

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

**CRESCIMENTO INICIAL DE CLONES I144 E I224 (*E. urophylla* x *E. grandis*) SUBMETIDOS AO CLORETO DE MEPIQUAT VIA FOLIAR**

**JUSCELINA ARCANJO DOS SANTOS**

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
NOVEMBRO - 2016

**JUSCELINA ARCANJO DOS SANTOS**

**CRESCIMENTO INICIAL DE CLONES I144 E I224 (*E. urophylla* x *E. grandis*) SUBMETIDOS AO CLORETO DE MEPIQUAT VIA FOLIAR**

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

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Sylvana Naomi Matsumoto (UESB)**

**Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Paula Acácia Silva Ramos (UESB)**

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
NOVEMBRO - 2016

# JUSCELINA ARCANJO DOS SANTOS

## **CRESCIMENTO INICIAL DE CLONES I144 E I224 (*E. urophylla* x *E. grandis*) SUBMETIDOS AO CLORETO DE MEPIQUAT VIA FOLIAR**

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

Aprovada em 04 de novembro de 2016.

Comissão Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Sylvana Naomi Matsumoto (D. Sc., Ciências Agrárias) - UESB  
Orientadora

---

Prof<sup>a</sup>. Joseane Oliveira da Silva, (D. Sc., Produção Vegetal) - IFBA

---

Prof. Anselmo Eloy Silveira Viana, (D. Sc., Ciências Agrárias) - UESB

---

Prof<sup>a</sup>. Paula Acácia Silva Ramos (D. Sc., Ciências Agrárias) - UESB  
Coorientadora

À minha mãe, Santa Gomes da Rocha, pela leveza e amor incondicional durante todos esses anos.

Ao meu pai, Sebastião Arcanjo dos Santos (*in memoriam*), pelos anos de alegria e aprendizado durante a minha infância.

À minha irmã, Maria Arcanjo Barbosa, pelo amor e carinho sempre presentes em minha vida.

Aos meus sobrinhos, Enzo e Sarah, pelo amor e por preciosos momentos de alegrias.

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, pela presença constante em minha vida, pela sabedoria e paciência durante essa trajetória;

À minha família, pelo companheirismo, amor e dedicação durante todos esses anos;

À minha orientadora, Sylvana Naomi Matsumoto, pela orientação, paciência, dedicação, confiança e pelos ensinamentos de vida durante todo esse tempo.

À minha coorientadora, Paula Acácia, pela coorientação e amizade nas horas difíceis.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pelo apoio para a realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Fisiologia Vegetal, por toda a ajuda na realização e condução do experimento, em especial, a Luan Oliveira, Virgiane Silva, Danúsia Valéria, Ricardo Andrade e Franklin.

Aos colegas e amigos do Mestrado, pelos bons momentos de estudo, descontração e amizade, em especial, a Taciana Miranda Alves.

À minha amiga Larissa Rocha, pela parceria e amizade.

A Éder dos Santos, pelo apoio e companheirismo.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pelos ensinamentos nas disciplinas cursadas;

A Fabrícia, pela paciência, dedicação e socorro nos momentos de correria do dia a dia.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho.

"Grandes coisas fez o Senhor por nós,  
por isso estamos alegres."

Salmos 126:3

## RESUMO

SANTOS, Juscelina Arcanjo dos, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, novembro de 2016. **Crescimento inicial de clones I144 e I224 (*E. urophylla* x *E. grandis*) submetidos a cloreto de mepiquat via foliar.** Orientadora: Sylvana Naomi Matsumoto. Coorientadora: Paula Acácia Silva Ramos.

As espécies do gênero eucalipto utilizadas para o reflorestamento nas diferentes regiões do país, inclusive na região Sudoeste da Bahia, ocorrem principalmente por se adaptarem a diferentes condições climáticas. Embora o eucalipto seja uma espécie rústica, necessita de estudos com técnicas que reduzam os impactos de fatores bióticos e abióticos desfavoráveis durante o crescimento inicial das plantas. Uma alternativa de manejo é a aplicação de reguladores vegetais para obter plantas com maior vigor do sistema radicular, resultando em melhor adaptação às condições de campo. Assim, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar as características morfofisiológicas dos clones I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e I224 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) na fase inicial de crescimento, submetidos a concentrações de cloreto de mepiquat aplicadas via foliar. O experimento foi conduzido em ambiente protegido com tela de polietileno, mantendo 50% de restrição de incidência de luz entre o período do dia 19 de novembro de 2015 a 21 de janeiro de 2016, no campus da UESB, em Vitória da Conquista, Bahia. O delineamento experimental utilizado ocorreu em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5. O primeiro fator foi constituído por dois clones (clone I144 e I224) e o segundo, composto por quatro concentrações do cloreto de mepiquat (250, 500, 750, 1000 mgL<sup>-1</sup>) mais a testemunha, sem aplicação do cloreto de mepiquat, totalizando 10 tratamentos. O experimento foi composto por 5 blocos, totalizando 50 parcelas. Ao final do experimento, aos 35 dias após a aplicação do regulador de crescimento, para os dois clones foi verificada redução da altura, aumento do número de folhas, maior área foliar total, maior número de ramos secundários, maior massa seca de raízes e menor relação parte aérea da raiz nas plantas submetidas ao cloreto de mepiquat. Menor condutância estomática, fotossíntese líquida e transpiração foram verificadas para o clone I144, submetido ao cloreto de mepiquat, em relação às plantas controle. Correlação positiva entre transpiração e condutância estomática e entre eficiência do uso da água e eficiência

instantânea de carboxilação, verificadas nas plantas controle, não foram mantidas quando as plantas foram submetidas ao cloreto de mepiquat. Para as plantas tratadas com o regulador, verificou-se correlação positiva entre temperatura foliar e transpiração, correlação negativa entre a temperatura foliar e condutância estomática e entre temperatura foliar e eficiência instantânea de carboxilação.

**Palavras-chave:** Morfologia; reguladores de crescimento; inibidores de giberelina.

## ABSTRACT

SANTOS, Juscelina Arcanjo dos, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, November, 2016. **Initial growth of clones I144 and I224 (*E. urophylla* x *E. grandis*) submitted to mepiquat chloride by foliar application** Adviser: Sylvana Naomi Matsumoto. Co-supervisor: Paula Acácia Silva Ramos.

The species of the Eucalyptus used for reforestation in different regions of the country, including in south-west of Bahia, mainly take place due to adapt to different weather conditions. Although eucalyptus is a rustic species, it requires studies with techniques that reduce the impacts of unfavorable biotic and abiotic factors during early plant growth. A management alternative is the application of plant growth regulators for plants with greater vigor of the root system, resulting in better adaptation to field conditions. Thus, this study was to evaluate the initial growth of the clones I144 and I224 (*E. urophylla* x *E. grandis*) submitted to mepiquat chloride (CM) by foliar application. The experiment was conducted in a protected environment with 50% shading level between November 2015 and January 2016 on the campus of UESB, Vitória da Conquista, Bahia. The experimental design was a randomized block design (DBC) in a factorial 2 x 5. The first factor consisted of two clones (clone I144 and I224) and the second consisting of four concentrations of mepiquat chloride (250, 500, 750, 1000 mg L<sup>-1</sup>) besides the control without CM application, totaling 10 treatments. The experiment was composed of 5 blocks, totaling 50 experimental parcels. At the end of the experiment, 35 days after CM application of the growth regulator were performed morphophysiological characteristics of plants. The effect of mepiquat chloride promoted changes in the morphological characteristics in the clones in study. Both clones showed reduction in height, increase in the number of leaves, increase in foliar area, increase in branch number by mepiquat chloride application. Both clones showed different response for the variables of gas exchange. The use of CM resulted in reduction in stomatal conductance, net photosynthesis and transpiration to clone I144 and fluctuations characterized by increases and decreases to clone I224. The mepiquat chloride increased the root dry weight of the eucalyptus clones, contributing to a lower ratio stem/root, vigor and resistance to possible conditions of water stress. Positive correlation between

transpiration and stomatal conductance and efficiency of water use and carboxylation instantaneous efficiency checked to the control treatment were not retained when the plants were submitted to mepiquat chloride application. For plants treated with the regulator were found positive correlation between leaf temperature and transpiration, although they were found negative correlation between leaf temperature and stomatal conductance and between leaf temperature and instantaneous carboxylation efficiency.

