação das mudas (70, 85 e 100 dias de idade). Foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas, diâmetro de colo, comprimento da raiz principal, índice SPAD, área foliar total, massas secas de raiz e parte aérea e relação entre as massas secas de parte aérea e raiz. Em termos de expansão linear, no decorrer do período, as mudas registraram significativo crescimento em altura e comprimento da raiz principal, enquanto o diâmetro do colo não registrou alterações expressivas. O mais significativo efeito do Stimulate® no crescimento se deu quando as mudas estavam com 85 dias de idade: a altura das plantas tornou-se maior na concentração 17,45 mL L<sup>-1</sup>, ao passo que o crescimento da raiz principal foi maior na concentração 14 mL L<sup>-1</sup>. Não houve efeito do Stimulate® sobre o índice SPAD e a área foliar total, embora essas características tenham registrado incrementos naturais no decorrer do período. Houve aumentos lineares de massas secas da parte aérea e da raiz, no decorrer do período, mas esses aumentos não foram induzidos pelo Stimulate®. No Experimento II, conduzido em casa de vegetação, os efeitos do Stimulate® foram avaliados em mudas com 100 dias de idade, submetidas a três regimes hídricos. Os tratamentos foram arrançados em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 5 x 3, com cinco repetições e uma planta por parcela. Os tratamentos consistiram de soluções de Stimulate® (0, 10, 20, 30, 40 mL L<sup>-1</sup>) e regimes hídricos (irrigação plena, parcial e não irrigado). Foram avaliadas as seguintes características: potencial hídrico foliar ( $\Psi_w$ ), teor relativo de água (TRA), fotossíntese líquida, transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ), altura de plantas, comprimento da raiz principal, área foliar total e massas secas de

parte aérea e de raiz. Em geral, o Stimulate® exerceu influência na maioria das características avaliadas em plantas submetidas a restrições hídricas. O Stimulate® amenizou os decréscimos em  $\Psi_w$  e TRA; contudo, o bioestimulante promoveu aumentos em  $E$  e  $g_s$  nessas mesmas plantas. Essa aparente contradição aponta para a necessidade de estudos posteriores, a fim de elucidar o mecanismo pelo qual o Stimulate® ajuda na manutenção do  $\Psi_w$  e do TRA. O Stimulate® promoveu a fotossíntese líquida e esse efeito pode ter auxiliado a promover maior crescimento, tanto em altura de plantas, como no comprimento da raiz principal. Em relação ao acúmulo de massa seca da parte aérea e da raiz, admite-se que a duração do período experimental pode não ter sido suficientemente extensa para se registrar efeitos significativos que tenham sido promovidos, nem pelo Stimulate®, nem pelos regimes hídricos, sobre estas características.

**Palavras-chave:** Plantas lenhosas, reguladores vegetais, estresse hídrico.

---

\*Orientador: Paulo Araquém Ramos Cairo, DSc. UESB

## ABSTRACT

SANTOS, R. K. A. **PLANT BIOSTIMULANT IN *Eucalyptus urophylla* SEEDLINGS PRODUCTION AND IN THEIR INITIAL GROWTH UNDER DIFFERENT WATER REGIMES.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2014. (Dissertation - Master in Agronomy / Phytotechny)

The aim of this study was to evaluate, in two experiments, different responses of *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, to the Stimulate® - a biostimulant consisted of three plant regulators: indolbutiric acid (0,005 %), kinetin (0,009 %) and gibberellic acid (0,005 %). In the Experiment I, the Stimulate® effects on *Eucalyptus urophylla* seedlings production were investigated in a plant nursery. First, in a clonal mini garden, some mini stalks frequently destined to rooting and seedling production were partially submerged in Stimulate® solutions, before the mini stalks have been planted in mini tubes containing suitable substrate. Treatments were arranged in completely randomized design, a factorial 7 x 3 with five replicates and four plants per replicate. Treatments were consisted of the Stimulate® solutions (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 mL L<sup>-1</sup>), where the mini stalks have remained for 20 minutes; and of the times of the seedling evaluations (70, 85 and 100 days old). The following characteristics were evaluated: plant height, stem diameter, main root length, SPAD index, total leaf area, shoot and root dry mass, and shoot/root dry mass ratio. In terms of linear expansion, over time, the seedlings registered significant height and main root growth, while stem diameter didn't register significant changes. The most significant Stimulate® effect on growth was when the seedlings were 85 days old: plant height became higher with 17,45 mL L<sup>-1</sup> concentration while mean root growth was higher with 14 mL L<sup>-1</sup>. There was no Stimulate® effect on SPAD index and total leaf area, although these characteristics have had natural increases over time. There were linear growth of shoot and root dry mass, over time, but these increases were no induced by the Stimulate®. In the Experiment II, which was carried out in a greenhouse, the Stimulate® effects were evaluated on seedlings 100 days old submitted to three water regimes. Treatments were arranged in completely randomized design, a factorial 5 x 3 with five replicates and one plant per replicate. Treatments were consisted of Stimulate® solutions (0, 10, 20, 30, 40 mL L<sup>-1</sup>) and water regimes (full, partial and no irrigation). The following characteristics were evaluated: leaf water potential ( $\Psi_w$ ), relative water content (RWC), net photosynthesis, transpiration ( $E$ ), stomatal conductance ( $g_s$ ), plant height, main root length, total leaf area and shoot and root dry mass. In general, Stimulate® had influence in most characteristics evaluated in plants submitted to water restrictions. Stimulate® has mitigated  $\Psi_w$  and RWC decreases; however, the biostimulant has promoted  $E$  and  $g_s$  increases of those same plants. This apparent contradiction points to the need for further studies in order to clarify the mechanism by which Stimulate® helps the  $\Psi_w$  and RWC maintenance. Stimulate® has promoted net photosynthesis and this effect

may have helped to promote both higher plant height as mean root length growth. In relation to shoot and root dry mass accumulation, we believe that the time of experimental period may not have been so long to register significant effects promoted neither by Stimulate®, neither by water regimes on these characteristics.

**Keywords:** Woody plants, plant regulators, water stress.

---

\* Adviser: Paulo Araquém Ramos Cairo, DSc. UESB

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV), em relação à altura de planta (H), diâmetro do colo (D), comprimento da raiz principal (R), índice SPAD (S), área foliar (AF), massa seca de parte aérea (MPA), massa seca de raiz (MR) e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz (MPAR) em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, produzidas a partir de miniestacas previamente imersas em soluções de Stimulate® a diferentes concentrações..... 34
- Tabela 2. Valores médios de índice SPAD (S) e área foliar (AF) em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, produzidas a partir de miniestacas previamente imersas em soluções de Stimulate® a diferentes concentrações, avaliadas aos 70, 85 e 100 dias após o plantio. 39
- Tabela 3. Valores médios de massa seca de parte aérea (MPA), massa seca de raízes (MR) e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz (MPAR), em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, produzidas a partir de miniestacas previamente imersas em soluções de Stimulate® a diferentes concentrações, avaliadas aos 70, 85 e 100 dias após o plantio..... 42
- Tabela 4. Características químicas do solo utilizado como substrato para o transplântio das mudas em vasos..... 47
- Tabela 5. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV), em relação a potencial hídrico foliar ( $\Psi_w$ ), teor relativo de água (TRA), transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e fotossíntese líquida ( $A$ ) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144,

submetidas à aplicação de Stimulate®, em três regimes hídricos..... 52

Tabela 6. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV), em relação às avaliações de área foliar (AF), altura de planta (H), diâmetro do coleto (D), comprimento da raiz principal (R), massa seca de parte aérea (MPA), massa seca de raiz (MR) e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz (MPAR), em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, em três regimes hídricos..... 53

Tabela 7. Valores médios de área foliar em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, em três regimes hídricos..... 61

Tabela 8. Massas secas de parte aérea (MPA) e de raiz (MR) e relação entre massas secas de parte aérea e de raiz (MPAR), em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, em três regimes hídricos..... 65

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Altura de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, produzidas a partir de miniestacas previamente imersas em soluções de Stimulate® a diferentes concentrações, aos 85 dias após o plantio..... 36
- Figura 2. Comprimento da raiz principal de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, previamente imersas em soluções de Stimulate® a diferentes concentrações, aos 85 dias após o plantio..... 38
- Figura 3. Índice SPAD e área foliar de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, previamente imersas em soluções de Stimulate®, avaliadas em três épocas..... 40
- Figura 4. Massas secas de parte aérea e de raiz de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, previamente imersas em soluções de Stimulate®, avaliadas em três épocas..... 43
- Figura 5. Relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, previamente imersas em soluções de Stimulate®, avaliadas em três épocas..... 44
- Figura 6. Potencial hídrico ( $\Psi_w$ ) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob regime hídrico RH 0 %..... 54
- Figura 7. Teor relativo de água (TRA) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob regimes hídricos RH 0 %

e 50 %..... 55

Figura 8. Transpiração (*E*) e condutância estomática (*gs*) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob regimes hídricos RH 0 % e 100 %..... 57

Figura 9. Fotossíntese líquida (*A*) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob regimes hídricos RH 0 % e 100 %..... 59

Figura 10. Área foliar de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em três regimes hídricos..... 61

Figura 11. Altura de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob os regimes hídricos RH 0 % e 100 %..... 62

Figura 12. Comprimento da raiz principal de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob os regimes hídricos RH 0 % e 50 %..... 63



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A	Fotossíntese líquida
ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
AF	Área foliar
AIA	Ácido indol-3-acético
CV	Coefficiente de variação
D	Diâmetro de colo
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
E	Transpiração
g	Gramas
GPP	Geranyl pirofosfato
gs	Condutância estomática
H	Altura da parte aérea
IBA	Ácido indolil-3-butírico
IRGA	Analisador de gases por infravermelho
mg	Miligramas
MPA	Massa seca de parte aérea
MPAR	Relação entre massa seca de parte aérea e de raiz
MR	Massa seca de raiz
MST	Massa seca total
PF	Peso da massa fresca
PS	Peso da massa seca
PT	Peso da massa túrgida
RH 100 %	Regime hídrico com irrigação plena
RH 50 %	Regime hídrico com suspensão parcial da irrigação
RH 0 %	Regime hídrico com suspensão total da irrigação
Rubisco	Ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxigenase
S	Índice SPAD
SPAD	Intensidade da coloração verde das folhas (Soil Plant Analysis Development)
TRA	Teor relativo de água
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
$\Psi_w$	Potencial hídrico

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	22
2.1 <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake - origem, distribuição geográfica e importância econômica .....	22
2.2 Produção de mudas de eucalipto.....	23
2.3 Relações hídricas em eucalipto.....	24
2.4 Reguladores vegetais de crescimento.....	26
2.5 O bioestimulante vegetal Stimulate®.....	27
2.6 Bioestimulantes vegetais e sua relação com a tolerância ao estresse abiótico.....	28
EXPERIMENTO I: EFEITOS DO STIMULATE® NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE <i>Eucalyptus urophylla</i> CLONE AEC 144.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Tratamentos e delineamento experimental.....	31
3.2 Características avaliadas.....	32
3.3 Análise estatística.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Altura de plantas e comprimento da raiz principal.....	36
4.2 Índice SPAD e área foliar.....	39
4.3 Massa seca de parte aérea e de raiz e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz.....	41
5 CONCLUSÕES.....	45
EXPERIMENTO II: AÇÃO DO STIMULATE® EM MUDAS DE <i>Eucalyptus urophylla</i> CLONE AEC 144, SUBMETIDOS A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS.....	46
6 MATERIAL E MÉTODOS.....	46
6.1 Tratamentos e delineamento experimental.....	47
6.2 Aplicação do Stimulate® e implementação dos regimes hídricos....	48
6.3 Monitoramento do teor de umidade do solo.....	48
6.4 Características fisiológicas avaliadas.....	49
6.5 Características morfológicas avaliadas.....	50
6.6 Análise estatística.....	51
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
7.1 Potencial hídrico e teor relativo de água.....	54
7.2 Transpiração, condutância estomática e fotossíntese.....	56
7.3 Área foliar.....	60
7.4 Altura de planta e comprimento da raiz principal.....	62
7.5 Massas secas de parte aérea e de raiz e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz.....	64
8 CONCLUSÕES .....	66
9 REFERÊNCIAS.....	67

## 1 INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* é nativo da Austrália e pertence à família Myrtaceae (sub-família das Leptospermoideae), amplamente difundida nos trópicos. No Brasil, a espécie *Eucalyptus urophylla* tem sido plantada intensivamente em programas de melhoramento genético (REMADE, 2001). No sudoeste da Bahia e no norte de Minas Gerais, que são regiões onde costumam ocorrer prolongados períodos de seca, o clone AEC 144 de *Eucalyptus urophylla* tem se destacado por demonstrar bom desempenho produtivo e tolerância à escassez hídrica (FERNANDES e outros, 2015).

O sucesso na implantação de programas florestais depende, em grande parte, da seleção de mudas de alta qualidade, as quais resultam de materiais genéticos adaptados aos locais de produção, bem como do seu manejo em viveiro, durante a formação das mudas. Os clones devem ser selecionados com base no seu desempenho produtivo e na sua capacidade de resistir às adversidades ambientais, além do baixo custo de produção (BERNARDINO e outros, 2005).