**Keywords:** Morphology; growth regulators; gibberellin inhibitors.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Dados de temperatura registrados na estação meteorológica da Universidade Estadual Sudoeste da Bahia – UESB, durante o período experimental 2015/2016 (INMET).....9
- Figura 2** – Diâmetro do caule (DC) (A e B); massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MSTO) (C e D) e relação massa seca da parte aérea e raiz (PAR) (E e F) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.....16
- Figura 3** – Altura (ALT) (cm) (A e B); número de folhas (NF) (C e D) e desdobramento da interação da área foliar (cm<sup>2</sup>) (E e F) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.....20
- Figura 4** – Desdobramento da interação do número de ramos primários (NRP) (A e B) e número de ramos de secundários (NRS) (C e D) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224 aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.....22
- Figura 5** – Índice SPAD (A e B) e potencial de turgor (Kpa) (C e D) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.....28
- Figura 6** – Desdobramento da interação da condutância estomática (*gs*) (A e B); transpiração (*E*) (C e D) e fotossíntese líquida (*A*) (E e F) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista –BA 2016.....30
- Figura 7** – Concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) (A e B); desdobramento da interação da Eficiência instantânea de carboxilação (*A/C<sub>i</sub>*) (C e D) e Temperatura foliar (*T<sub>ff</sub>*) (E

e F) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.....32

**Figura 8** – Eficiência do uso da água (*EUA*) (A e B), eficiência potencial do uso da água (*A/gs*) (C e D) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.....34

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Área de eucalipto e percentual por município na Região Sudoeste da Bahia, em 2009. Fonte: Edivaldo Oliveira, adaptado (2013).....5
- Tabela 2** – Análise química do solo antes da realização do experimento - UESB Vitória da Conquista BA.....10
- Tabela 3** – Análise de variância e coeficientes de variação do diâmetro do caule (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MSTO), massa seca de raiz (MSR), relação parte aérea raiz (PAR), altura (cm), do número de folhas (NF), número de ramos primários (NRP), número de ramos secundários (NRS) e área foliar total (AFT) dos clones I144 e I224 em função das concentrações de CM via foliar, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.....15
- Tabela 4** – Análise de variância e coeficiente de variação das características fisiológica índice SPAD, potencial de turgor (PT), condutância estomática (*gs*), taxa de transpiração (*E*), fotossíntese líquida (*A*), concentração interna de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática (*C<sub>i</sub>*), eficiência instantânea de carboxilação (*A/C<sub>i</sub>*), temperatura foliar (*T<sub>ff</sub>*), eficiência do uso da água (*EUA*), eficiência potencial do uso da água (*A/g<sub>s</sub>*) dos clones I144 e I224 em função das concentrações de CM via foliar, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.....26
- Tabela 5** – Coeficientes de correlação de Pearson (*r*) entre as características de transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), fotossíntese líquida (*A*), eficiência instantânea de carboxilação (*A/C<sub>i</sub>*), concentração interna de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática (*C<sub>i</sub>*), temperatura foliar (*T<sub>ff</sub>*), eficiência do uso da água (*EUA*), avaliado aos 35 dias após a aplicação do cloreto de mepiquat dos clones I144 e I224 em função das concentrações de CM via foliar. Vitória da Conquista – BA, 2016.....37

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A	Fotossíntese líquida
$A/C_i$	Eficiência instantânea de carboxilação
AFT	Área foliar total
DC	Diâmetro de caule
$C_i$	Concentração interna de CO <sub>2</sub> na câmara subestomática
CM	Cloreto de mepiquat
CCC	Cloreto de chlormequat
$E$	Taxa de transpiração
$EUA$	Eficiência do uso da água
$g_s$	Condutância estomática
$A/g_s$	Eficiência potencial do uso da água
MSTO	Massa seca total
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSR	Massa seca da raiz
NF	Número de folhas
PAR	Relação entre massa seca da parte aérea e raiz
$mgL^{-1}$	Miligrama por litro - Partes por milhão
SPAD	Índice SPAD ( <i>Soil Plant Analysis Development</i> )
$T_{if}$	Temperatura foliar
NRP	Número de ramos primários
NRS	Número de ramos secundários
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 O gênero Eucalipto .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Importância social do eucalipto no Brasil e na Bahia.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Inibidores de síntese de giberelinas .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.1 Cloreto de mepiquat .....</b>	<b>7</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Implantação e descrição do experimento .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Análises estatísticas.....</b>	<b>12</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 Parâmetros morfológicos.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 Características fisiológicas.....</b>	<b>25</b>
<b>4.3 Correlação de Peason das trocas gasosas foliares .....</b>	<b>36</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O setor florestal no Brasil está em expansão em função do aumento na demanda por madeira e ocupa lugar de importância entre os países de maior área plantada, com tecnologia silvicultural aprimorada. Dentre as espécies cultivadas, destacam-se as pertencentes ao gênero *Eucalyptus*, caracterizadas pela madeira de boa qualidade e elevada adaptação às condições ambientais contrastantes.

Apesar de o eucalipto apresentar boa adaptabilidade, quando extremos de temperatura, luminosidade, estresse hídrico e mineral ocorrem durante a fase de crescimento inicial, a produtividade pode ser afetada de modo irreversível. O melhoramento genético, utilização de mudas com elevada qualidade e as boas práticas de manejo são recursos que podem reduzir os impactos de muitos fatores bióticos e abióticos desfavoráveis, condicionando um padrão homogêneo de desenvolvimento inicial das plantas. Quando tais recursos não são efetivos, ocorre a mortalidade de plantas, havendo necessidade de práticas de replantio, elevando os custos de produção.

Uma alternativa de manejo é a aplicação de reguladores vegetais. Na cultura do eucalipto, os reguladores vegetais têm sido utilizados na propagação vegetativa (cultura de tecidos, enraizamento de estacas e rustificação de mudas) e em programas de melhoramento (redução do período de juvenilidade, antecipando o florescimento). Entretanto, poucos estudos são direcionados para a utilização de reguladores de crescimento durante as fases iniciais de desenvolvimento em campo.

Reguladores vegetais como o paclobutrazol têm sido utilizados em aplicações via solo, durante o crescimento inicial em plantas de oliveiras (OLIVEIRA et al., 2012) e café (SANTOS et al., 2015). Entretanto, o PBZ apresenta alto potencial de mobilidade para fontes de água subterrâneas, acarretando sérios problemas ambientais. Uma opção para minimizar este problema é a utilização de reguladores com aplicação via foliar.

Dentre os diversos reguladores existentes aplicados via foliar, o cloreto de mepiquat destaca-se por ser utilizado na cultura do algodão, com objetivo de alterar a arquitetura das plantas, aumentar a precocidade e uniformidade de maturação na colheita.

O cloreto de mepiquat pertence ao grupo dos compostos quaternários de amônia, que atua inibindo a síntese das giberelinas. Este composto promove diversas modificações morfofisiológicas na planta, na partição de biomassa, reduzindo o crescimento da parte aérea e potencializando o sistema radicular. Estas modificações podem resultar em melhor adaptação às condições de estresse, uma vez que plantas com desenvolvimento vigoroso de raízes apresentam maior capacidade de absorção de água e nutrientes (GOMES e PAIVA, 2013).

Na região Sudoeste da Bahia, caracterizada pela irregularidade na distribuição de chuvas, os clones que mais se destacam na atividade de reflorestamento são os híbridos I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e I224 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*), por apresentarem boa adaptação às condições climáticas da região. O alto padrão de crescimento e maior densidade da madeira são características destes híbridos provenientes de *E. grandis*; enquanto a rusticidade, resistência ao déficit hídrico e maior rendimento na produção de celulose são qualidades herdadas de *E. urophylla* (CARVALHO, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características morfofisiológicas dos clones I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e I224 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) na fase inicial de crescimento, submetidos a concentrações do cloreto de mepiquat aplicados via foliar.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O gênero Eucalipto

O gênero *Eucalyptus* é nativo da Austrália e pertence à família Mirtaceae, com aproximadamente 600 espécies identificadas com base nas características morfológicas (FONSECA et al., 2010). Segundo Mora et al. (2000), este gênero se encontra em quase todas as regiões cultiváveis do planeta.

No Brasil, os primeiros reflorestamentos foram instalados no Horto de Jundiaí, pelo agrônomo Edmundo Navarro de Andrade, em 1904 (SAMPAIO, 1961). Entretanto, o cultivo do eucalipto em escala comercial aumentou significativamente em 1965, a partir da Lei dos incentivos fiscais ao reflorestamento. Nesse período, a área de plantio que correspondia a apenas 500 mil hectares aumentou para 3 milhões de hectares (VALVERDE, 2007).

Este gênero tem apresentado uma boa adaptação no Brasil, alcançando uma produtividade até dez vezes superior aos países como a Finlândia, Portugal e Estados Unidos (CIB, 2008). Segundo Lima (2005), as espécies de eucalipto apresentam grande potencial para processamento mecânico da madeira, por apresentar boas propriedades físicas e mecânicas e por ser de fácil manuseio, podendo ser produzidas a baixo custo.

O clima favorável do Brasil e o avanço alcançado nas pesquisas com alta tecnologia florestal permitem que o eucalipto seja colhido com idade entre cinco a sete anos para a produção de celulose, alcançando até 35 metros de altura e produtividade superior a 50 m<sup>3</sup>/ha/ano (BAESSO et al., 2010).

As espécies de maior destaque nos plantios de reflorestamento no Brasil são o *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus urophylla*, o *Eucalyptus grandis*, juntamente com o híbrido denominado popularmente de urograndis (*Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*) (CIB, 2008).

## 2.2 Importância social do eucalipto no Brasil e na Bahia

O setor florestal é uma das atividades mais produtivas do país, fazendo parte dele as indústrias de celulose e papel, produção de carvão vegetal, madeira serrada, chapas e aglomerados. As espécies florestais desempenham papel de grande importância para a economia, uma vez que disponibilizam inúmeros produtos comerciais como madeira para a construção, biomassa para a produção de polpa, celulose e papel, fonte de energia industrial e para muitos subprodutos da indústria cosmética, farmacêutica e alimentícia (SARTORETTO et al., 2008).