As mudas podem ser obtidas por meio de propagação sexuada ou assexuada. Entretanto, devido à dificuldade de manuseio das sementes, além da necessidade de preservação e multiplicação de características desejáveis de determinados clones, a reprodução assexuada tem sido a prática mais adotada no preparo de mudas. Segundo Xavier e outros (2009), mudas clonais de *Eucalyptus* sp. , quando produzidas para plantios comerciais, devem apresentar os seguintes padrões de qualidade: 20-40 cm de altura, diâmetro de colo maior que 2,0 mm, idade de 70-150 dias, número de folhas igual ou superior a três pares, sanidade, ausência de sintomas de desequilíbrio nutricional, rusticidade, grau de amadurecimento suficiente para sobrevivência no campo, sistema radicial bem formado e parte aérea sem danos mecânicos, com a haste única na posição mais vertical possível.

Após o plantio no campo e posterior estabelecimento, as mudas necessitam de suprimento adequado de água e nutrientes para crescer e se

desenvolver, além de aumentar a sua produtividade. Quando há restrição de água no solo, ou quando a transpiração é maior em relação à absorção de água, as plantas podem experimentar uma condição de estresse hídrico, que limita o crescimento e a produtividade. Fatores ambientais, além de características inerentes à planta, estão entre as principais causas do estresse hídrico (SANT'ANNA, 2009).

Alguns insumos agrícolas têm a capacidade de acentuar características inerentes às plantas, promovendo alterações morfológicas, anatômicas e fisiológicas, que podem refletir na sua capacidade de adaptar-se a diferentes condições edafoclimáticas, influenciando no crescimento e na produtividade. Dentre esses insumos, existem os bioestimulantes, que são produtos químicos constituídos de misturas de reguladores de crescimento, em diferentes proporções.

Os bioestimulantes vegetais têm se destacado no mercado agrônomo porque se apresentam como capazes de promover maior e mais rápido crescimento de tecidos e órgãos, além de acelerar diversos processos fisiológicos. Devido à sua composição, os bioestimulantes podem também aumentar a atividade antioxidante nas plantas, especialmente quando elas estão submetidas ao estresse hídrico, temperaturas severas e ação de herbicidas (ZHANG e SCHMIDT, 2000).

Alguns bioestimulantes têm sido testados experimentalmente em diversas culturas, sendo o Stimulate® o mais utilizado, e o único bioestimulante com registro oficial, junto ao Ministério da Agricultura, para diversas culturas no Brasil. Stimulate® está registrado como regulador de crescimento vegetal do grupo químico citocinina + giberelina + ácido indolbutírico (RODRIGUES, 2008).

Segundo Santos (2004), o Stimulate® possui a capacidade de estimular o crescimento radicial, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer também o equilíbrio hormonal da planta. De acordo com Ferrini e Nicese (2002), a utilização dos bioestimulantes é uma alternativa à aplicação de fertilizantes para estimular a produção de raízes,

especialmente em solos com baixa fertilidade e baixa disponibilidade de água.

Tendo em vista os possíveis benefícios advindos do uso de bioestimulantes em plantas, conforme o exposto acima, realizou-se este estudo com o objetivo de investigar os efeitos do Stimulate® na qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* (clone AEC 144), produzidas em viveiro, e em seu crescimento inicial, sob diferentes regimes hídricos em casa de vegetação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake – origem, distribuição geográfica e importância econômica.

O *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake é uma espécie da Indonésia e do Timor, que ocorre naturalmente na costa de Timor, a partir de 500 m de altitude até cerca de 3.000 m. Esta espécie também é encontrada em outras ilhas da Indonésia, ao leste da Linha de Wallace, a qual passa entre Bali e Lombok, cobrindo uma faixa latitudinal entre 6 e 10 graus de latitude sul. As maiores áreas de ocorrência estão em Timor, onde há uma floresta com árvores de até 45 m de altura e 2 m de diâmetro (MOURA, 2004).

O *Eucalyptus urophylla* é uma espécie rústica, com forte dominância apical, que responde ao espaçamento e à adubação, e apresenta tolerância à deficiência hídrica, o que a tornou significativamente importante para os programas de melhoramento genético (FERREIRA, 1992). O interesse por essa espécie, no Brasil, surgiu após sua comprovada resistência ao cancro do eucalipto, sendo muito utilizada na produção de híbridos (MORA e GARCIA, 2000). Atualmente, a área plantada com eucalipto no Brasil é de 5,1 milhões de hectares (ABRAF, 2013).

O gênero *Eucalyptus* se apresenta como matéria-prima de uso múltiplo, pois, além da utilização para a celulose e papel (GOMIDE e outros, 2010), outras aplicações foram agregadas, como o seu uso nas formas de madeira sólida serrada e chapas (MESQUITA e outros, 2006), energia (ARAÚJO e outros, 2010), além da produção de óleos essenciais (VIVAN e outros, 2011). Sua madeira tem sido utilizada em laminação, componentes estruturais para construção, caixotaria, mourões, escoras, celulose e papel, chapas duras, painéis, lenha e carvão (REMADE, 2001).

No sudoeste da Bahia, particularmente em Vitória da Conquista, o clone AEC 144 de *Eucalyptus urophylla* tem sido largamente cultivado, devido ao seu potencial de crescimento nas condições climáticas locais, que

costumam ser caracterizadas por longos períodos de estiagem (FERNANDES e outros, 2015).

O clone AEC 144 é caracterizado como híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla*, tolerante ao psilídeo de concha (*Glycaspis brimblecombei*) e à ferrugem do eucalipto (*Puccinia psidii*), além de ser recomendado para solos arenosos e argilosos, com boa tolerância a longos períodos de deficiência hídrica (RSFLORESTAL, 2013).

## **2.2 Produção de mudas de eucalipto**

A etapa de produção de mudas é muito importante para a cultura do eucalipto, pois é necessário homogeneidade, com características estáveis, que possam refletir em produtividade adequada. O processo de produção de mudas pode envolver o método sexuado, por meio de sementes, ou o assexuado, por meio de propagação vegetativa, através do enraizamento de miniestacas (MOURA e GUIMARÃES, 2003). Segundo Eldrige (1993), os plantios de mudas produzidas por propagação vegetativa, geralmente, apresentam grande uniformidade, quando as condições de solo, o clima e o material genético são homogêneos, possibilitando grande produtividade, uniformidade de crescimento e qualidade tecnológica da madeira produzida, além de resistência a pragas e doenças, e melhor uso dos recursos hídricos e nutricionais do solo.

Dentre os métodos de propagação vegetativa, a miniestaquia é uma prática que tem sido bastante utilizada. Segundo Silva e outros (2008), um estudo realizado em 15 empresas florestais constatou que 85 % das mudas de eucalipto produzidas eram por propagação vegetativa com o uso de miniestacas, sendo a principal fonte destas, o minijardim clonal, enquanto os 15 % restantes, via sementes. Alfenas e outros (2004) definiram a miniestaquia como a quebra da dominância apical pela poda da macroestaca enraizada, a qual emite novas brotações (miniestacas) para o enraizamento e a formação de futuras mudas em intervalos variáveis, em função da época do

ano, de condições estruturais, de clone por espécie e de condições nutricionais.

Ferrari e outros (2004) estabeleceram, em linhas gerais, os principais procedimentos para a obtenção de mudas de qualidade. Segundo esses autores, recomenda-se a seleção de miniestacas com 3 a 5 cm de altura e 1 a 3 pares de folhas recortadas transversalmente, as quais serão colocadas para enraizar em casa de vegetação, com umidade relativa acima de 80 % e temperatura controlada, por um período de 15 a 30 dias. Após esse período, as mudas devem ser colocadas em local sombreado, onde serão submetidas a uma adaptação, a condições de baixa umidade, durante 10 a 15 dias. Em seguida, as mudas devem ser rustificadas a pleno sol, cujo objetivo é prepará-las fisiologicamente para o plantio e para as primeiras semanas que o sucedem, buscando acúmulo de reserva nutricional e resistência ao estresse, provocado pelas atividades de plantio. Dessa forma, ao fim do processo de produção, o tempo requerido para que a muda de eucalipto possa ser plantada em local definitivo compreende entre 90 e 120 dias (EMBRAPA FLORESTAS, 2010).

### **2.3 Relações hídricas em eucalipto**

Segundo Pereira (2006), a água é um fator ambiental de grande importância para as plantas, atuando em diversos processos fisiológicos: atua como reagente e produto da atividade fotossintética, transporte de solutos e gases, afeta a divisão e o crescimento celular, influencia na turgescência das raízes, participa dos processos de abertura e fechamento dos estômatos, afeta a viscosidade e a permeabilidade do protoplasma e a atividade das enzimas envolvidas, é um produto final da atividade respiratória, possui efeito resfriante e afeta a translocação de assimilados.

O estresse por deficiência hídrica é produzido tanto pela limitação de água no solo, quanto por perda excessiva pela transpiração, em relação à absorção feita pelas raízes, sendo estes processos influenciados por fatores



ambientais e por características da própria planta (SANT'ANNA, 2009). Segundo Martins e outros (2010), todos os processos de crescimento e desenvolvimento da planta podem ser afetados pela deficiência hídrica no tecido, que acarreta na desidratação do protoplasto, diminuição do volume celular e aumento da concentração de solutos.

Em espécies perenes como o eucalipto, tem-se observado que os genótipos tolerantes à seca são pouco produtivos, pois os mecanismos de tolerância envolvem custos metabólicos, a exemplo do fechamento estomático, da produção de compostos osmoprotetores e do aprofundamento do sistema radicial, em detrimento do crescimento da parte aérea (CHAVES e outros, 2009; PAULA e outros, 2012). Espécies de eucalipto apresentam diferentes respostas ao déficit hídrico. *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus saligna*, por exemplo, evitam o estresse aumentando a profundidade do sistema radicial, ao passo que *Eucalyptus leucoxylon* e *Eucalyptus platypus* apresentam baixo potencial osmótico e capacidade de ajustar ao máximo o módulo elástico das células (WHITE e outros, 2000).

Cha-um e Kirdmanee (2010) observaram que *Eucalyptus camaldulensis*, quando submetido ao déficit hídrico, registra alterações na degradação de pigmentos fotossintéticos, aumento no conteúdo de prolina, alteração no rendimento fotoquímico do fotossistema II e redução em características de crescimento, principalmente, na área foliar.

De modo geral, as plantas submetidas à deficiência hídrica recorrem a algumas estratégias que auxiliam na tolerância à seca, tais como perda das folhas e diminuição da área foliar, reduzindo a transpiração; perda das raízes superficiais e proliferação das profundas; ajustamento osmótico para manutenção do turgor celular, formação de ceras sobre a superfície foliar, presença de tricomas para reflexão da luz e alterações na dissipação de energia das folhas (TAIZ e ZEIGER, 2013).

## **2.4 Reguladores vegetais de crescimento**

Segundo Taiz e Zeiger (2013), os hormônios e seus análogos sintéticos, os reguladores de crescimento e biorreguladores, participam na regulação de muitos processos vegetais, como a divisão celular, morfogênese, alongamento, biossíntese de compostos e senescência; entretanto, vários estudos ainda são necessários para elucidar as interações entre níveis de biorreguladores aplicados, o momento de uso exógeno e a reação do genótipo em determinado ambiente, e com estas respostas começar a esclarecer o mecanismo de ação destes reguladores em cada situação específica.

Os reguladores de crescimento têm sido bastante utilizados para promoção do crescimento em diversas culturas, tendo ênfase a utilização das giberelina, auxina e citocinina.

O ácido indolacético tem um papel-chave na formação de raízes, na dominância apical e em tropismos e senescência, atuando também em alongamento, divisão e diferenciação celular (LJUNG e outros, 2002). As citocininas têm papel de promotoras da divisão celular, germinação de sementes, diferenciação de cloroplastos, desenvolvimento de gemas laterais, ciclo celular e dominância apical, dentre outros eventos (SAKAKIBARA, 2006). O ácido giberélico possui efeito marcante no processo de germinação de sementes, ativando enzimas hidrolíticas que atuam no desdobramento das substâncias de reserva da semente, e atuam também estimulando o alongamento e a divisão celular (VIEIRA e MONTEIRO, 2002).

Os reguladores de crescimento e micronutrientes, aplicados como bioestimulantes, têm por função fornecer substâncias análogas aos fitohormônios produzidos pelas plantas (auxinas, citocininas e giberelinas) e ativar rotas metabólicas importantes nos processos de divisão, aumento no volume e diferenciação celular (TAIZ e ZEIGER, 2013).

## 2.5 O bioestimulante vegetal Stimulate®

Os bioestimulantes surgiram da junção dos reguladores vegetais, como descrito no último tópico, visando, assim, ativar rotas metabólicas importantes nos processos de divisão, com aumento no volume e diferenciação celular (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os bioestimulantes vegetais são substâncias e materiais, com exceção de nutrientes e pesticidas, que, quando aplicados na planta e em sementes, têm a capacidade de modificar seus processos fisiológicos, proporcionando benefícios potenciais para o crescimento, desenvolvimento e /ou respostas ao estresse (DU JARDIN, 2012).

Os efeitos fisiológicos dos bioestimulantes dependem de muitos parâmetros: a dose aplicada e a formulação, o tipo de espécie, as condições ambientais, incluindo a disponibilidade dos nutrientes etc. Qualquer benefício é, portanto, potencial e condicional (DU JARDIN, 2012).

O Stimulate® é um bioestimulante vegetal comercial, fabricado pela Stoller do Brasil LTDA, que, nos últimos anos, vem sendo alvo de pesquisas para utilização em diversas culturas, como olericultura e fruticultura (BALDO, 2009). O Stimulate® possui, em sua composição química, três reguladores vegetais: o ácido indolbutírico (0,005 %), o qual é transformado pelo metabolismo da planta em AIA (ácido indolacético), uma auxina que estimula o alongamento celular; a cinetina (0,009 %), que atua na divisão celular; e o ácido giberélico (0,005 %), que atua em diversos passos do metabolismo das plantas, inclusive no processo de germinação das sementes (LIMA e outros, 2003).

O Stimulate® possui a capacidade de estimular o desenvolvimento radicial, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer também o equilíbrio hormonal da planta (SANTOS, 2004). Este produto tem sido utilizado em diversas culturas, com resultados satisfatórios, atuando no crescimento da parte aérea de algumas culturas, como amoreira-preta cv. Brazos e Guarani (DIAS e outros, 2012) e fumo (*Nicotiana*

*tabacum* L.) (VIEIRA e ALMEIDA, 2010); e no sistema radicial das plantas, como em três espécies de *Annonaceae* (SILVA, 2008). O bioestimulante também promove efeitos que minimizam danos em plantas submetidas ao estresse hídrico, como em árvores de *Betula papyrifera* (RICHARDSON e outros, 2004), e atua no diâmetro do colo em plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) cv. Delta Opal, cultivadas com irrigação intermitente (BALDO e outros, 2009). O Stimulate® também promove efeito na redução do estresse por elementos tóxicos para as plantas. Em girassol, a concentração estimada de 3,3 mL L<sup>-1</sup> de Stimulate® promove incremento de 163 % na emergência de plântulas em condições de estresse por alumínio tóxico (COUTO e outros, 2012).

O Stimulate® também induz respostas positivas no crescimento de raiz e parte aérea das plantas, simultaneamente, assim como na germinação das sementes. Em tamarindeiro, Dantas e outros (2012) observaram que Stimulate® promove incremento em altura e nas massas secas da parte aérea e da raiz das plantas. Sementes de girassol submetidas ao contato com Stimulate®, em concentrações de 3,0 a 4,0 mL L<sup>-1</sup>, durante 4 horas, têm maior porcentagem de germinação, originando plântulas mais vigorosas e reduzindo a porcentagem de plântulas anormais. Entretanto, períodos prolongados de pré- embebição aumentam a porcentagem de plântulas anormais (SANTOS e outros, 2013).

## **2.6 Bioestimulantes vegetais e sua relação com a tolerância ao estresse abiótico**

Os bioestimulantes promovem uma tolerância aos estresses abióticos, e muitos destes efeitos são baseados na sua habilidade de influenciar a atividade hormonal das plantas, o que favorece uma resposta ao crescimento das mesmas (LONG, 2006). Quando as plantas estão submetidas a estresse, os radicais livres danificam suas células, mas a ação dos antioxidantes é capaz de diminuir a toxicidade desses radicais. O

bioestimulante reforça a atividade antioxidante, que aumenta o sistema de defesa das plantas. Plantas com altos níveis de antioxidantes melhoram o crescimento do sistema radicial e da parte aérea, mantendo um alto conteúdo de água nas folhas e baixa incidência de doenças, tanto em condições ideais de cultivo, quanto sob estresse ambiental (HAMZA e SUGGARS, 2001).

Segundo Ferrini e Nicese (2002), a utilização dos bioestimulantes serve como alternativa potencial à aplicação de fertilizantes para estimular a produção de raízes, especialmente em solos com baixa fertilidade e baixa disponibilidade de água. Quando as plantas estão estressadas e são submetidas ao tratamento com bioestimulantes, elas se desenvolvem melhor, pois seus sistemas de defesa se tornam mais eficientes, devido ao incremento nos seus níveis de antioxidantes (KARNOK, 2000).

**EXPERIMENTO I:**  
**EFEITOS DO STIMULATE® NO CRESCIMENTO INICIAL DE**  
**MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* CLONE AEC 144**

**3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no período de setembro de 2013 e janeiro de 2014, no viveiro comercial de mudas da Tecnoverde, localizado em Vitória da Conquista – BA, que possui coordenadas geográficas de 14° 51' de latitude sul e 40° 50' de longitude oeste de Greenwich, com altitude de 937 m. O clima da região é classificado como Tropical de Altitude, com temperatura média anual de 19,5 °C e precipitação pluviométrica oscilando entre 700 e 1000 mm anuais, tendo como período mais chuvoso os meses de novembro a março.

As mudas foram produzidas a partir de miniestacas do clone AEC 144 (*Eucalyptus urophylla*), obtidas em minijardim clonal. A escolha desse clone se deu em função da sua reconhecida tolerância a restrições hídricas (FERNANDES e outros, 2015), que costumam ocorrer na região em que o experimento foi conduzido.

As miniestacas foram selecionadas apresentando comprimento médio de 5 a 7 cm, contendo de dois a três pares de folhas seccionadas ao meio, reduzindo 50 % de sua superfície foliar. Imediatamente, após a coleta, as miniestacas tiveram suas extremidades basais submetidas ao contato com as soluções de Stimulate®, durante 20 minutos, visando possibilitar a absorção do bioestimulante.

As soluções de Stimulate® foram preparadas no dia anterior à sua aplicação, no laboratório de Fisiologia Vegetal, e foram mantidas em geladeira até o momento da aplicação.

Após o contato com a solução, as miniestacas foram transplantadas em tubetes de 54 cm<sup>3</sup> de capacidade volumétrica, contendo substrato constituído de vermiculita e composto orgânico à base de casca de côco, na

proporção de 1:1 (v/v), enriquecido com adubação à base de macro e micronutrientes, conforme recomendação de Oliveira Júnior e outros (2011).

### **3.1 Tratamentos e delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 7 x 3, no qual os tratamentos corresponderam a soluções de Stimulate® em diferentes concentrações (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 mL L<sup>-1</sup>) e três épocas de avaliação (70, 85 e 100 dias), totalizando 21 tratamentos, com cinco repetições e quatro plantas por parcela, perfazendo um total de 420 plantas, sendo 140 para cada época de avaliação, conforme relacionados abaixo:

- 1- Concentração 0 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 70 dias
- 2- Concentração 5 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 70 dias
- 3- Concentração 10 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 70 dias
- 4- Concentração 15 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 70 dias
- 5- Concentração 20 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 70 dias
- 6- Concentração 25 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 70 dias
- 7- Concentração 30 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 70 dias
- 8- Concentração 0 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 85 dias
- 9- Concentração 5 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 85 dias
- 10- Concentração 10 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 85 dias
- 11- Concentração 15 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 85 dias
- 12- Concentração 20 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 85 dias
- 13- Concentração 25 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 85 dias
- 14- Concentração 30 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 85 dias
- 15- Concentração 0 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 100 dias
- 16- Concentração 5 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 100 dias
- 17- Concentração 10 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 100 dias
- 18- Concentração 15 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 100 dias
- 19- Concentração 20 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 100 dias

20- Concentração 25 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 100 dias

21- Concentração 30 mL L<sup>-1</sup> X Avaliação aos 100 dias

Depois de efetuado o transplântio das miniestacas, os tubetes foram agrupados em bandejas apropriadas, com irrigação intermitente, em sistema de microaspersão.

### 3.2 Características avaliadas

Durante a realização do experimento, aos 70, 85 e 100 dias após o transplântio, foram avaliadas as seguintes características:

- Altura de plantas (H), tomando-se como padrão a gema terminal (meristema apical), medida com régua graduada;
- Diâmetro de colo (D), medido com paquímetro digital;
- Comprimento da raiz principal (C), medido com régua graduada;
- Índice SPAD, utilizando-se clorofilômetro marca Minolta, modelo SPAD/502, em quatro folhas completamente expandidas e fisiologicamente maduras, localizadas na porção mediana da miniestaca. Para cada planta, considerou-se o índice SPAD como resultante da média aritmética dessas quatro folhas;
- Área foliar total (AF), utilizando-se Medidor de Área Foliar LI-COR (modelo LI-310);
- Peso da massa seca. Para esta avaliação, as mudas foram separadas em raiz e parte aérea, individualmente acondicionadas em embalagens de papel, submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, durante 48 horas, ou até que o material vegetal atingisse peso constante. Em seguida, foram verificados os pesos da massa seca de raiz (MR), parte aérea (MPA) e total (MT), utilizando-se de balança de precisão 0,001 mg;



### **3.3 Análise estatística**

Os resultados obtidos das avaliações foram submetidos às análises de homogeneidade (Teste de Bartlett) e normalidade (Teste de Lilliefors) das variâncias, conforme recomendação de Banzatto e Kronka (2006). Quando necessário, os dados foram transformados com o uso do programa ASSISTAT VERSÃO 7.7 BETA (SILVA, 2008). Os dados de AF, MPA, MR, MPAR foram transformados usando  $(Y + 1)^{0.5}$ . Para o estudo dos fatores épocas de avaliação e concentração de Stimulate®, os dados foram submetidos à análise de variância com uso do programa SISVAR (FERREIRA, 2011), sendo realizado o desdobramento, quando houve efeito significativo da interação. Para as médias dos tratamentos, foram ajustadas equações de regressão polinomial. As equações matemáticas selecionadas obedeceram ao critério de maior coeficiente de determinação e melhor explicação biológica para a característica.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com os resultados, os dois fatores – concentração da solução de Stimulate® e época de avaliação – produziram efeitos significativos, quando analisados isoladamente, para as características altura, comprimento da raiz principal, índice SPAD, massa seca de parte aérea, massa seca de raiz e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz. Além disso, a interação entre esses fatores também se mostrou significativa, e por este motivo foi feito o desdobramento da interação para as características altura e comprimento da raiz principal das mudas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV), em relação à altura de planta (H), diâmetro do colo (D), comprimento da raiz principal (R), índice SPAD, área foliar (AF), massa seca de parte aérea (MPA), massa seca de raiz (MR) e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz (MPAR) em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, produzidas a partir de miniestacas previamente imersas em soluções de Stimulate® a diferentes concentrações.

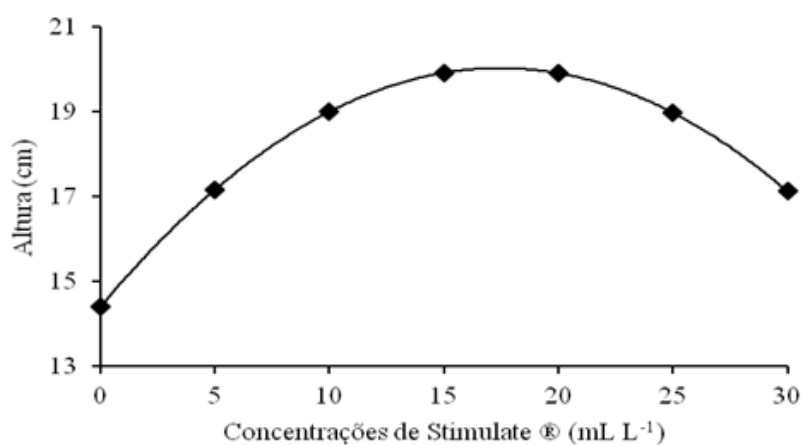
FV	GL	Quadrados médios							
		H	D	R	SPAD	AF	MPA	MR	MPAR
Época de avaliação (E)	2	168,9115*	3,6195 <sup>NS</sup>	16,6990*	1.364,0630*	40,4764*	0,1856*	0,0396*	0,1935*
Concentrações de Stimulate® (C)	6	211,6645 <sup>NS</sup>	0,8443 <sup>NS</sup>	130,4403*	166,0505 <sup>NS</sup>	16,6131 <sup>NS</sup>	0,0470 <sup>NS</sup>	0,0296 <sup>NS</sup>	0,0845 <sup>NS</sup>
(E) x (C)	12	58,0784*	0,2254 <sup>NS</sup>	53,7719*	16,6209 <sup>NS</sup>	2,0314 <sup>NS</sup>	0,0174 <sup>NS</sup>	0,0121 <sup>NS</sup>	0,0596 <sup>NS</sup>
Resíduo	399	3,0862	0,1641	2,5312	20,8205	1,1467	0,0066	0,0061	0,0519
CV (%)		9,58	17,45	11,31	14,75	16,85	6,77	6,73	14,85

\* Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

<sup>NS</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ ) pela análise de variância.

#### 4.1 Altura de plantas e comprimento da raiz principal

Em relação ao crescimento em altura, a interação foi significativa ( $p < 0,05$ ) para a avaliação de 85 dias, apresentando efeito quadrático e  $CV = 9,58 \%$ . Considerando-se esta época de avaliação, os resultados mostraram que o Stimulate® na concentração  $17,45 \text{ mL L}^{-1}$  proporcionou a formação de mudas com maior altura média (20,03 cm). Em comparação com os demais tratamentos, este resultado representa um incremento de 28,16 % em relação ao controle (Figura 1).