De acordo com Schumacher et al. (2005), a importância socioeconômica que a cultura do eucalipto assume no país é decorrente da multiplicidade de seus usos e empregos de suas diferentes espécies, bem como da expressiva área de florestas plantadas existentes, contribuindo de forma significativa para a geração de 4 milhões de empregos diretos e indiretos (QUEIROZ e BARRICHELO, 2007; PROTÁSIO et al., 2013), representando 5% do PIB nacional (ABRAF, 2013).

As florestas plantadas no Brasil são alternativas para suprir a demanda por madeira e diminuir a pressão nas florestas nativas (FIGUEIREDO, 2011). As espécies do gênero *Eucalyptus*, em virtude de suas características, apresentam grande potencial para produzir florestas com altos índices de produtividade. Segundo a Associação Mineira de Silvicultura (2012), o Brasil é destaque no cenário mundial como o maior produtor de carvão para produção de ferro-gusa e aço, ferro liga e silício metálico.

Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Paraná, detêm 85,8% dos plantios do gênero *Eucalyptus* (ABRAF, 2013). A Bahia possui 617 mil hectares de plantios florestais dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, representando 9% da área total de plantios do país. A cadeia produtiva do segmento florestal baiano caracteriza-se pela grande diversidade de produtos, compreendendo um conjunto de atividades que incluem a produção de madeira e a obtenção de produtos nos ramos industriais de celulose, papel, processamento mecânico, madeira tratada, siderurgia a carvão vegetal e geração de energia (ABAF, 2012).

Os plantios florestais estão se expandindo na região semiárida do Nordeste, em especial na Região Sudoeste da Bahia, caracterizada pela irregularidade de

distribuição de chuvas, ou seja, fatores que limitam a produtividade e sobrevivência de algumas espécies (FERNANDES et al., 2013).

A utilização de programas de reflorestamento com povoamentos mais produtivos requer tecnologia que possibilite a sobrevivência na fase inicial de plantio, bem como reduzir a frequência dos tratos culturais como atividades de replantio, além de produzir árvores com volume e qualidade desejável (OLIVEIRA JÚNIOR, 2009; GOMES, 2001).

Segundo Andrade et al. (2013), a atividade florestal na região Sudoeste da Bahia surgiu como uma alternativa à crise da monocultura cafeeira, que se iniciou no final da década de 1980, intensificando-se na década de 1990. Após essa fase, o interesse em investir o capital voltou-se para atividades de reflorestamento com plantios de eucaliptos. A área cultivada com eucalipto na região Sudoeste da Bahia está representada na Tabela 1.

De todos os municípios da Região do Planalto da Conquista, Encruzilhada apresenta a maior área cultivada com eucalipto, com 4,8% do município, seguida por Vitória da Conquista, Cordeiros e Cândido Sales, com 2,73, 2,51 e 2,06%, respectivamente (OLIVEIRA, 2013).

**Tabela 1 – Área de eucalipto e percentual por município na região Sudoeste da Bahia, em 2009.**

Município	Área (ha)	Eucalipto total (ha)	% no município
Encruzilhada	204.081,48	9.985,91	4,89
Vitória da Conquista	321.684,31	8.795,66	2,73
Cordeiros	55.450,89	1.391,70	2,51
Cândido Sales	161.798,07	3.339,70	2,06
Belo Campo	60.462,08	997,33	1,65
Poções	98.321,29	1.393,80	1,42
Planalto	70.475,55	957,222	1,36
Barra do Choça	78.801,26	1.257,97	1,6
Ribeirão do Largo	124.234,11	462,582	0,37
Piripá	41.970,44	143,096	0,34
Anagé	185.544,85	457,105	0,25
Tremedal	166.848,05	399,742	0,24
Total	1.569.672,38	29.581,81	1,88

Fonte: Edivaldo Oliveira, adaptado (2013).

### 2.3 Inibidores de síntese de giberelinas

Os reguladores vegetais são compostos que podem ser produzidos na planta ou de maneira sintética, capazes de alterar a morfologia e fisiologia, resultando em modificações qualitativas e quantitativas no crescimento e desenvolvimento do vegetal (SPINELLI et al., 2010; SOUZA et al., 2013; PAROUSSI et al., 2002). Dentre os diversos grupos de reguladores vegetais, destacam-se os inibidores de síntese de giberelinas, que possuem o mecanismo de retardar o alongamento e a divisão celular no meristema subapical (CASTRO e VIEIRA, 2003; BUZZELLO, 2010).

Segundo Buzzello (2010), os reguladores de crescimento têm a capacidade de modificar o desenvolvimento de uma cultura, diminuir o crescimento do vegetal e antecipar a produção de partes comercializáveis. Entretanto, essas modificações podem variar entre espécie, em parte da planta, estágio de desenvolvimento, concentração do produto, interação entre os reguladores e fatores ambientais. (CAMPOS et al., 2008).

Estudos com reguladores vegetais como o cloreto de cloromequat ou CCC, tridimefon, flurprimidol, paclobutrazol, uniconazole e tetcyclasis, têm sido utilizados em plantas para aumentar a resistência ao déficit hídrico, apresentando bons resultados. Dentre os efeitos dos reguladores que resultam em maior resistência ao estresse hídrico, destaca-se o crescimento da raiz, fator que favorece uma maior absorção de água (RADEMACHER, 2012).

O uso de reguladores de crescimento em várias culturas demonstrou efeitos positivos, de modo que é possível citar a imersão de sementes de arroz e trigo em reguladores do tipo Tetclycaxis, resultando em plântulas de melhor qualidade e com maior resistência ao estresse do transplântio. A aplicação do CCC no tratamento de sementes visando uma maior resistência das plantas a baixas temperaturas nas áreas de inverno, e o regulador paclobutrazol em plantas de abobrinha (RADEMACHER, 2012).

O paclobutrazol é um regulador vegetal derivado do grupo dos triazóis, que atua na planta como inibidor de crescimento (BERBERICH et al., 2006). Este regulador é utilizado para reduzir o crescimento de plantas, inibindo a síntese de giberelina em várias espécies lenhosas e também na indução floral de espécies florestais em programas de melhoramento (FONSECA et al., 2010).

Correia e Villela (2015) verificaram que o efeito deriva do trinexapac-etil na dose de 200 g ha<sup>-1</sup> (inibidor de giberelina do grupo das ciclohexanetrionas, utilizado como maturador para a colheita de cana de açúcar) não causou injúrias às plantas de eucalipto, sendo observados estímulos ao crescimento do diâmetro da copa. Este estudo evidencia a possibilidade de utilização sistemática dos inibidores de giberelinas como forma de manejo para elevar o vigor das plantas.

Muitos fungicidas como o cyproconazol, tebuconazol e difenoconazol são compostos triazólicos utilizados para o controle de diversas doenças da cultura do eucalipto (MASSON et al. 2013). Para cafeeiros, estudos realizados por Honorato Junior et al. (2015), comprovaram a elevação do vigor e da capacidade fotossintética das plantas submetidas a este grupo de fungicida.

Segundo Vidal et al. (2012), os inibidores de giberelinas, como o cloreto de mepiquat, têm sido utilizados no manejo de ervas daninhas para evitar o fenômeno do inicialismo, que consiste em um mecanismo que as plantas desenvolvem para evitar o sombreamento, aumentando o crescimento dos ramos em detrimento das raízes. Dessa forma, o efeito do regulador é tornar a cultura “cega”, ou seja, plantas insensíveis às mudanças na qualidade da luz, modificando o seu crescimento (BOCCALANDRO, 2003). Vidal et al. (2012), estudando este fenômeno nas plantas daninhas, relataram que o cloreto de mepiquat promoveu efeitos positivos alterando a relação parte aérea raiz.

### **2.3.1 Cloreto de mepiquat**

O cloreto de mepiquat (cloreto 1,1-dimetil piperidíneo) é um composto orgânico solúvel em água, pertencente ao grupo químico dos amônios quaternários, (SOUZA, 2007). Este composto foi desenvolvido pela BASF em 1979 e tornou-se um regulador muito utilizado na cultura do algodão. O cloreto de mepiquat (CM) é usado sozinho ou em combinação com outros reguladores em diversas culturas como soja (CAMPOS et al., 2008), algodão (CORDÃO SOBRINHO et al., 2007) e arroz (ALVAREZ et al., 2014).

A absorção do CM se faz principalmente por tecidos clorofilados, sendo transportado pelo xilema e redirecionado pelo floema. Este regulador possui elevado

potencial para restringir o alongamento celular, redução da área foliar e da altura (MALLIKARJUN, 2007).

Segundo Souza (2007), plantas submetidas ao uso do CM podem ter maior eficiência na fotossíntese líquida por reduzir a fotorrespiração, entretanto, em condições de alta temperatura, o efeito deste regulador pode diminuir em função da menor atividade da enzima ribulose-1,5-bisfosfato-carboxilase. De acordo com Rosolem et al. (2013), o efeito do CM é afetado por diversas condições ambientais, principalmente por temperaturas infra e supra ótimas.