Equação de regressão:  $\hat{Y}^* = 14,3935 + 0,6459 x - 0,0185x^2$  ( $R^2 = 1$ )  
Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

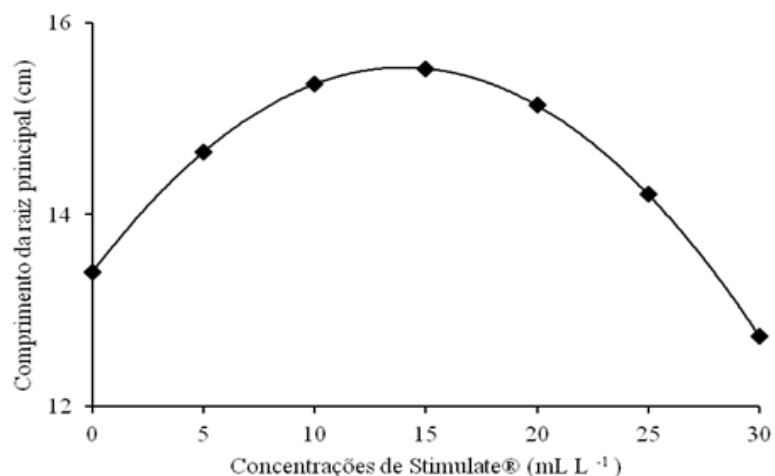
**Figura 1.** Altura de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, produzidas a partir de miniestacas previamente imersas em soluções de Stimulate® a diferentes concentrações, aos 85 dias após o plantio.

Segundo Xavier e outros (2009), a altura ideal para mudas destinadas a plantios comerciais varia entre 20 a 40 cm. As mudas com 70 e 100 dias de

idade não responderam significativamente ao Stimulate®, apresentando médias de 17,38 e 19,53 cm, respectivamente.

A presença de ácido giberélico na composição do Stimulate® é a mais provável justificativa para que as mudas tratadas com esse bioestimulante tenham atingido alturas médias superiores às do tratamento controle. O ácido giberélico, que constitui o grupo hormonal das giberelinas, quando em baixas concentrações, tem a capacidade de ativar a produção das enzimas XET (xiloglucana endotransglicosilase), que promovem o afrouxamento da parede celular, e, por consequência, o crescimento do tecido; esse crescimento, contudo, é inibido, quando o ácido giberélico se encontra em concentrações mais elevadas (TAIZ e ZEIGER, 2013).

No que se refere ao comprimento da raiz principal, houve significância, tanto em relação aos fatores avaliados isoladamente, como em relação à interação entre os fatores (Tabela 1). A interação dos fatores mostrou significância apenas aos 85 dias com CV = 11,31 %, com comportamento quadrático e maior comprimento da raiz principal de 15,53 cm na concentração 14 mL L<sup>-1</sup> (Figura 2), sendo este um incremento de 13,67 % em relação ao tratamento controle.



Equação de regressão:  $\hat{Y}^* = 13,4065 + 0,304x - 0,0109x^2$  ( $R^2 = 1$ )

\*Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

**Figura 2.** Comprimento da raiz principal de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, previamente imersas em soluções de Stimulate® a diferentes concentrações, aos 85 dias após o plantio.

Em geral, a maior capacidade de enraizamento é uma característica desejável para mudas de qualidade, porque pode favorecer posteriormente o estabelecimento das mudas no campo. O estímulo ao crescimento da raiz principal, promovido pelo Stimulate®, pode ser um reflexo da presença de ácido indolbutírico (IBA) em sua composição, pois as auxinas fazem parte do grupo que apresenta o maior efeito na formação de raízes em estacas (FACHINELLO e outros, 2005). O IBA, em baixas concentrações, tem a capacidade de estimular o crescimento do sistema radicial (TAIZ e ZEIGER, 2013), e tem sido utilizado para esta finalidade, com resultados positivos, em estudos com *Eucalyptus* spp. (WENDLING e outros, 2000), *Eucalyptus grandis* (TITON e outros, 2003) e *Eucalyptus cloeziana* (ALMEIDA e outros, 2007).

Outro fator que pode ter afetado o crescimento da raiz principal é a presença de citocininas no Stimulate®. Segundo Taiz & Zeiger (2013), as citocininas podem regular a divisão celular *in vivo*, atuando no aumento do tamanho do meristema apical da raiz, que é sua principal fonte, podendo desempenhar papel importante na regulação da proliferação de células iniciais e da vascularização da raiz. A presença de citocininas em concentração expressiva na composição do Stimulate® (0,009 %), em comparação com auxinas e giberelinas, pode ter favorecido este incremento no crescimento radicial, mesmo levando-se em conta o crescimento simultâneo das mudas em altura.

#### **4.2 Índice SPAD e área foliar**

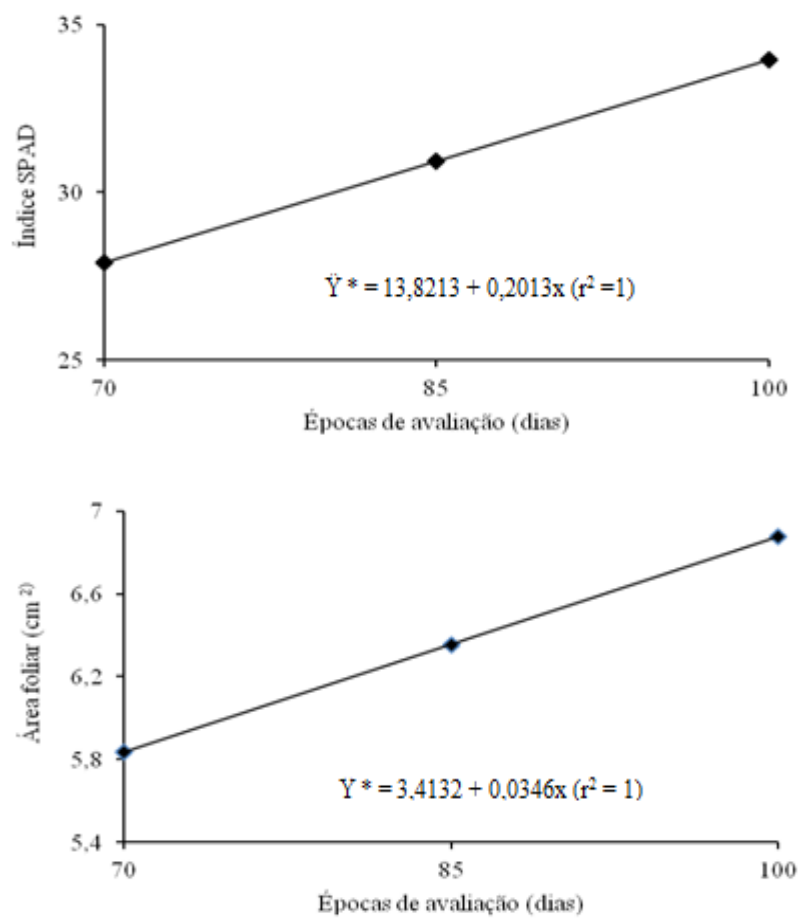
A aplicação do Stimulate® não diferiu do tratamento controle em relação ao índice SPAD e área foliar (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios de índice SPAD e área foliar (AF) em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, produzidas a partir de miniestacas previamente imersas em soluções de Stimulate® a diferentes concentrações, avaliadas aos 70, 85 e 100 dias após o plantio.

Concentrações de Stimulate® (mL L <sup>-1</sup> )	Valores médios					
	SPAD			AF (cm <sup>2</sup> )		
	70	85	100	70	85	100
0	25,59	31,33	35,04	29,44	30,48	56,61
5	27,76	31,70	34,39	32,68	36,47	50,11
10	27,80	31,95	33,82	35,10	40,55	48,37
15	27,71	32,08	33,33	36,72	42,70	47,70
20	27,50	32,09	32,93	37,54	42,93	47,19
25	27,15	31,98	32,61	37,55	41,23	47,75
30	26,68	31,75	32,36	36,75	37,62	49,07
Médias	27,17	31,84	33,50	35,11	38,85	49,54

Nessas duas variáveis, diferenças significativas foram registradas somente em relação às épocas de avaliação aos 100 dias, as maiores médias do índice SPAD e AF foram 33,95 e 47,87 cm<sup>2</sup>, respectivamente, sem influência do Stimulate® (Figura 3).





\*Valores transformados pela equação  $(Y + 1)^{0.5}$

**Figura 3.** Índice SPAD e área foliar de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, previamente imersas em soluções de Stimulate®, avaliadas em três épocas.

Este resultado é diferente do esperado para a variável área foliar, visto que com a ação conjunta da auxina e giberelina esperava-se um crescimento celular

(aumento do tamanho das células pela extensão da parede celular) e crescimento foliar (folhas bem jovens funcionam como centros ativos de síntese de auxinas) (SANCHES, 2000). Esta ausência de resposta do Stimulate® para a área foliar pode ser explicada por Salisbury e Ross (1994) e Cato (2006), segundo os quais a resposta do vegetal a um determinado hormônio, seja de promoção, inibição ou alteração metabólica, deve se atrelar aos seguintes quesitos: estar na quantidade suficiente nas células adequadas; ser reconhecido e capturado, em geral, por receptores específicos localizados na membrana plasmática de células vegetais; e ter seus efeitos amplificados por mensageiros secundários.

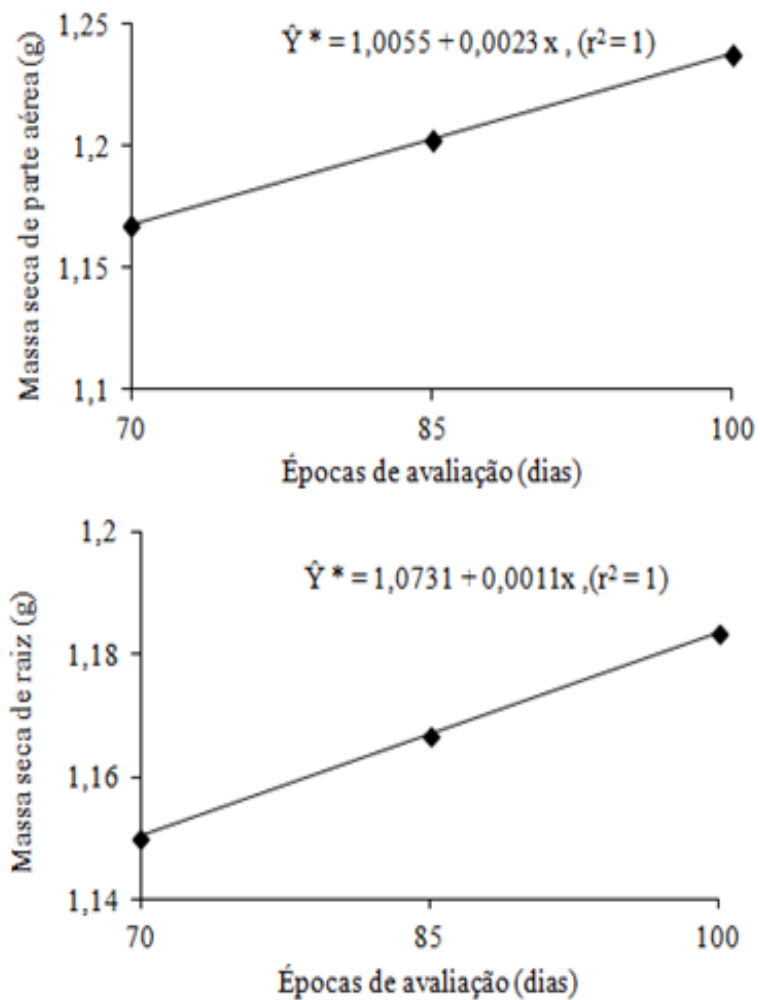
#### **4.3 Massas secas de parte aérea e de raiz e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz**

O acúmulo de massa foi considerado pouco expressivo e isso pode ser um reflexo do curto intervalo de tempo estabelecido para as avaliações. A massa seca de parte aérea, raiz e relação entre massa seca de parte aérea e de raiz não foram alteradas pela presença do Stimulate® (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios de massa seca de parte aérea (MPA), massa seca de raízes (MR) e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz (MPAR), em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, produzidas a partir de miniestacas previamente imersas em soluções de Stimulate® a diferentes concentrações, avaliadas aos 70, 85 e 100 dias após o plantio.

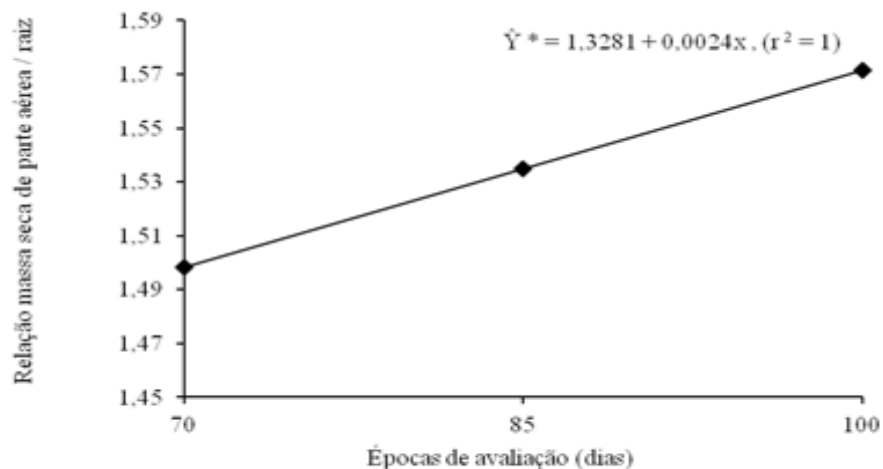
Concentrações de Stimulate® (mL L <sup>-1</sup> )	Valores médios								
	MPA (g)			MR (g)			MPAR		
	70	85	100	70	85	100	70	85	100
0	0,37	0,34	0,616	0,27	0,28	0,41	1,37	1,21	1,50
5	0,37	0,41	0,6	0,31	0,34	0,447	1,19	1,20	1,34
10	0,37	0,45	0,59	0,34	0,38	0,45	1,08	1,18	1,31
15	0,38	0,47	0,57	0,36	0,39	0,44	1,05	1,17	1,28
20	0,39	0,46	0,55	0,36	0,39	0,42	1,08	1,15	1,30
25	0,4	0,43	0,51	0,34	0,38	0,39	1,17	1,13	1,30
30	0,41	0,38	0,45	0,31	0,34	0,34	1,32	1,11	1,32
Média	0,38	0,42	0,56	0,33	0,36	0,41	1,184	1,17	1,34

As massas secas apresentaram crescimento linear ao longo das épocas de avaliação (Figuras 4 e 5), sendo que os valores foram maiores aos 100 dias, sem a influência do Stimulate®.