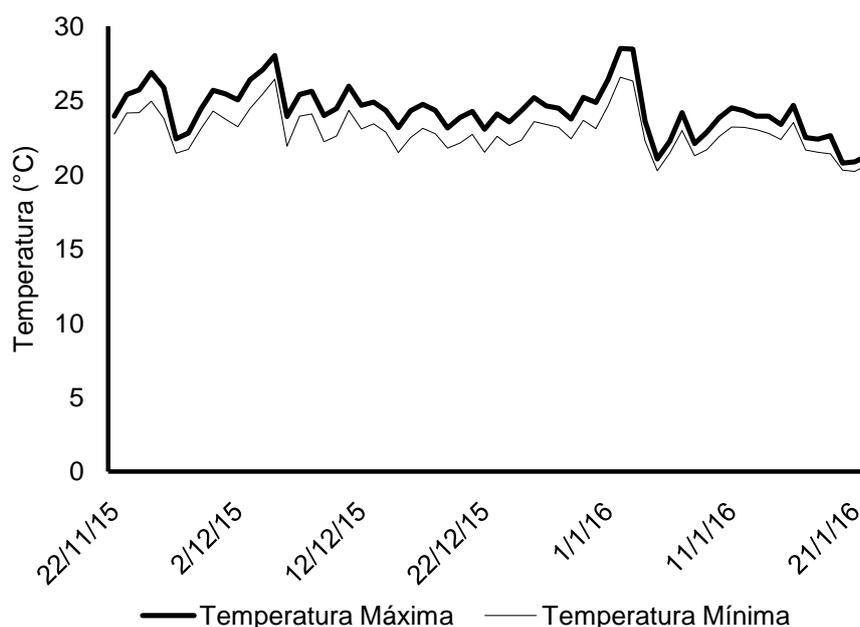
O CM afeta a relação fonte dreno, direcionando os fotoassimilados para o sistema radicular. Essas alterações otimizam o processo de absorção das raízes, possibilitando uma maior tolerância frente às condições de restrição hídrica (ALMEIDA e ROSOLEM, 2012). Segundo Santos et al. (2015), a menor relação entre partição de fotoassimilados da parte aérea em relação ao sistema radicular, pode conferir maior vigor e rusticidade às plantas após serem transplantadas para o campo.

Tian et al. (2008), estudando a degradação do CM no solo e na planta, relataram que a degradação no solo se faz principalmente pela ação microbiana e química, porém, a degradação microbiana é a principal. Com relação à degradação na planta, o CM é translocado na planta com elevada atividade no processo de transpiração, sendo o produto rapidamente metabolizado durante o processo de transporte (GUOPING, 2001).

Trabalhos recentes com grãos de café e sementes de cevada indicaram a presença natural de CM, demonstrando que algumas proteínas presentes nos vegetais podem servir como fonte de CM endógeno (WERMANN et al., 2014 apud RADEMACHER, 2016).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento teve início no dia 19 de novembro de 2015 e foi finalizado no dia 21 de janeiro de 2016. Foi conduzido em ambiente protegido com telado escuro de polipropileno com restrição de 50% de incidência de luz, no campo agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de Vitória da Conquista. O clima, conforme a classificação de Köppen é do tipo Cwa (tropical de altitude), com precipitação média anual de 733,9 mm, concentrada nos meses de novembro a março, e temperatura média anual de 20,2°C, com médias máxima e mínima variando entre 26,4 °C e 16,1 °C, respectivamente (SEPLAN/SEI, 1994). Dados de temperatura máxima (°C) e mínima (°C) durante o período do experimento foram descritos na Figura 1.



**Figura 1** – Dados de temperatura registrados na estação meteorológica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, durante o período experimental 2015/2016 (INMET).  
Fonte: elaborado pela autora, 2016.

Foram utilizadas mudas de dois clones híbridos, comercialmente conhecidos como I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e I224 (*Eucalyptus grandis* x

*Eucalyptus urophylla*), adquiridas do viveiro florestal Ouro Verde, município de Águas Vermelhas, Minas Gerais. Os clones I144 e o I224 são híbridos de base genética *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, desenvolvidos pela empresa ACESITA, de modo que hoje são de domínio da ARCELORMITTAL BIOENERGIA LTDA.

As mudas com 90 dias de viveiro foram selecionadas quanto à altura (cm) e número de folhas, para garantir uniformidade e qualidade do material, sendo aclimatadas por um período de sete dias.

O plantio das mudas foi efetuado em vasos com capacidade de 20L. O substrato utilizado no plantio foi terra de solo e húmus (proporção de 3:1). O solo utilizado para o experimento foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico. A análise química do solo foi realizada no Laboratório de Solos da UESB, com amostras coletadas a uma profundidade de 20-30 cm, cujos resultados estão na Tabela 2, utilizados para o cálculo da adubação. De acordo com a análise química do solo, foi feita aplicação de superfosfato simples, cloreto de potássio e ureia, conforme recomendação para a cultura do eucalipto (RIBEIRO et al., 1999).

Durante o período do experimento, as plantas receberam suprimento hídrico em dias alternados, de modo a atingir a capacidade de vaso e atender às necessidades hídricas da cultura.

**Tabela 2** – Análise química do solo utilizado como substrato, antes da realização da adubação. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2015

pH (H <sub>2</sub> O)	*mg/dm <sup>3</sup>		*cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> de solo							%		*g/dm <sup>3</sup>	
	P	K+	Ca <sup>2+</sup>	M. O	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.B	t	T	V m	PST	M. O
5,0	4	0,21	1,2	0,8	0,3	2,5	-	2,2	2,5	5,0	44	12	-

SB: Soma de bases trocáveis; t: capacidade de troca de cátions efetiva do solo; T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V%: índice de saturação de bases trocáveis; m: índice de saturação do alumínio trocável.

Fonte: elaborado pela autora, 2016.

### 3.1 Implantação e descrição do experimento

O produto comercial utilizado neste experimento foi o Pix HC® (1,1-dimethylpiperidinium chloride – cloreto de mepiquate: 25% m/v (250 g/L) ingredientes inertes 76,9% m/v (769 g/L).

Visando uma melhor absorção do produto pelas plantas, o PIX HC® foi aplicado ao final da tarde, aos 21 dias após o plantio das mudas em vaso. Utilizou-se um pulverizador costal, pressurizado (CO<sub>2</sub>) com pressão constante de 2 bar, munido com barra de aplicação, portando bicos tipo leque, 8002E 11002E. A dose única aplicada foi de 50 mL da solução por planta.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2 x 5. O primeiro fator foi constituído por dois clones (clone I144 e I224) e o segundo por quatro concentrações do cloreto de mepiquat, 250, 500, 750, 1000 mgL<sup>-1</sup>) mais o tratamento 0, sem aplicação do CM, totalizando 10 tratamentos. O experimento foi composto por 5 blocos, totalizando 50 parcelas. Cada parcela foi constituída por um vaso, contendo uma planta.

Aos 35 dias após a aplicação do produto, foram realizadas avaliações das características de crescimento: altura das plantas (cm) por meio de uma régua graduada, colocada paralelamente ao caule, medindo-se a altura a partir do solo até o ápice caulinar; diâmetro do caule, determinado com auxílio de um paquímetro digital, posicionado perpendicularmente ao caule, a 1 cm do solo; número de folhas; ramificações laterais originadas do ramo principal e todas as ramificações originadas dos ramos primários, caracterizadas como número de ramos secundários.

Ao final do experimento, 35 dias após a aplicação do cloreto de mepiquat, as plantas foram levadas ao laboratório e a área foliar total foi determinada pelo somatório da área de todas as folhas das plantas, expressa em cm<sup>2</sup>, realizada com o auxílio integralizador de área foliar, LI-3100, LI-COR, USA.

Todas as plantas do experimento foram devidamente acondicionadas em sacos plásticos identificados e, imediatamente levadas ao laboratório para as avaliações de massa fresca e massa seca. As raízes foram lavadas para a remoção do substrato e cada planta foi dividida parte aérea (folhas e caule) e raiz.

Para determinar a massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR), as amostras foram colocadas em saco de papel na estufa de circulação de ar forçado a 65° C por 48 horas, e em seguida procedeu-se a pesagem em balança analítica.

O Índice SPAD foi determinado pelo medidor portátil de clorofila SPAD-502, Tóquio, Minolta, Japão, em três folhas completamente expandidas, localizadas na parte mediana da copa, aos 35 dias após a aplicação do regulador. Utilizou-se a média de observações das três folhas.

As medidas de potencial de turgor da folha foram realizadas no período das 11:00 às 12:30h. Para efetuar as medições, selecionou-se uma folha completamente expandida, no terço médio a partir do ápice da planta, com o auxílio do instrumento Wiltmeter, Embrapa Instrumentação, Piracicaba.

Ao final do experimento, 35 dias após aplicação do CM, foram realizadas avaliações de trocas gasosas utilizando-se um analisador de gás por infravermelho (IRGA), LCpro, ADC Bio Scientific Ltd.,UK, acoplado a uma fonte artificial de luz para projetar sobre a superfície da folha uma irradiância de fótons de  $900 \mu\text{M}$  de fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , com base em curva de saturação luminosa proposta para o eucalipto (SILVA et al., 1998). A concentração de  $\text{CO}_2$  no ar fornecido ao analisador ( $\text{CO}_2$  referencial) foi a do ambiente, oscilando entre 366 a 372  $\text{mmol mol}^{-1}$ . Para efetuar as medições, selecionou-se uma folha completamente expandida, no terço médio a partir do ápice da planta, no horário entre oito e 11 horas.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: taxa fotossintética líquida potencial ( $A$   $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{ar}$ )

A eficiência do uso da água ( $EUA$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{mmol H}_2\text{O}^{-1}$ ) foi calculada através da relação entre fotossíntese líquida e taxa de transpiração, e a eficiência de carboxilação ( $A/C_i$ ) foi determinada através da relação entre taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  e concentração interna de  $\text{CO}_2$  na folha (LARCHER, 2000)

### 3.2 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a testes de homogeneidade de variâncias (teste de Cochran) e de normalidade (Lilliefors) e, posteriormente, à análise de variância. O estudo das concentrações do cloreto de mepiquat foi feito pela análise de regressão, escolhendo-se dentre os modelos significativos, aqueles com coeficiente de determinação superior a 50%, que melhor explicaram o fenômeno biológico. Em seguida, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para as médias dos clones.