\*Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

**Figura 4.** Massas secas de parte aérea e de raiz de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, previamente imersas em soluções de Stimulate®, avaliadas em três épocas.



\*Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

**Figura 5.** Relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, previamente imersas em soluções de Stimulate®, avaliadas em três épocas.

Embora os resultados obtidos não tenham sido expressivos para o acúmulo de massa seca, Cruz e outros (2010) consideram importante avaliar a produção de matéria seca das plantas, porque esta característica geralmente está associada a altas taxas fotossintéticas, sendo desejável que essas variáveis se encontrem no seu máximo. Por outro lado, Carneiro (1995) afirma que a classificação da qualidade das mudas não deve se basear apenas na avaliação do peso da fitomassa. Segundo esse autor, quando se considera o sistema radicial, por exemplo, o peso das raízes finas é quase sempre desprezível; entretanto, o grande número dessas raízes pode ter fundamental importância para a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas após o plantio, pois as raízes finas apresentam alta quantidade de pelos absorventes, que têm a função

de absorver água e nutrientes do solo. O ideal, portanto, é estabelecer associações entre as avaliações fisiológicas e outros parâmetros fitotécnicos.

## 5 CONCLUSÕES

Em termos de expansão linear, as mudas registraram significativo crescimento em relação à altura e ao comprimento da raiz principal, embora o diâmetro do coleto não tenha se alterado durante o período experimental. O Stimulate® promoveu maior crescimento em mudas aos 85 dias de idade: na concentração 17,45 mL L<sup>-1</sup>, tornou as plantas mais altas, ao passo que, na concentração 14 mL L<sup>-1</sup>, favoreceu a expansão da raiz principal. O Stimulate® não afetou as variáveis como índice SPAD e área foliar, cujos valores aumentaram naturalmente com o tempo. As massas secas da parte aérea e da raiz registraram aumentos lineares em todo o período, mas estes não foram influenciados pelo Stimulate®.

**EXPERIMENTO II:**  
**AÇÃO DO STIMULATE® EM MUDAS DE *Eucalyptus urophylla*, CLONE AEC 144, SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

**6 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em setembro de 2014, e conduzido em casa de vegetação localizada no campo agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de Vitória da Conquista.

As mudas de *Eucallyptus urophylla* utilizadas no experimento se originaram do clone AEC 144, com 100 dias de idade, apresentando dimensões médias de 30 cm de altura, 3 mm de diâmetro do coleto e 4 pares de folhas.

Depois de produzidas em tubetes, as mudas foram transplantadas em vasos preenchidos com solo representativo do campo agropecuário da UESB, o qual foi previamente adubado, conforme análise química (Tabela 2), a fim de atender às demandas nutricionais tradicionalmente estabelecidas para a cultura do eucalipto (RIBEIRO e outros, 1999). Os vasos possuíam capacidade para 16 L e algumas perfurações na sua base, a fim de permitir o escoamento do excesso de água. Após o transplântio, as mudas foram submetidas a um período de três dias de aclimação, em casa de vegetação com restrição luminosa de 50 %, sendo plenamente irrigadas, de modo a manter a umidade do solo sempre próxima à capacidade de campo.



**Tabela 4.** Características químicas do solo utilizado como substrato para o transplântio das mudas em vasos.

ph	P (Mehlich) mg/dm <sup>3</sup>	Cmol/dm <sup>3</sup> de solo								%	
		K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	SB	T	T	V	m
5,5	2	0,26	2	0,9	0,1	2,1	3,2	3,3	5,4	59	3

### 6.1 Tratamentos e delineamento experimental

O presente experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 x 3, cujos tratamentos foram constituídos de soluções de Stimulate® com cinco concentrações (0, 10, 20, 30, 40 mL L<sup>-1</sup>) e três regimes hídricos, assim definidos: irrigação plena, com fornecimento de água contínuo, a fim de manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo (RH 100 %); irrigação parcial, com fornecimento de água a 50 % da quantidade estabelecida para o regime hídrico de irrigação plena (RH 50 %); e suspensão total da irrigação (RH 0 %). Os 15 tratamentos tiveram cinco repetições, com uma planta por parcela, totalizando 75 plantas.

- 1- Concentração 0 mL L<sup>-1</sup> X RH 100 %
- 2- Concentração 0 mL L<sup>-1</sup> X RH 50 %
- 3- Concentração 0 mL L<sup>-1</sup> X RH 0 %
- 4- Concentração 10 mL L<sup>-1</sup> X RH 100 %
- 5- Concentração 10 mL L<sup>-1</sup> X RH 50 %
- 6- Concentração 10 mL L<sup>-1</sup> X RH 0 %
- 7- Concentração 20 mL L<sup>-1</sup> X RH 100 %
- 8- Concentração 20 mL L<sup>-1</sup> X RH 50 %

- 9- Concentração 20 mL L<sup>-1</sup> X RH 0 %
- 10- Concentração 30 mL L<sup>-1</sup> X RH 100 %
- 11- Concentração 30 mL L<sup>-1</sup> X RH 50 %
- 12- Concentração 30 mL L<sup>-1</sup> X RH 0 %
- 13- Concentração 40 mL L<sup>-1</sup> X RH 100 %
- 14- Concentração 40 mL L<sup>-1</sup> X RH 50 %
- 15- Concentração 40 mL L<sup>-1</sup> X RH 0 %

## **6.2 Aplicação do Stimulate® e implementação dos regimes hídricos**

O Stimulate® foi aplicado à parte aérea das mudas nas primeiras horas da manhã (entre 8 e 9 h), com o uso de um pulverizador manual, tipo spray, sem a adição de qualquer óleo vegetal. Foram efetuadas duas aplicações, sendo a primeira no 3º dia do transplântio das mudas, após o período de aclimatação, e a segunda no 13º dia, após o transplântio. Em cada aplicação, as plantas foram molhadas intensamente com as soluções de Stimulate®, usando-se volume de 50 mL planta<sup>-1</sup>, com o cuidado de uniformizar a distribuição do bioestimulante em toda a planta.

Os regimes hídricos foram implementados aos sete dias após a primeira aplicação do Stimulate®, ou seja, no 10º dia após o transplântio. Nos vasos em que as plantas foram plenamente irrigadas, a umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo, e definida como a máxima retenção de água no substrato, após a drenagem do seu excesso.

## **6.3 Monitoramento do teor de umidade do solo**

O monitoramento do teor de umidade do solo foi realizado, inicialmente, em três vasos à parte, preenchidos com o mesmo solo utilizado nos vasos do

experimento. A água foi adicionada ao solo até o mesmo atingir a capacidade de campo, registrando-se o seu peso. Após 48 h e constatada a drenagem natural do solo, registrou-se novamente o peso dos vasos. A diferença entre as duas pesagens serviu como referência para se estabelecer a quantidade de água a ser reposta aos demais vasos, com base na verificação do seu peso, a cada 48 h. Em relação ao regime hídrico parcialmente irrigado, o fornecimento de água correspondeu a 50 % da quantidade fornecida ao tratamento plenamente irrigado. No terceiro regime hídrico, houve suspensão total da irrigação.

Durante o período em que mudas foram submetidas aos regimes hídricos, avaliaram-se algumas características fisiológicas e morfológicas, sendo que a periodicidade de avaliações foi condicionada ao caráter destrutivo do material vegetal, inerente às especificidades de cada método. O experimento foi finalizado, quando as plantas apresentaram sinais visíveis de estresse hídrico, como o murchamento das folhas em comparação com as plantas totalmente irrigadas.

#### **6.4 Características fisiológicas avaliadas**

A partir da implementação dos regimes hídricos, foram avaliadas as seguintes características:

- Potencial hídrico foliar ( $\Psi_w$ ): aferido com periodicidade semanal, sempre no início da manhã (entre 5 e 6 h), conforme Scholander e outros (1965). Esta característica foi avaliada em uma única folha por planta, localizada na parte mediana da planta. Imediatamente, após terem sido coletadas, as folhas foram acondicionadas em envelopes impermeáveis e mantidas num isopor com gelo, objetivando reduzir ao mínimo os riscos de perda de umidade durante o transporte do material até o laboratório de Fisiologia Vegetal;

- Teor relativo de água (TRA): aferido com periodicidade semanal, sempre nas mesmas folhas e horário em que se avaliou o  $\Psi_w$ . Em cada folha, foram retirados oito discos foliares e registrou-se o peso da sua massa fresca (PF), em uma balança de precisão. Os discos foliares foram então imersos em água destilada por 24 horas e registrou-se o peso desse material vegetal, em estado provável de turgescência (PT). Em seguida, os discos foliares foram submetidos à secagem em estufa, com circulação forçada de ar, a 70 °C, durante 48 horas, e registrou-se o peso da sua massa seca (PS). O TRA foi determinado conforme Weatherley (1950), com base na seguinte fórmula:

$$\text{TRA} = (\text{PF} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS}) \times 100$$

- Fotossíntese líquida potencial: aferida uma única vez, no 15º dia do experimento, após as duas aplicações do Stimulate® e da implementação dos regimes hídricos. Foram avaliadas as trocas gasosas de uma folha no terço médio de cada planta, com um medidor portátil de fotossíntese, do tipo analisador infravermelho de gases (Infrared Gas Analyser) (IRGA LI-6400, LI-COR®, Nebraska/USA). As plantas receberam, durante a mensuração, irradiância de 940 mmol de fótons.  $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , valores determinados pela curva de saturação luminosa para o eucalipto, situando-se entre 800 e 1.000 mmol de fótons.  $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (SILVA e outros, 1998). As leituras foram realizadas entre 8 h e 30 min e 13 h. A escolha desse horário deveu-se ao fato de ser o período em que as plantas apresentam máxima fixação de  $\text{CO}_2$ . Com esse mesmo equipamento, avaliaram-se, também, transpiração, condutância estomática e concentração interna de  $\text{CO}_2$ .

## 6.5 Características morfológicas avaliadas

Estas características foram avaliadas uma única vez, somente no final do experimento:

- Altura de plantas, medida com régua graduada, tomando-se como padrão a gema terminal (meristema apical);
- Diâmetro do colo, medido com paquímetro digital;
- Comprimento da raiz principal, medido com régua graduada;
- Área foliar total, utilizando-se Medidor de Área Foliar LI-COR (modelo LI-310);
- Peso da massa seca: após serem retiradas dos vasos, as mudas foram fracionadas em raiz e parte aérea e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 70 °C, durante 48 horas, ou até o material vegetal atingir peso constante. Em seguida, foram verificados os pesos da massa seca de cada material vegetal (raiz e parte aérea), utilizando-se balança de precisão 0,001 mg.

## **6.6 Análise estatística**

Os resultados obtidos das avaliações foram submetidos às análises de homogeneidade (Teste de Bartlett) e normalidade (Teste de Lilliefors) das variâncias, conforme recomendação de Banzatto e Kronka (2006). Quando necessário, os dados foram transformados, com o uso do programa ASSISTAT VERSÃO 7.7 BETA (SILVA, 2008). Para o estudo dos fatores regimes hídricos e concentração de Stimulate®, os dados foram submetidos à análise de variância com o uso do programa SISVAR (FERREIRA, 2011), sendo realizado o desdobramento, quando houve efeito significativo da interação. Para as médias dos tratamentos, foram ajustadas equações de regressão polinomial. As equações matemáticas selecionadas obedeceram ao critério de maior coeficiente de determinação e melhor explicação biológica para a característica.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram efeito significativo dos fatores concentração da solução de Stimulate® (C) e regime hídrico (RH), analisados isoladamente. Como a interação entre estes fatores também se mostrou significativa, então, procedeu-se o seu desdobramento (Tabelas 5 e 6).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV), em relação a potencial hídrico foliar ( $\Psi_w$ ), teor relativo de água (TRA), transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e fotossíntese líquida ( $A$ ) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de Stimulate®, em três regimes hídricos.

FV	GL	Quadrados médios				
		$\Psi_w$	TRA	$E$	$g_s$	$A$
Concentrações de Stimulate® (C)	4	0,011 <sup>NS</sup>	176,080*	6,616*	0,168*	28,300*
Regime hídrico (RH)	2	0,237*	242,050*	37,773*	0,036*	9,898 <sup>NS</sup>
(C) x (RH)	8	0,019*	95,653 *	3,090*	0,129*	16,000*
Resíduo	60	0,011	8,764	0,014	0,004	5,786
CV (%)		18,70	6,30	6,16	13,13	12,45

\* Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

<sup>NS</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ ) pela análise de variância.