Independente da análise de variância, ajustou-se o modelo de regressão para explicar as tendências de comportamento das concentrações do cloreto de mepiquat para as variáveis de relação parte aérea raiz, índice SPAD e temperatura foliar.

Para as variáveis de trocas gasosas, procedeu-se a análise da associação linear entre as mesmas através da correlação de Pearson ( $p \leq 0,05$ ). Todas as análises descritas foram realizadas pelo software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG, versão 9.1.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Parâmetros morfológicos

Não foram verificados efeitos dos fatores estudados para as características de diâmetro do caule, relação entre massa seca da parte aérea e raiz (PAR) e massa seca total. As concentrações do cloreto de mepiquat (CM) afetaram a massa seca da raiz, altura e número de folhas. O efeito do fator clone foi observado para a massa seca da raiz e número de folhas. Houve interação entre as concentrações de CM e os clones de eucalipto urograndis para o número de ramos primários, área foliar da parte aérea e número de ramos secundários (Tabela 3).

**Tabela 3** – Análise de variância e coeficientes de variação do diâmetro do caule (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MSTO), massa seca de raiz (MSR), relação parte aérea raiz (PAR), altura (cm), do número de folhas (NF), número de ramos primários (NRP), número de ramos secundários (NRS) e área foliar total (AFT) dos clones I144 e I224 em função das concentrações de CM via foliar, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.

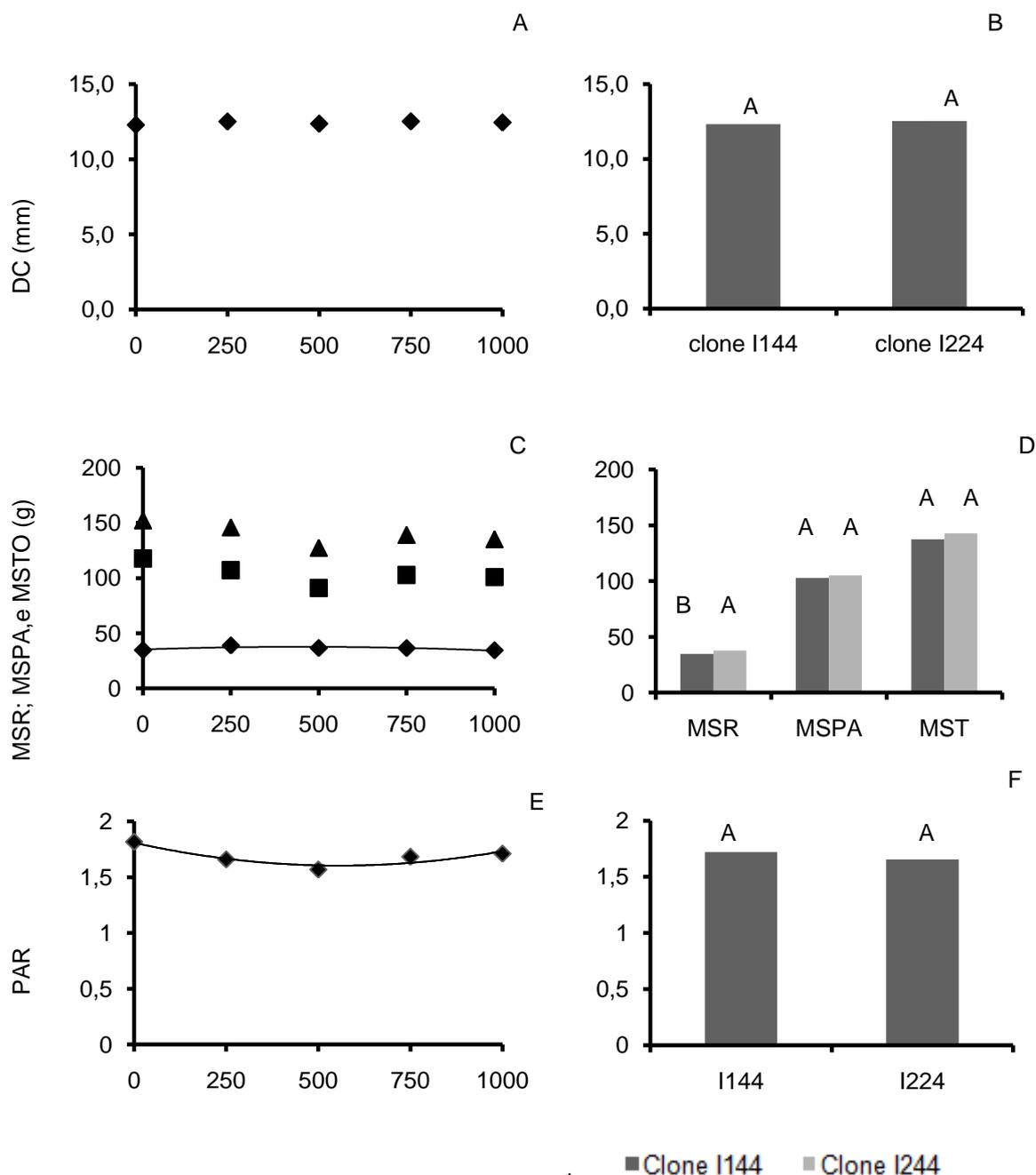
FV	GL	Quadrados médios									
		DC (x10 <sup>3</sup> )	MSPA (x10 <sup>3</sup> )	MSTO	MSR	PAR	Altura	Nº de folhas (x10 <sup>3</sup> )	Nº de ramos primários	Nº de ramos secundários	Área foliar total (x10 <sup>6</sup> )
Bloco	4	474,70	1286,497	1402,218	14,73	0,671	309,52**	1,97	6,40	21,77	13,78
Conc.	4	952,20	946,855	918,223	32,44*	0,843	372,95**	5,62*	14,45**	677,67**	14,69
Clone	1	500,00	60,34	334,555	110,60**	0,992	112,50	394,18**	8,00	11521,26**	164,97**
Conc. x Clone	4	549,00	427,746	480,838	10,76	0,234	59,087	2,79	17,15**	225,87**	167,07*
Resíduo	36	913,00	684,098	736,546	11,88	0,485	70,581	2,08	4,22	64,44	6,31
CV%		7,69	4,83	3,42	9,2	21,43	8,23	13,08	11,17	17,07	9,51

\*Significativo pelo teste “F” a 5% de probabilidade; \*\* Significativo pelo teste “F” a 1% de probabilidade.

Fonte: elaborado pela autora, 2016.

O diâmetro do caule, MSPA e a MSTO e a relação PAR, não foram afetados pela aplicação do cloreto de mepiquat via foliar nem pelo fator clone (Figura 2A e 2C), corroborando com Cordão Sobrinho et al. (2007), Rodrigues et al. (2008) e Oliveira et al. (2008), que estudando o efeito de doses crescentes do CM no algodão, mamona e pinhão manso, respectivamente, não verificaram efeito significativo do regulador de crescimento na redução caulinar.

Santos et al. (2015), estudando os efeitos morfofisiológicos do CM no crescimento inicial da cultura do café, verificaram uma redução linear no diâmetro do caule, à medida que a dosagem do regulador foi elevada. Ao estudar a arquitetura e a produtividade da soja, Souza et al. (2013) constataram o aumento do diâmetro da haste em resposta ao uso de redutores de crescimento. Para estes autores, tais resultados estão relacionados ao desvio dos fotoassimilados que seriam destinados ao crescimento em altura das plantas para o aumento do diâmetro.



- (A) ▲ = MSTO  
 ■ = MSPA  
 ◆ = MSR =  $Y^* = 35,297 + 0,0106x - 0,00001x^2$        $R^2 = 0,63$   
 (E) ◆ = PAR =  $Y^* = 1,8092 - 0,0007x + 0,0000007x^2$        $R^2 = 0,84$

**Figura 2** – Diâmetro do caule (DC) (A e B); massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MSTO) (C e D) e relação massa seca da parte aérea e raiz (PAR) (E e F) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pela autora, 2016.

Com relação à MSPA, Rigon et al (2011), ao avaliar o crescimento inicial de mamoneiras submetidas ao uso do CM e adubação nitrogenada, obtiveram resultados diferentes deste trabalho. Para este autor, houve redução na MSPA em função da menor área foliar, o que corrobora os resultados observados por Bogiani e Rosolem (2011), estudando o crescimento da cultura do algodão em função de CM.

No presente estudo, os resultados obtidos foram diferentes em função das concentrações de CM terem promovido incremento na área foliar (Figura 3E). Entretanto, o CM reduziu a altura das plantas, resultando em vegetais de menor porte. Este fato pode ter contribuído para equilibrar os valores de MSPA.

A MSTO não foi afetada pelo regulador, entretanto, a partição da biomassa das plantas foi alterada, com maiores valores de MSR para tratamentos com CM, sendo este um efeito comum deste regulador.