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV), em relação às avaliações de área foliar (AF), altura de planta (H), diâmetro do coleto (D), comprimento da raiz principal (R), massa seca de parte aérea (MPA), massa seca de raiz (MR) e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz (MPAR), em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate®, em diferentes concentrações, em três regimes hídricos.

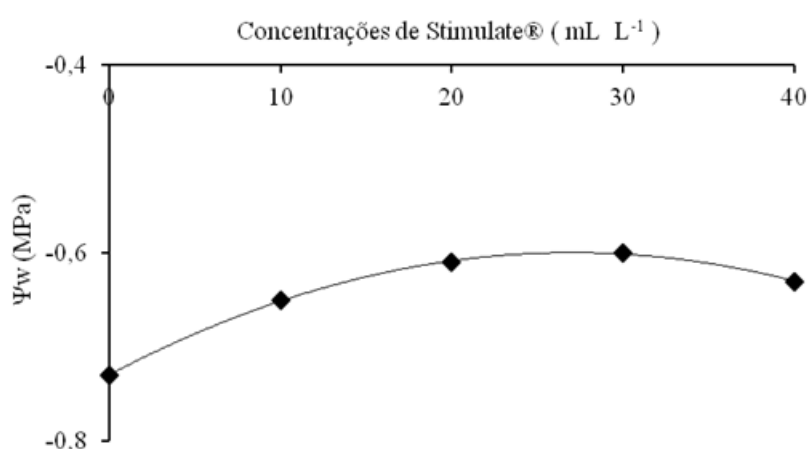
FV	GL	Quadrados médios						
		AF	H	D	R	MPA	MR	MPAR
Concentrações de Stimulate (C)	4	2415,76 <sup>NS</sup>	23,527*	0,524 <sup>NS</sup>	310,435*	0,256 <sup>NS</sup>	0,689 <sup>NS</sup>	0,004 <sup>NS</sup>
Regimes hídricos (RH)	2	6285,03*	30,619*	1,963 <sup>NS</sup>	84,913*	1,106 <sup>NS</sup>	0,008 <sup>NS</sup>	0,006 <sup>NS</sup>
(C) x (RH)	8	1766,83 <sup>NS</sup>	15,389 *	0,249 <sup>NS</sup>	106,762*	0,168 <sup>NS</sup>	0,244 <sup>NS</sup>	0 <sup>NS</sup>
Resíduo	60	327,310	4,470	0,083	9,341	0,608	0,702	0,004
CV (%)		13,20	5,82	6,60	7,61	5,55	6,14	6,81

\* Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

<sup>NS</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ ) pela análise de variância.

## 7.1 Potencial hídrico e teor relativo de água

Em relação ao potencial hídrico ( $\Psi_w$ ), a interação dos fatores foi significativa no regime RH 0 % (Tabela 3), apresentando comportamento quadrático crescente, com CV = 18,70 %, com valor mínimo de - 0,73 MPa no tratamento controle, e o valor máximo de - 0,60 MPa, na concentração de 30 mL L<sup>-1</sup> de Stimulate® (Figura 6).



Equação de regressão:

$$\hat{Y}^* = -0,7297 + 0,0096x - 0,0002x^2, (R^2 = 0,9995)$$

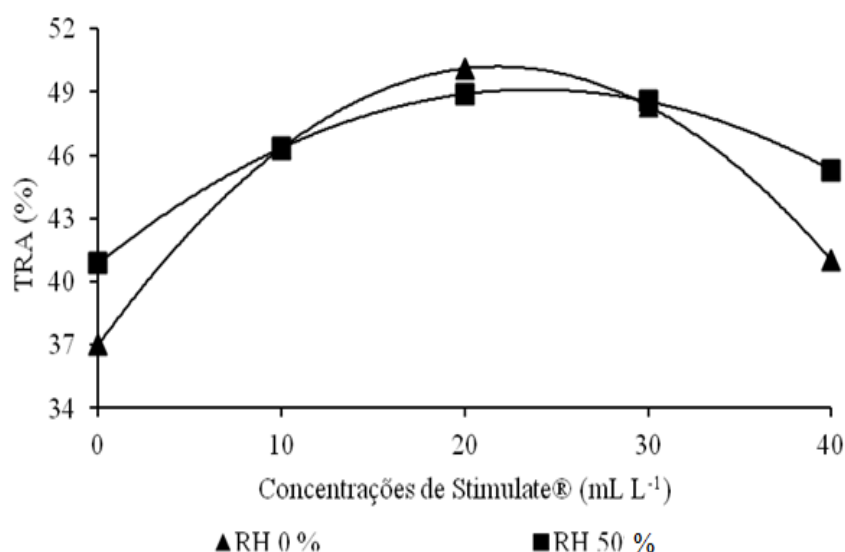
\*Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

**Figura 6.** Potencial hídrico ( $\Psi_w$ ) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob regime hídrico RH 0 %.

O Stimulate® alterou positivamente o estado hídrico da planta no regime RH 0 %. Entretanto, o Stimulate® não influenciou o  $\Psi_w$  nos regimes de RH 50 e RH 100 %, que apresentaram valores médios de - 0,59 e - 0,46 MPa, respectivamente.



A interação dos fatores foi significativa em relação ao TRA (Tabela 5) nos regimes hídricos RH 0 e 50 % (Figura 7), ambos apresentando comportamento quadrático, com valores máximos de 50,24 e 49,13 %, nas concentrações 21,87 e 23,86 mL L<sup>-1</sup>, respectivamente. O Stimulate® contribuiu para preservar o TRA nos tratamentos com restrições hídricas, cujos valores máximos foram superiores em 26,39 % e 16,81 %, respectivamente, em relação ao tratamento controle.



Equações de regressão:

Regime hídrico 0 %,  $\hat{Y}^* = 36,979 + 1,2122x - 0,0278x^2$ , ( $R^2 = 1$ )

Regime hídrico 50 %,  $\hat{Y}^* = 40,877 + 0,6916x - 0,0145x^2$ , ( $R^2 = 1$ )

\*Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

**Figura 7.** Teor relativo de água (TRA) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob regimes hídricos RH 0 % e 50 %.

A manutenção do crescimento depende da pressão de turgor para expansão e divisão celular (TAIZ e ZEIGER, 2013). Quanto maior for o TRA, menor será a redução no crescimento das plantas. A ação do Stimulate® contribuiu para manter o TRA e, provavelmente, as giberelinas

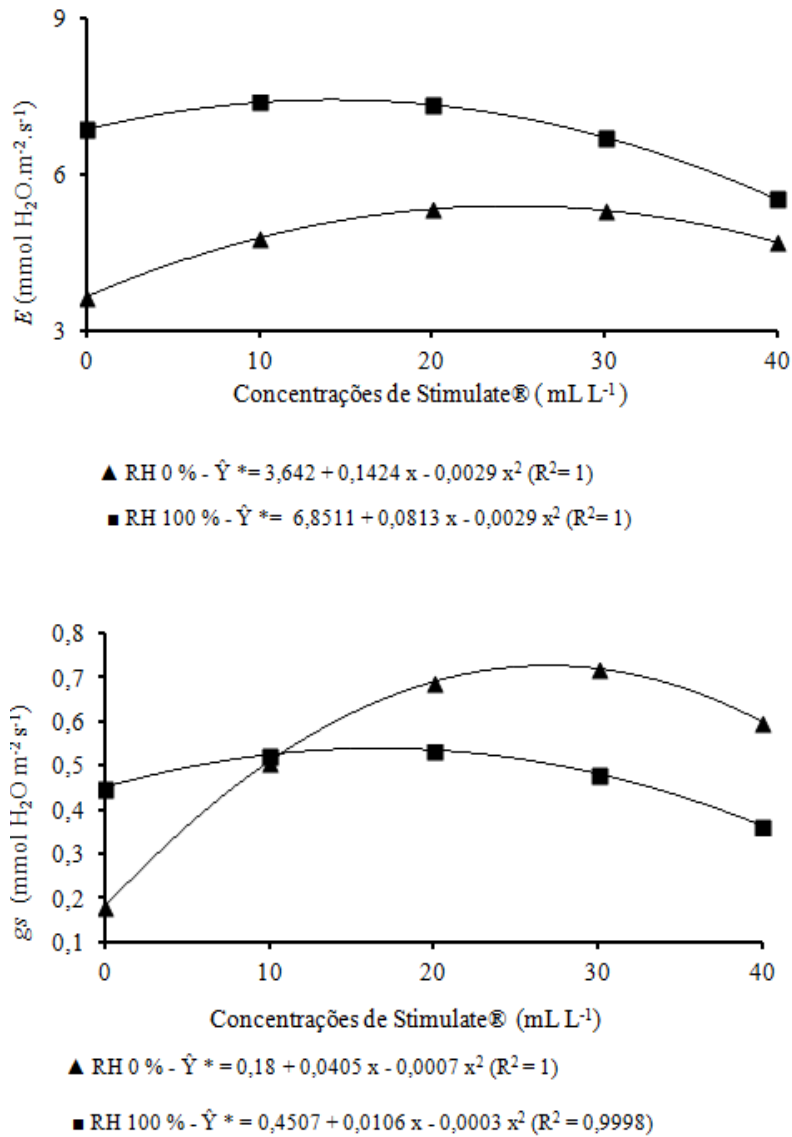
ajudaram a manter a expansão do tecido, contribuindo, assim, para manter a pressão de turgor. Carvalho (2005) constatou que a manutenção da turgescência em condições de deficiência hídrica pode permitir o funcionamento adequado das rotas metabólicas, além de outros mecanismos, como o crescimento e expansão do caule e das raízes.

Outro efeito que pode ter sido desencadeado pela aplicação do Stimulate® é o aumento dos níveis de antioxidantes. Segundo Zhi-Lin e outros (2007) e Omid (2010), algumas plantas, sob condições de estresses, bióticos ou abióticos, podem apresentar alterações nas concentrações de enzimas antioxidantes, metabólitos osmorreguladores e biossíntese de compostos secundários. A aplicação de bioestimulantes reforça a atividade antioxidante, que aumenta o sistema de defesa das plantas (HAMZA e SUGGARS, 2001), melhorando o crescimento do sistema radicial e da parte aérea, mantendo um alto conteúdo de água nas folhas e baixa incidência de doenças, tanto em condições ideais de cultivo, quanto sob estresse ambiental.

A manutenção do estado hídrico das plantas, na presença do Stimulate®, é uma resposta benéfica à ação do bioestimulante. Segundo Sanches (2000), o bioestimulante usado antes ou durante uma situação de estresse pode contribuir para reduzir os efeitos negativos das condições climáticas adversas. Entretanto, esta resposta somente será positiva se estas mesmas condições não inviabilizarem a tecnologia de aplicação do produto, a absorção e a metabolização do mesmo.

## **7.2 Transpiração, condutância estomática e fotossíntese**

Em relação à transpiração e à condutância estomática, houve significância na interação dos fatores (Tabela 5), considerando-se a aplicação do Stimulate® nos regimes RH 0 e 100 %, cujos CV foram 6,16 e 13,13 %, respectivamente. A Figura 8 ilustra as funções quadráticas que representam os resultados dessas interações. No RH 50 %, contudo, a interação não foi significativa.



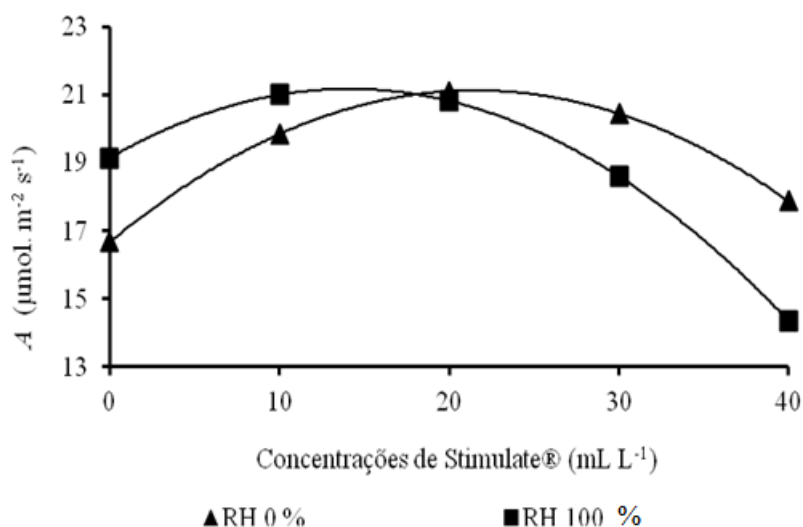
**Figura 8.** Transpiração ( $E$ ) e condutância estomática ( $g_s$ ) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob regimes hídricos RH 0 % e 100 %.

As maiores taxas transpiratórias foram de 5,45 e 8,22 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, e estas foram obtidas com Stimulate® nas concentrações 25,39 e 14,62

mL L<sup>-1</sup>, respectivamente, nos RH 0 % e RH 100 %. Os maiores valores de condutância estomática (0,76 e 0,54 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) foram obtidos também com Stimulate®, nas concentrações 28,78 e 16,83 mL L<sup>-1</sup>, respectivamente, nos regimes RH 0 % e RH 100 % (Figura 8).