Campos (2008), ao estudar plantas de soja submetidas ao uso do CM, relatou que mesmo com a redução do crescimento vertical das plantas, a MSTO foi superior à testemunha, devido ao maior acúmulo de fotoassimilados. Por outro lado, Nagashima (2010), avaliando a resposta de cultivares de algodão submetidos à aplicação de CM via embebição, obteve 64% de redução da MSTO quando comparada à testemunha.

Para a relação entre a massa seca da parte aérea em relação à raiz (PAR), foram observados ajustes de modelo quadrático, caracterizados por reduções com ponto mínimo na concentração de  $500 \text{ mgL}^{-1}$  (9,67%) (Figura 2E). A redução nos valores de PAR na concentração de  $500 \text{ mgL}^{-1}$  está relacionada com as elevações de MSR (Figura 2C).

Segundo Pinto et al. (2011), a menor relação PAR favorece a adaptação das plantas em regiões com déficit hídrico e solos de baixa fertilidade, resultando em menor necessidade de suprimento hídrico para as plantas. Em clones de *Coffea canephora*, foi observada uma maior resistência à deficiência hídrica em plantas com menor relação parte área/raiz (PINHEIRO, 2005). Reis et al. (2006), estudando os melhores genótipos de eucaliptos em ambientes de déficit hídrico, relataram que os clones de eucaliptos (*E. camaldulensis* x *Eucalyptus* spp) com menor sensibilidade à seca apresentaram maior sistema radicular na fase inicial de plantio.

Foi verificado efeito das concentrações de CM apenas para a massa seca de raiz (MSR) (Figura 2C). O melhor ajuste foi o modelo quadrático para esta variável,

com acréscimos até a concentração de 535 mgL<sup>-1</sup> (7,95%) em relação ao tratamento 0 (Figura 2C). O clone I224 foi superior ao clone I144 (Figura 2D). O uso do CM incrementou a MSR nas plantas de eucaliptos, o que pode conferir uma maior capacidade de sobrevivência em meio às condições adversas, e aumentar a resistência ao déficit hídrico (GOMES e PAIVA, 2013).

Para a relação entre a altura e as concentrações de CM foi ajustado o modelo linear decrescente (Figura 3A). O aumento das concentrações de CM reduziu a altura em 12,07% em relação ao tratamento 0. O CM está relacionado à redução dos níveis de giberelinas ativas (GA1, GA3 e GA4), inibindo o alongamento celular, reduzindo a altura e o comprimento dos internódios (WANG et al., 2014).

A redução dos níveis de giberelinas foi relacionada ao efeito de CM na repressão de genes de biossíntese (GhCPS, GhKS, GhGA20ox e GhGA3ox), metabolismo (GhGA2ox) de giberelinas e ativação dos genes DELLA (GhGAI4a and GhGAI4b). Além disso, a velocidade de transporte e acúmulo de CM estão envolvidos no controle da biossíntese de giberelinas e envolvem também a sinalização para a manutenção da homeostase desse hormônio (WANG et al., 2014). A redução na altura como efeito da aplicação de CM é uma característica de extrema importância quando o objetivo é produzir plantas mais compactas, ocorrendo alterações importantes na partição dos fotoassimilados (SOUZA, 2007).

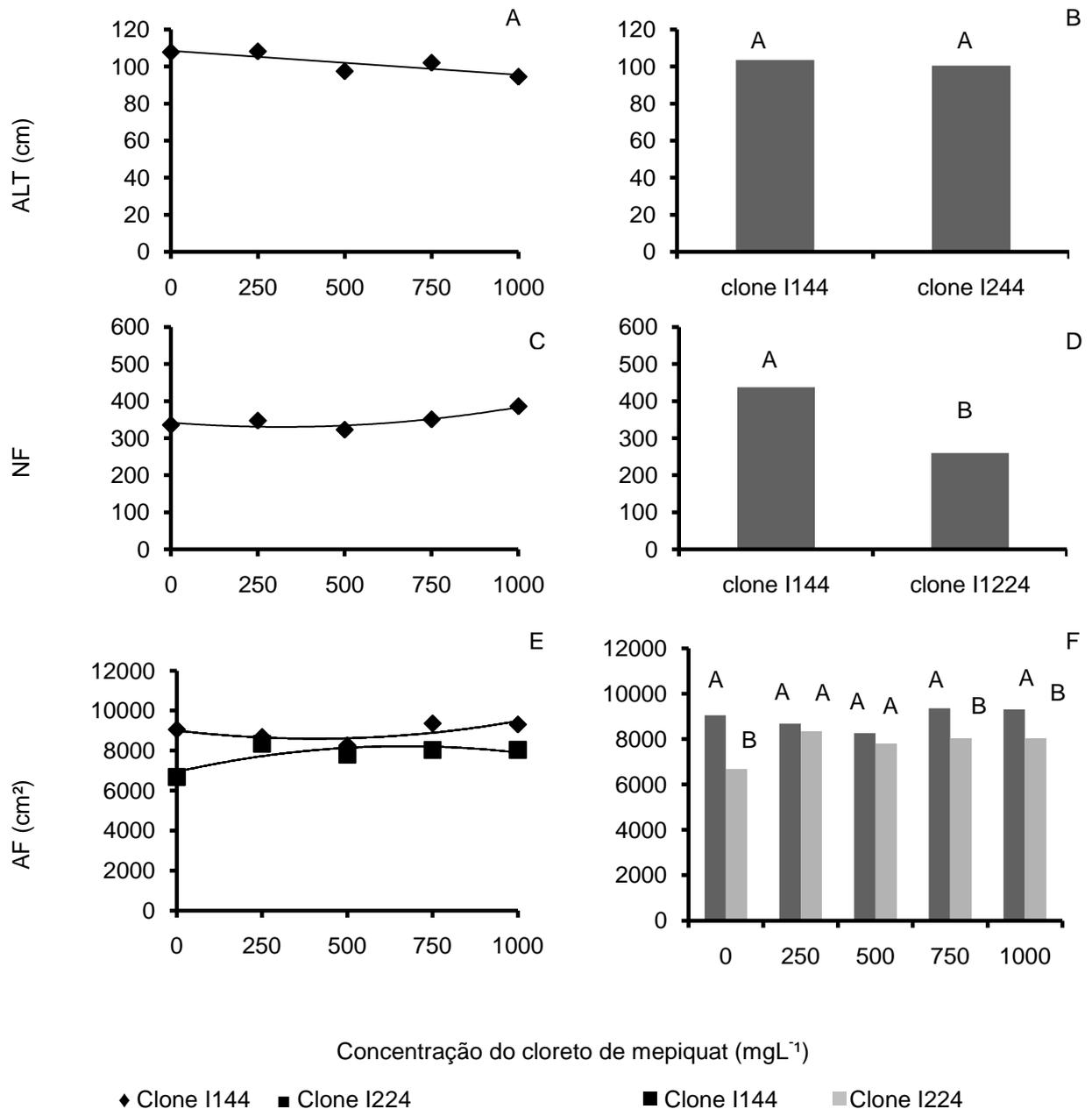
Plaza-Wüthrich et al. (2016), verificaram em cereais de pequeno porte (*Eragrostis tef* e *Eleusine caracana*) que a aplicação de CM em concentrações entre 0 a 2000 mgL<sup>-1</sup>, induziu a redução do comprimento do colmo. No entanto, este efeito foi mais brando quando comparado a inibidores de síntese de giberelina como o paclobutrazol, cloreto de clomequat e daminozine.

Para a relação entre o número de folhas e as concentrações de CM, foi definido o modelo quadrático (Figura 3C). Por meio dos valores estimados da equação, verificou-se redução de 3,4% (330,32 folhas, para 317,8 mgL<sup>-1</sup>.) do número de folhas em relação ao tratamento 0, para as concentrações de CM entre 0 a 636 mgL<sup>-1</sup>; a partir desta concentração até 1000 mgL<sup>-1</sup>, os valores mantiveram-se superiores ao tratamento 0, ocorrendo elevação de 12,34%.

Resultados semelhantes foram obtidos por Mouco et al. (2010), ao estudar o CM em mangueiras. Os autores relataram maior número de folhas e maior área foliar

nas plantas que receberam uma única aplicação do regulador em relação às plantas que receberam a mesma concentração parcelada em duas aplicações.

O aumento no número de folhas por meio da aplicação do CM pode estar relacionado a fatores que induzem ao desenvolvimento de gemas nas ramificações laterais. Navarro et al. (2007), ao utilizar o regulador paclobutrazol, inibidor da biossíntese de giberelinas endógenas, associaram a redução do número de folhas em *Arbutus unedo* à diminuição do número de gemas. Entretanto, para o presente estudo, verificou-se que a redução do número de ramos primários pelo CM estimulou o desenvolvimento de maior número de ramos secundários, resultando em aumento no número de folhas.



(A)  $Y^* = 108,56 - 0,0131x$   $r^2 = 0,55$   
(C)  $Y^* = 341,87 - 0,07272x + 0,0001144x^2$   $R^2 = 0,80$   
(E)  $Y^* = 9001,1 - 2,0034x + 0,0025x^2$   $R^2 = 0,80$   
 $Y^* = 6937,2 + 3,8467x - 0,0029x^2$   $R^2 = 0,62$

**Figura 3** – Altura (ALT) (cm) (A e B); número de folhas (NF) (C e D) e desdobramento da interação da área foliar (cm<sup>2</sup>) (E e F) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.

\*Médias seguidas pela mesma letra entre clones e tratamentos não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: elaborado pela autora, 2016.

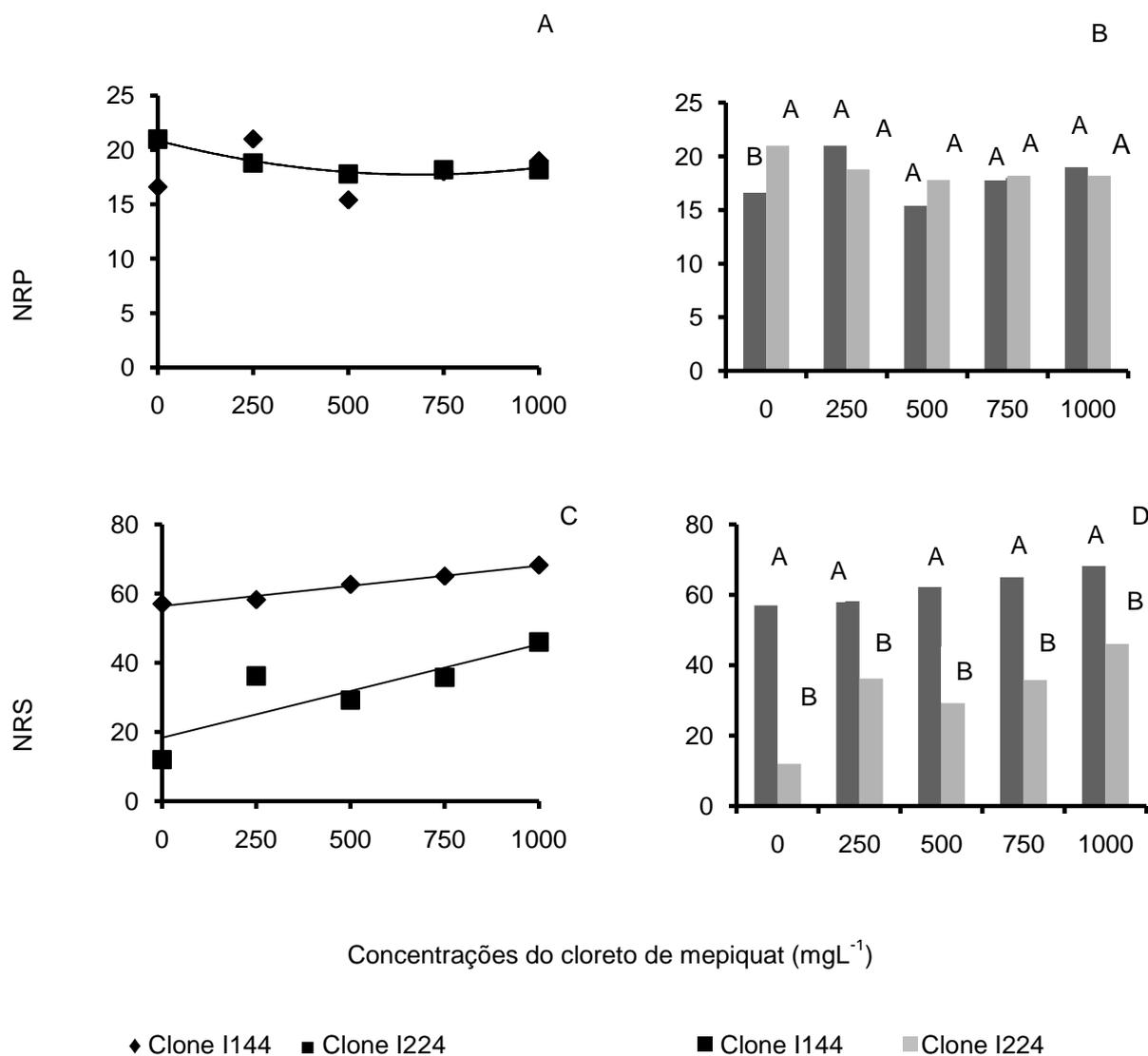
Um maior número de folhas foi observado para o clone I144 em relação ao clone I224 (Figura 3D). Johnson e Pettigrew (2006), avaliando plantas de algodão submetidas ao uso de mepiquat pentaborate, também relataram diferenças nas respostas das cultivares para esta variável.

Para os dois clones, a relação entre a área foliar e as concentrações de CM foi ajustada ao modelo quadrático (Figura 3E). Para o clone I144, valores inferiores ao tratamento 0 foram verificados até a concentração  $801,36 \text{ mgL}^{-1}$ , com menor valor observado em  $400,68 \text{ mgL}^{-1}$  (4,46% de redução em relação ao controle), seguido de acréscimos até  $1000 \text{ mgL}^{-1}$  (5,51% de acréscimo em relação ao tratamento 0). Para os compostos deste grupo de retardadores (compostos quaternários de amônio), a restrição do crescimento da parte aérea da planta é um efeito comum na cultura do algodão (SOUZA, 2007; NAGASHIMA, 2005).

Bogiani (2011), ao estudar as alterações na parte reprodutiva e vegetativa em cultivares de algodão, observou que a área foliar foi reduzida com o aumento das doses de CM. A redução na área foliar na cultura do algodão foi associada ao menor crescimento da planta e menor emissão de folhas (TEIXEIRA et al., 2008).

Para o clone I244, o CM induziu o aumento na área foliar, atingindo maior valor em  $663 \text{ mgL}^{-1}$ , com aumento de 18,44% em relação ao tratamento 0 (Figura 2E). A elevação da área foliar foi verificada em mudas de cafeeiros, quando submetidas à aplicação foliar de inibidores do tipo onium (SANTOS et al., 2015). Para o presente estudo, o aumento da área foliar foi relacionado ao aumento no número de folhas em função do CM (Figura 3C).

Ao analisar a interação, verificou-se que a maior área foliar do clone I144 em relação ao clone I224 verificada no tratamento 0 foi mantida sob aplicação do CM nas maiores concentrações ( $750$  e  $1000 \text{ mgL}^{-1}$ ) (Figura 3F). Nas menores concentrações ( $250$  e  $500 \text{ mgL}^{-1}$ ) houve a equiparação das médias. Estes resultados foram associados ao maior número de folhas (Figura 3A) e maior número de ramos secundários verificados no clone I144. (Figura 4D).



(A)  $Y^* = 20,869 - 0,0091x + 0,000007x^2$       $R^2 = 0,9523$   
(C)  $Y^* = 56,36 + 0,0117x$       $r^2 = 0,9796$   
 $Y^* = 18,32 + 0,027x$       $r^2 = 0,7188$

**Figura 4** – Desdobramento da interação do número de ramos primários (NRP) (A e B) e número de ramos de secundários (NRS) (C e D) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224 aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pela autora, 2016.

Para os dados de número de ramos primários (NRP), não se ajustou nenhum modelo estatístico para o clone I144. Para o clone I244, foi definido o modelo quadrático caracterizado por reduções em relação ao tratamento 0, para todas as concentrações do regulador. O menor número de ramos primários foi verificado para a concentração de  $650 \text{ mgL}^{-1}$  (redução de 14,17% em relação à testemunha) (Figura 4A). Em estudos sobre a aplicação de CM em plantas de algodoeiro, foi verificada a diminuição do número total de ramos pela aplicação deste regulador (NAGASHIMA et al., 2007; BOGIANI, 2008; BOGIANI; ROSOLEM 2009).

Para o estudo do desdobramento do NRP dos clones, verificou-se maiores médias no clone I224 em relação ao I144 no tratamento 0, ocorrendo igualdade nos tratamentos submetidos à aplicação de CM (Figura 4B).

Ao analisar o número de ramos secundários (NRS) em função das concentrações de CM, para os dois clones, foi ajustado o modelo linear, caracterizado por elevações desta característica em função do aumento das concentrações (Figura 4C), atingindo acréscimos de 20,75% para o clone I144 e 147,37% para o clone I224. Para cultivos de pinhão manso e quiabeiro, não foi verificado efeito de CM no número de ramos secundários (RAMOS, 2011; YAMAKI, 2004)

O incremento na produção de ramos secundários nas plantas de eucaliptos está associado ao efeito do CM, que provavelmente interferiu nos processos fisiológicos alterando os níveis de citocinina. Os retardantes de crescimento do grupo dos inibidores da síntese de giberelinas, como o paclobutrazol e prohexadione cálcio, ao inibir a síntese de giberelina, têm como consequência a alteração de outros hormônios, como os níveis de citocinina e ácido abscísico (BEKHETA et al., 2006). O maior acúmulo de citocininas nas gemas laterais promove o desenvolvimento dos ramos, em função da alteração da relação fonte e dreno dos assimilados (WERNER; SCHMULLING, 2009; CRIADO, 2009).

Ao analisar a interação do NRS para os clones, observou-se superioridade do clone I144 em relação ao clone I224 em todos os tratamentos (Figura 4D). Embora a superioridade do clone I144 tenha sido mantida em todos os tratamentos, verifica-se uma redução nas diferenças entre os clones com o aumento das doses do CM. Essa redução dos valores foi atribuída ao aumento acentuado (147,27%) da produção de ramos secundários do clone I244 nos tratamentos com a aplicação do CM. Esses

resultados demonstram uma maior sensibilidade do clone I224 ao CM com relação à variável NRS.