Nas plantas submetidas a restrições hídricas, o Stimulate® esteve associado a maiores taxas de transpiração e condutância estomática. Tendo em vista que o Stimulate® amenizou os decréscimos de  $\Psi_w$  e TRA em plantas submetidas a esses regimes hídricos (Figuras 7 e 8), é possível que o bioestimulante atue sobre a absorção de água, ao invés de interferir na sua eliminação através dos estômatos. Os resultados apontam para a necessidade de novas investigações sobre este tema, tendo em vista que o presente estudo não dispõe de dados que permitam elucidar o mecanismo de ação do Stimulate® na preservação do estado hídrico de plantas de eucalipto submetidas a restrições hídricas.

A avaliação da fotossíntese líquida (*A*) também registrou significância na interação dos fatores, nos regimes RH 0 e 100 %. As maiores taxas foram 21,13 e 21,20  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , nas concentrações 21,57 e 14,19 mL L<sup>-1</sup>, respectivamente, representando incrementos de 21,54 e 9,71 % em relação à testemunha. A Figura 9 ilustra as funções quadráticas que representam os resultados dessas interações.



Equações de regressão:

Regime hídrico 0 %,  $\hat{Y}^* = 16,66 + 0,4143x - 0,0096x^2$ , ( $R^2 = 1$ )

Regime hídrico 100 %,  $\hat{Y}^* = 19,137 + 0,2876x - 0,0102x^2$ , ( $R^2 = 1$ )

\*Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

**Figura 9.** Fotossíntese líquida (A) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob regimes hídricos RH 0 % e 100 %.

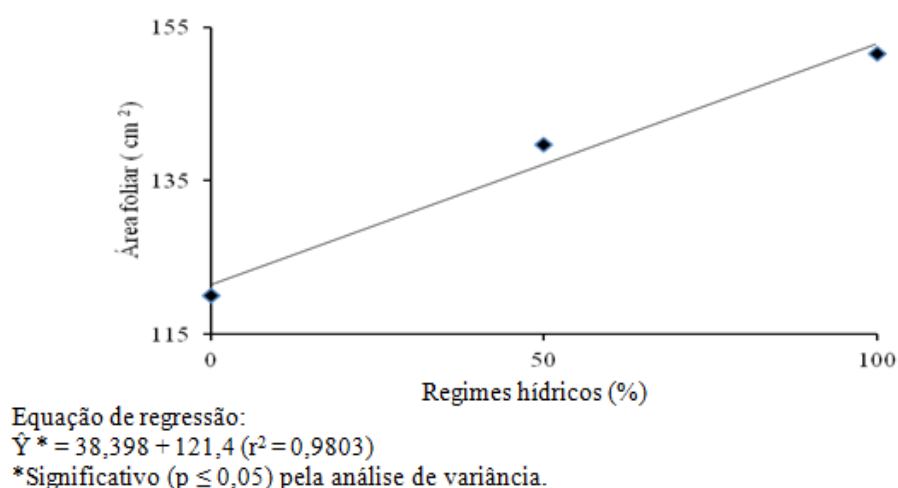
Segundo Mahonen (2006) e Rodrigues (2008), a fotossíntese é influenciada pela ação de hormônios, especialmente a citocinina, que atua no desenvolvimento do cloroplasto, na síntese da enzima rubisco, na síntese e inibição da degradação de clorofila e na expansão foliar. Assim, é possível inferir que, no presente trabalho, a presença de citocininas na composição do Stimulate® pode ter contribuído para preservar as taxas fotossintéticas nas mudas submetidas a restrições hídricas.

A elevação das taxas fotossintéticas na presença do Stimulate®, no RH 0 %, pode ser explicada possivelmente pela elevação dos níveis hormonais internos das plantas, após a aplicação do Stimulate®, que reduz as chances de um possível desequilíbrio hormonal em situações de estresse. Segundo Pimentel (2004), a ocorrência de déficit hídrico acarreta

desequilíbrio hormonal, proporcionando queda na concentração de alguns hormônios e aumento na concentração de ácido abscísico (ABA), levando ao fechamento estomático e diminuição da atividade fotossintética. No presente estudo, o Stimulate® pode ter contribuído para preservar o equilíbrio dos níveis hormonais, evitando elevação na concentração interna de ABA, favorecendo a manutenção das trocas gasosas.

### 7.3 Área foliar

As restrições hídricas causaram redução significativa na área foliar das mudas. No RH 0 %, houve redução de 20,72 % em relação ao RH 100 % (Figura 10).



**Figura 10.** Área foliar de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em três regimes hídricos.

A redução da área foliar em plantas sob condições de estresse hídrico é de ocorrência relativamente comum em muitas espécies (OSÓRIO e outros, 1998; CHAVES, 2004; PEREIRA, 2006; TATAGIBA, 2007; MARTINS, 2010; BORTOLINI e outros, 2011) e tem o objetivo de

amenizar a perda de água pela transpiração, como estratégia de prevenção à seca.

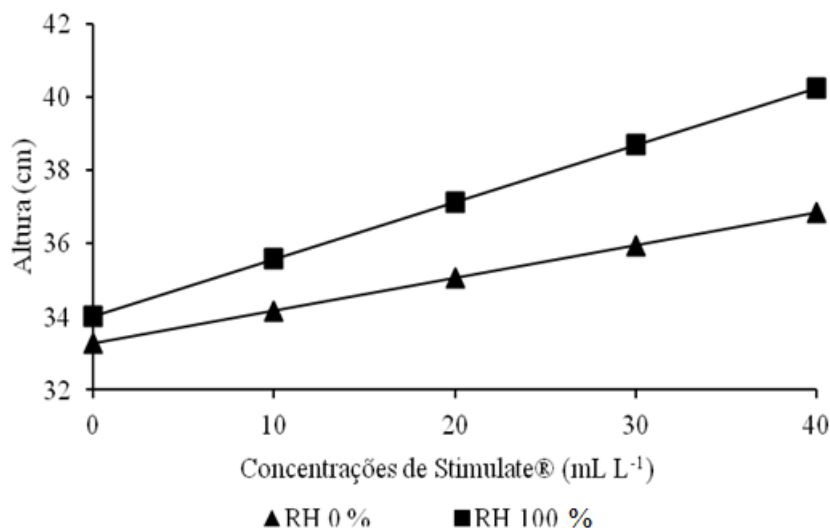
Por outro lado, o presente estudo revelou que o Stimulate® não influenciou essa resposta fisiológica, mostrando-se incapaz de amenizar a redução da área foliar em plantas submetidas a restrições hídricas (Tabela 7).

**Tabela 7.** Valores médios de área foliar em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, em três regimes hídricos.

Valores médios			
Concentrações de Stimulate® (mL L <sup>-1</sup> )	AF (cm <sup>2</sup> )		
	RH 0 %	RH 50 %	RH 100 %
0	123,48	153,59	137,02
10	119,90	164,78	143,22
20	118,21	163,74	144,54
30	118,42	150,46	140,98
40	120,56	124,94	132,54
Médias	120,11	151,50	139,66

#### 7.4 Altura de planta e comprimento da raiz principal

Em relação à altura de planta, a interação foi significativa para os regimes hídricos RH 0 e 100 %, com CV = 5,82 %. Na concentração 40 mL L<sup>-1</sup>, os maiores valores de altura média foram 36,84 e 40,26 cm, respectivamente, representando incrementos de 9,68 e 15,50 %, respectivamente, em relação ao tratamento controle (Figura 11).



Equações de regressão:  
 Regime hídrico 0 %,  $\hat{Y}^* = 33,2720 + 0,0892x$ , ( $r^2 = 1$ )  
 Regime hídrico 100 %,  $\hat{Y}^* = 34,024 + 0,156x$ , ( $r^2 = 1$ )  
 \*Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

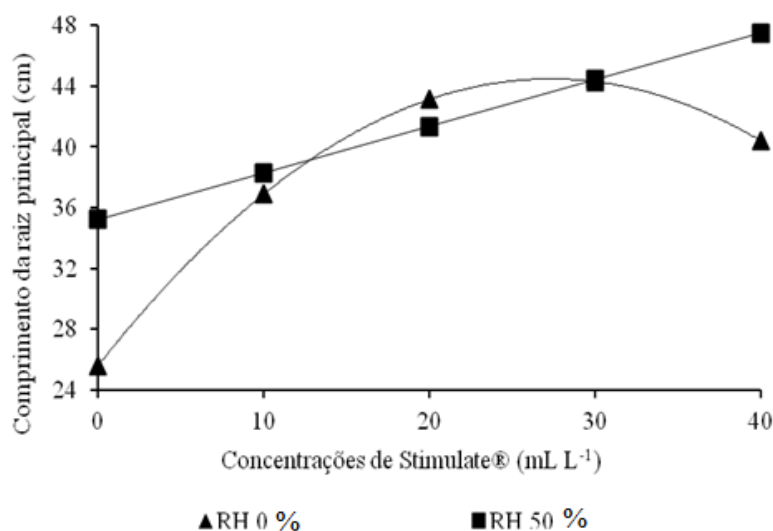
**Figura 11.** Altura de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob os regimes hídricos RH 0 % e 100 %.

Segundo Larcher (2004) e Anjum e outros (2011), a primeira e mais sensível resposta à deficiência hídrica é a diminuição da turgescência celular, com conseqüente diminuição no crescimento das plantas. No presente estudo, pôde-se constatar que o Stimulate® amenizou os efeitos negativos do estresse hídrico sobre o crescimento em altura, pois até mesmo no regime RH 0 % o crescimento foi mantido.

Em relação ao comprimento da raiz principal, a interação foi significativa nos regimes hídricos RH 0 e 50 %, com CV = 7,61 %. No regime RH 0 %, o maior comprimento de raiz (44,65 cm) foi obtido com a aplicação de Stimulate® na concentração 27,37 ml L<sup>-1</sup>, representando um incremento de 42,74 % em relação ao tratamento controle. No regime RH 50 %, o maior comprimento de raiz foi 47,5 cm, obtido com a aplicação de



Stimulate® na concentração 40 ml L<sup>-1</sup>, representando um incremento de 25,85 % em relação ao tratamento controle (Figura 12).



Equações de regressão:  
 Regime hídrico 0 %,  $\hat{Y}^* = 25,56 + 1,3859x - 0,0254x^2$ , ( $R^2 = 1$ )  
 Regime hídrico 50 %,  $\hat{Y}^* = 35,22 + 0,307x$ , ( $r^2 = 1$ )  
 \*Significativo ( $p \leq 0,05$ ) pela análise de variância.

**Figura 12.** Comprimento da raiz principal de mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, sob os regimes hídricos RH 0 % e 50 %.

De acordo com Pinheiro e Chaves (2011), a maximização da absorção de água é feita pela manutenção do crescimento e aprofundamento do sistema radicial, correspondendo, em geral, ao aumento da relação raiz/parte aérea. No presente estudo, o Stimulate® promoveu maior aprofundamento das raízes, principalmente no regime RH 0 %, sendo uma resposta importante em situação de deficiência hídrica, pois possibilita a captação de água em camadas mais profundas do solo, favorecendo, assim, a manutenção do seu crescimento por maior tempo.

O aprofundamento do sistema radicial sob restrições hídricas depende da manutenção de uma pressão de turgor mínima nas células, suficiente para permitir o alongamento da parede celulósica e o crescimento celular. Quando o potencial da água é reduzido nas raízes, pode-se verificar em várias espécies um rápido ajuste osmótico, auxiliando o restabelecimento da pressão de turgor e permitindo a manutenção do alongamento celular (HSIAO e XU, 2000).

#### **7.5 Massas secas de parte aérea e de raiz e relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz**

De acordo com a análise de variância, o Stimulate® não promoveu alterações, nem no acúmulo de massa seca das plantas nem na relação entre as massas secas de parte aérea e de raiz (Tabela 8). Devido à duração do experimento, é possível que esse período tenha sido insuficiente para que as plantas registrassem acúmulos significativos de massa seca.

**Tabela 8.** Massas secas de parte aérea (MPA) e de raiz (MR) e relação entre massas secas de parte aérea e de raiz (MPAR), em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de soluções de Stimulate® em diferentes concentrações, em três regimes hídricos.

Concentrações de Stimulate® (mL L <sup>-1</sup> )	Valores médios								
	MPA (g)			MR (g)			MPAR		
	RH 0 %	RH 50 %	RH 100 %	RH 0 %	RH 50 %	RH 100 %	RH 0 %	RH 50 %	RH 100 %
0	13,82	14,39	13,79	13,82	14,05	13,52	1,00	1,02	1,02
10	13,81	14,26	14,05	13,61	13,60	13,46	1,01	1,05	1,04
20	13,83	14,19	14,20	13,53	13,39	13,52	1,02	1,06	1,05
30	13,84	14,18	14,22	13,59	13,44	13,69	1,02	1,06	1,04
40	13,88	14,25	14,13	13,79	13,75	13,97	1,01	1,04	1,01
Médias	13,83	14,25	14,08	13,67	13,65	13,63	1,01	1,04	1,03

## 8 CONCLUSÕES

Em geral, as plantas submetidas a restrições hídricas responderam positivamente ao Stimulate®. Em relação ao  $\Psi_w$  e ao TRA, o Stimulate® amenizou os decréscimos registrados nessas variáveis. Contudo, o presente estudo não dispõe de dados que permitam elucidar o mecanismo de ação do bioestimulante sobre  $\Psi_w$  e TRA, já que o Stimulate® aumentou a transpiração e a condutância estomática nas plantas submetidas a restrições hídricas. O Stimulate® aumentou as taxas fotossintéticas, favorecendo o crescimento em altura e aprofundamento de raízes. Por outro lado, a duração do experimento não foi suficiente para se detectar possíveis efeitos dos regimes hídricos ou do Stimulate® sobre o acúmulo de massa seca na parte aérea e nas raízes das plantas.

## 9 REFERÊNCIAS

ABRAF, **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2012/ ABRAF. Brasília: DF, 2013. 142 p.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, A. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 442 p.

ALMEIDA, F. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M.; PAIVA, H. N. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 455- 463 2007.

ANJUM, S. A.; XIE, X.; WANG, L. ; SALEEM, M. F.; MAN, C.; LEI, W. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. **African Journal of Agricultural Research**, Victoria Islands, v. 6, n. 9, p. 2026- 2032, 2011.

ARAÚJO, A. R. A.; FONSECA, F. S. T.; HENDGES, T. L. Análise de viabilidade econômica da produção de eucalipto na cidade de Balsas- MA para a geração de energia. **Revista Científica Faculdade de Balsas**, n. 1, p. 1- 21, 2010.

BALDO, R.; SCALON, S. de P. Q.; ROSA, Y. B. C. J.; MUSSURY, R. M.; BETONI, R.; BARRETO, W. dos S. Comportamento do algodoeiro cultivar Delta Opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, Edição Especial, p. 1804- 1812, 2009.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237 p.

BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa: MG, v. 29, n. 6, p. 863- 870, 2005.

BORTOLINI, F.; DALL'AGNOL, M.; BISSANI, C. A. Características morfofisiológicas associadas à tolerância à seca em sete genótipos da coleção nuclear de trevo branco. **Ciência Rural**, v. 31, n. 9, p. 1632- 1638, 2011.

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

CARVALHO, C. J. R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* (*S. parahyba* var: *amazonicum*) e *Schizolobium parahyba* (*Schizolobium parahybum*) à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 907- 914, 2005.

CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 74 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Effects of water stress induced by sodium chloride and mannitol on proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.). **New Forests**, West Lafayette, v. 40, n. 1, p. 349- 360, 2010.

CHAVES, J. H.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L.;  
PEZZOPANE, J. E. M.; POLLI, H. Q. Seleção precoce de clones de  
eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo.  
Relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 333-  
341, 2004.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J., PINHEIRO, C. Photosynthesis under  
drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell.  
**Annals of Botany**, Oxford, v. 103, n. 1, p. 551- 560, 2009.

COUTO, C. A.; PEIXOTO, C. P.; VIEIRA, E. L.; CARVALHO, E. V.;  
PEIXOTO, V. A. B. Ação da cinetina, ácido indolbutírico e ácido giberélico  
na emergência do girassol sob estresse por alumínio. **Comunicata Scientiae**  
v. 3, n.3, p. 206-209, 2012.

CRUZ C. A. F.; PAIVA, H. de N.; J. C. L.; CUNHA, A. C. M. C. M. da C.  
Resposta de mudas de *Senna macranthera* (Dc. ex coollad.) H. S. Irmin &  
Barnaby (fedegoso) cultivadas em Latossolo vermelho - amarelo distrófico a  
macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 13-24, 2010.

DANTAS, A. C. V. L.; QUEIROZ, J. M. O.; VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, V.  
O. Effect of gibberellic acid and the biostimulant Stimulate<sup>®</sup> on the initial  
growth of tamarind. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 8-14,  
março 2012.

DIAS, J. P. T.; PALANGANA, F. C.; FILHO, J. D.; ONO, E. O.;  
FERREIRA, G.; RODRIGUES, J. D. Bioestimulante e substratos na  
propagação da amoreira- preta. **Revista Tropica: Ciências Agrárias e**  
**Biológicas**, v. 6, n. 3, p. 102-110, 2012.

DU JARDIN, P. **The science of plant biostimulants - A bibliographic analysis**. Disponível em:

<[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final\\_report\\_bio\\_2012\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final_report_bio_2012_en.pdf)>. Acesso em 20 de Maio. 2013.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, C.; VAN WYK, G.

**Eucalypt domestication and breeding**. Oxford, Clarendon Press, 1993. 308 p.

EMBRAPA FLORESTAS, **Sistemas de produção**, 4 - 2ª edição, ISSN 1678- 8281 - Versão Eletrônica, Ago/ 2010. Disponível em:

<[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivoEucalipto\\_2ed/ProducaoMudas\\_EtapasRust03.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivoEucalipto_2ed/ProducaoMudas_EtapasRust03.htm)>. Acessado em 12 de Agosto. 2013.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. 221 p.

FERNANDES, E. T.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. Respostas fisiológicas de clones de eucalipto cultivados em casa de vegetação sob deficiência hídrica. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, p. 29-34, jan. 2015.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. 2004. Documentos 94, Embrapa Florestas. 19 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.



FERREIRA, M. Melhoramento e silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, Piracicaba, n. 45, p. 22-30, 1992.

FERRINI, F.; NICESE, F. Response of english oak (*Quercus robur L.*) trees to biostimulants application in the urban environment. **Journal of Arboriculture**, v. 28, n. 2, p. 70-75, 2002.

GOMIDE, J. L.; FANTUZZI NETO, H.; REGAZZI, A. J. Análise de critérios de qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose kraft. **Revista Árvore**, Viçosa- MG, v. 34, n. 2, p. 339- 344, 2010.

HAMZA, B.; SUGGARS, A. **Biostimulants: myths and realities**. Disponível em: < <http://archive.lib.msu.edu/tic/tgtre/article/2001aug6.pdf> > Acesso em 29 de Julho. 2013.

HSIAO, T. C.; XU, L. K. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, n. 350, p. 1595-1616, Sept. 2000.

KARNOK, K. J. **Promises, promises: can biostimulants deliver?** Disponível em: <<http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/FILE/202000.pdf>> Acesso em 29 de julho. 2013.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**, São Carlos: RIMA, Artes e Textos, 2004. 531 p.

LJUNG, K.; HULL, A. K.; KOWALCZYK, M.; MARCHANT, A.; CELENZA, J.; COHEN, J. D.; SANDBERG, G. Biosynthesis, conjugation, catabolism and homeostasis of indole-3-acetic acid in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Molecular Biology**, v. 50, n. 2, p. 309-332, 2002.

LONG, E. **The importance of biostimulants in turfgrass management.**

Disponível em:

<<http://www.golfenviro.com/Article%20Archive/biostimulants.html>>.

Acesso em 29 de julho. 2013.

MAHONEN, A. P.; BISHOPP, A.; HIGUCHI, M.; NIEMINEN, K. M.; KINOSHITA, K.; TORMAKANGAS, K.; IKEDA, Y.; OKA, A.; KAKIMOTO, T.; HELARIUTTA, Y. Cytokinin signaling and its inhibitor AHP6 regulate cell fate during vascular development. **Science**. v. 311, p. 94-98, 2006.

MARTINS, M. O.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; NETO, A. D. A.; SANTOS, M. G. Crescimento de plantas jovens de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. – Meliaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 771-779, 2010.

MESQUITA, J. B.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F. Microbiota associada à madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden durante a secagem ao ar livre. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 1, p. 45-50, 2006.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 112 p.

MOURA, V. P. G. **O germoplasma de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no Brasil**. Brasília, EMBRAPA, Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 12 p. (Comunicado Técnico, 111).

MOURA, V. P. G.; GUIMARÃES, D. P. **Produção de mudas de *Eucalyptus* para o estabelecimento de plantios comerciais**. Brasília, EMBRAPA, Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 9 p. (Comunicado Técnico, 85).

OLIVEIRA JÚNIOR, O. A.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B.  
Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 35, n. 6, p. 1173-1180, nov./ dez. 2011 p.

OMIDI, H. Changes of proline content and activity of antioxidative enzymes in two canola genotype under drought stress. **American Journal of Plant Physiology**, v. 5, n. 6, p. 338-349, 2010.

OSÓRIO, J.; OSÓRIO, M. L.; CHAVES, M. M.; PEREIRA, J. S. Water deficits are more important in delaying growth than in changing patterns of carbon allocation in *Eucalyptus globulus*. **Tree Physiology**, Victoria, v.18, n. 6, p. 363-373, 1998.

PAULA, R. C.; PAULA, N. F.; MARINO, C. L. Breeding Perennial Species for Abiotic Stress. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. **Plant breeding for abiotic stress tolerance**. Berlin: Springer-Verlag, 2012, p.157-172.

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. 69 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu – SP.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: EDUR, 2004. 191 p.

PINHEIRO, C.; CHAVES, M. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 62, p. 869-882, 2011.

REMADE, **Revista da Madeira**. Ano 11 - n. 59, setembro de 2001.  
Disponível em: <http://www.remade.com.br>, Acesso em: 12 de Agosto. 2013.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds.).  
**Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG/ UFV, 1999. 359 p.

RICHARDSON, A. D.; AIKENS, M.; BERLYN, G. P.; MARSHALL, P.  
Drought stress and paper birch (*Betula papyrifera*) seedlings: effects of an organic biostimulant on plant health and stress tolerance, and detection of stress effects with instrumental-based, noninvasive methods. **Journal of Arboriculture**, v. 30, n. 1, p. 52-61, 2004.

RODRIGUES, J. D. Biorreguladores, Aminoácidos e Extrato de algas: verdades e mitos. **Informações Agronômicas**, n. 122. UNESP – Botucatu, Junho, 2008. 4 p.

RSFLORESTAL, **CLONE AEC 144**, Disponível em:  
<http://www.rsflorestal.com.br/site/2013/06/04/clone-aec-144/>, Acesso em 17 de novembro. 2014.

SAKAKIBARA, H. Cytokinins: activity, biosynthesis and translocation. **Annual Review of Plant Biology**, Yokohama, v. 13, n. 1, p. 431-449, 2006.

SANCHES, F. R. **Aplicação de biorreguladores vegetais**: aspectos fisiológicos e aplicações práticas na citricultura mundial. Jaboticabal: Funep, 2000. 160 p.

SANT'ANNA, H. L. S. **Aspectos fisiológicos de variedades de citros submetidas à deficiência hídrica progressiva**. 2009. 84 p. Dissertação

(Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA.

SANTOS, C. A. C. dos. ; PEIXOTO, C. P.; VIEIRA, E. L.; CARVALHO, E. V.; PEIXOTO, V. A. B. Stimulate® na germinação de sementes, emergência e vigor de plântulas de girassol. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 605-616, Mar./Abr. 2013.

SANTOS, C. M. G. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento do algodoeiro.** 2004. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Cruz das Almas.

SCHOLANDER, P. F.; HAMMEL, H. T.; HEMINGSEN, E. A.; BRADSTREET, E. D. Hydrostatic pressure and osmotic potentials in leaves of mangroves and some other plants. **Proceedings of the National Academy Science**, v. 51, p. 119-125, 1965.

SILVA, C. P. **Enraizamento de estacas de pinheira (*Annona squamosa* L.), gravioleira (*Annona muricata* L.) e atemoeira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* L.) tratadas com ácido indolbutírico (IBA), ácido naftalenoacético (NAA) e bioestimulante.** 2008. 154 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu-SP.

SILVA, F. de A. S. E. **ASSISTAT versão 7.6 beta.** Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina.

SILVA, M. A. V.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; OLIVEIRA, A. F. M.; SANTOS, V. F. Resposta estomática e produção de matéria seca em plantas

jovens de aroeira submetidas a diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 335-344, 2008.

SILVA, W.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.  
Condutância estomática de *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, em resposta a diferentes níveis de água no solo e de convivência com *Brachiaria brizantha* Stapf. **Bragantia**, v. 57, n. 2, 1998.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. São Paulo, Artmed, 2013.  
954 p.

TATAGIBA, S. D. **Crescimento inicial, trocas gasosas e status hídrico de clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação**. Universidade Federal do Espírito Santo. 2006. 128 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo - ES.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; REIS, G. G. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2003.

VIEIRA, E. L.; ALMEIDA, A. de Q. Plant stimulant effect on Brasil-Bahia tobacco growth and production. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 468-475, out./ dez. 2010.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P. R. C. ; SENA, J. O. A. ; KLUGE, R. A. (Eds.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá, Eduem, 2002. p. 79-104.

VIVAN, G. A.; BARBOZA, F. da S.; LUZ, M. L. S. da.; LUZ, C. A. S. da.; RAMIREZ, O. P.; GOMES. M. C.; SOARES, F.C. Estudo técnico e

econômico de um sistema móvel de extração de óleo essencial de eucalipto. **Cerne**, v. 17, n. 1, p. 23-31, 2011.

WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I. The field measurement of water deficit in leaves. **New Phytologist**, v. 49, p. 81-97, 1950.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J. M.; PIRES, I. E.; ANDRADE, H. B. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 24, n. 2, p. 187-192, 2000.

WHITE, D. A.; TURNER, N. C.; GALBRAITH, J. H. Leaf water relations and stomatal behavior of four allopatric *Eucalyptus* species planted in Mediterranean southwestern Australia. **Tree Physiology**, Oxford, v. 20, p. 1157-1165, 2000.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 272 p.

ZANG, X.; SCHMIDT, R. E. Hormone-containing products' impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bentgrass subjected to drought. **Crop Science**, v. 40, p. 1344-1249, 2000.

ZHI-LIN, Y.; CHUAN-CHAO, D.; LIAN-QING, C. Regulation and accumulation of secondary metabolites in plant-fungus symbiotic system. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 6, p. 1266-1271, 2007.