#### **4.2 Características Fisiológicas**

Para o índice SPAD, temperatura foliar ( $T_{if}$ ), concentração interna de  $CO_2$  na câmara subestomática ( $C_i$ ), eficiência do uso da água ( $EUA$ ) e eficiência potencial do uso da água ( $A/gs$ ), não foram verificados efeitos das concentrações do cloreto de mepiquat (CM) aplicadas via foliar (Tabela 4). Verificou-se efeito dos clones apenas para potencial de turgor (PT), sendo observada interação entre a concentração de cloreto de mepiquat (CM) e clones para as taxas de transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $gs$ ), fotossíntese líquida ( $A$ ) e eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$ ).

**Tabela 4** – Análise de variância e coeficiente de variação das características fisiológicas índice SPAD, potencial de turgor (PT), condutância estomática (*gs*), taxa de transpiração (*E*), fotossíntese líquida (*A*), concentração interna de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática (*C<sub>i</sub>*), eficiência instantânea de carboxilação (*A/C<sub>i</sub>*), temperatura foliar (*T<sub>ff</sub>*), eficiência do uso da água (*EUA*), eficiência potencial do uso da água (*A/g<sub>s</sub>*) dos clones I144 e I224 em função das concentrações de CM via foliar, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.

<i>FV</i>	GL	Quadrados médios									
		SPAD	PT	<i>G<sub>s</sub></i>	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>C<sub>i</sub></i>	<i>A/C<sub>i</sub></i> (x10 <sup>-4</sup> )	<i>T<sub>ff</sub></i>	<i>EUA</i>	<i>A/g<sub>s</sub></i>
Bloco	4	50,04**	0,14	0,0034**	1,03**	1,104	2030,45**	0,667	22,410**	4,5209**	989,5360**
Conc.	4	19,001	0,13	0,0013	0,25	0,677	95,41	0,183	0,3712	0,5316	161,7227
Clone	1	3,20	1,96 **	0,0026	1,01**	10,904**	7,03	2,84**	0,3528	0,1727	6,2044
Conc. x Clone	4	1,07	0,15	0,0027*	0,47*	6,573**	234,67	1,44*	0,7238	0,6716	246,7414
Resíduo	36	8,23	0,06	0,00089	0,14	1,436	406,19	0,5247	0,4284	0,5526	167,0571
CV%		6,88	14,76	26,80	19,01	15,30	9,56	19,15	1,98	18,46	17,42

\*Significativo pelo teste “F” a 5% de probabilidade; \*\* Significativo pelo teste “F” a 1% de probabilidade.

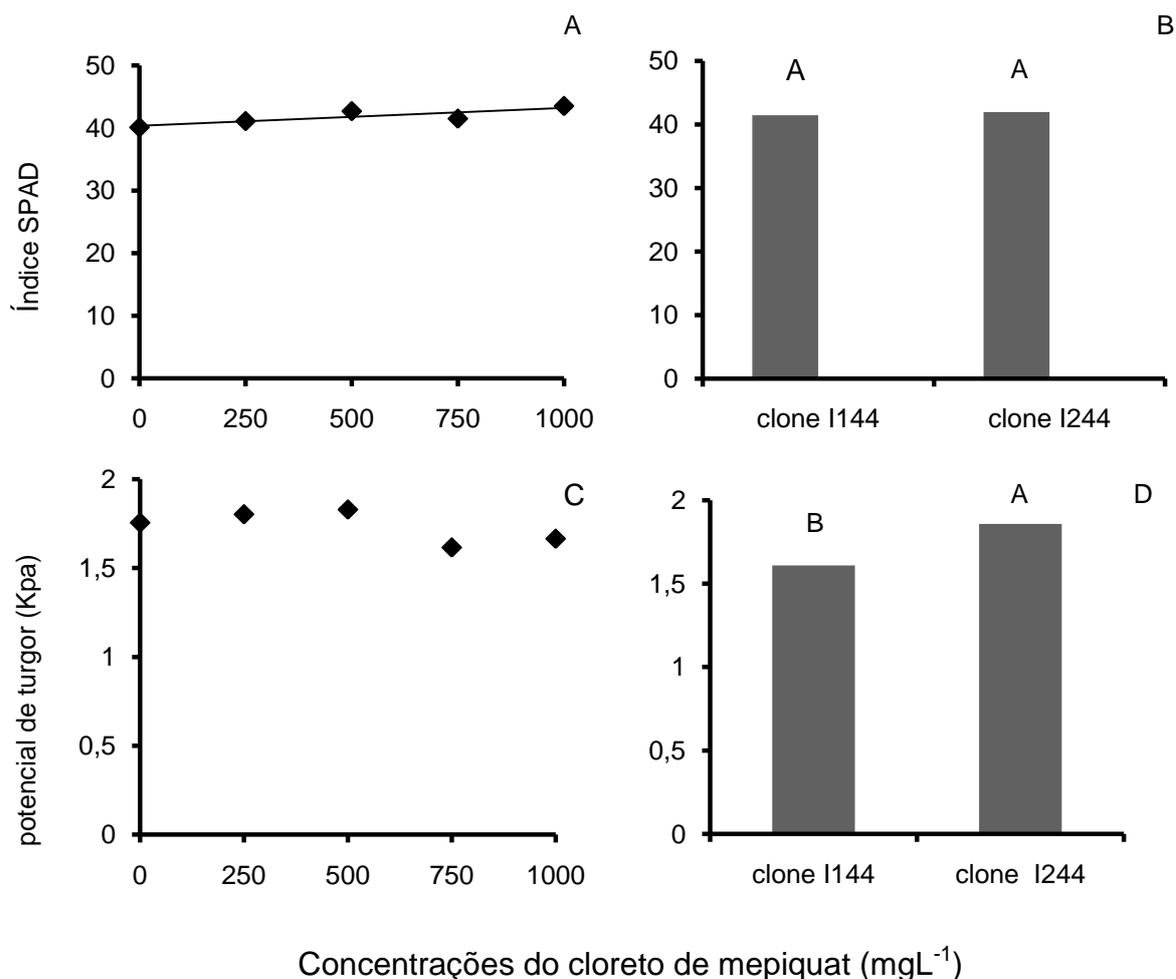
Fonte: elaborado pela autora, 2016.

O aumento das concentrações de CM promoveu elevação do índice SPAD (7,18%) nas plantas de eucaliptos (Figura 5A). Este efeito pode estar associado a duas principais causas: redução do alongamento celular, resultando em concentração das clorofilas (STUART et al., 1984) e elevação dos níveis de citocininas, induzidas pela inibição da biossíntese de giberelinas (SHARMA et al., 2011).

Segundo Rademacher (2000), os inibidores de síntese de giberelinas podem elevar a disponibilidade de precursores para a síntese de citocininas, sendo esse efeito responsável pela redução na velocidade de degradação de clorofilas, o que resulta em folhas com coloração mais intensa e com maiores valores de índice SPAD.

O efeito de concentração de clorofilas resultante da redução no alongamento celular e, conseqüentemente, redução na área foliar, foi induzido em plantas de *Eucalyptus urophylla* submetidas a diferentes fontes nitrogenadas (N- NO<sub>3</sub> e N-NH<sub>4</sub>), em cultivo hidropônico em estudos realizado por Guimarães et al. (2014). Por outro lado, Santos (2012) relatou o decréscimo do índice SPAD nas folhas de limeira ácida, associando a restrições do transporte de citocininas das raízes para a parte aérea.

Não foi possível ajustar um modelo para a relação entre o potencial de turgor (PT) e as concentrações de CM, entretanto, o clone I244 apresentou maior valor de potencial turgor do que o clone I144 (Figura 5D).



$$(A) Y^* = 0,0029x + 40,342 \quad r^2 = 0,7237$$

**Figura 5** – Índice SPAD (A e B) e potencial de turgor (Kpa) (C e D) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pela autora, 2016.

Para a relação entre a condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração ( $E$ ) e fotossíntese líquida ( $A$ ) em função das concentrações de CM, foi ajustado o modelo quadrático para o clone I144 e o modelo polinomial cúbico para o clone I224 (Figuras 6A, 6C e 6E).

Para o clone I144, o aumento das concentrações do cloreto de mepiquat resultou em reduções nas taxas de condutância estomática, transpiração e fotossíntese líquida em relação ao tratamento 0, atingindo 17,98% (500 mgL<sup>-1</sup>),

43,87%, ( $716 \text{ mgL}^{-1}$ ) e 21,36% ( $575 \text{ mgL}^{-1}$ ) de redução, respectivamente (Figuras 6A, 6C e 6E).

Paixão (2016), avaliando cultivares de algodão, submetidas ao uso do CM, observou reduções na condutância estomática sendo que a concentração de  $462,5 \text{ mgL}^{-1}$  promoveu a maior redução para essa variável.

Embora a redução nas taxas de condutância estomática (*gs*) tenha seguido a mesma tendência da transpiração (*E*), para o clone I144 a redução nas taxas de (*E*) (43,87%) foi mais acentuada quando comparada com a redução na *gs* (17,98%) (Figuras 6A e 6C). Estes resultados podem estar associados a outros fatores de origem não estomática que contribuíram para essa redução. A aplicação de CM pode induzir a elevação de compostos orgânicos osmoticamente ativos, tais como a prolina, que contribui para a osmorregulação (ANOSHEH et al., 2012; PIRASTEHANOSHEH et al., 2016).

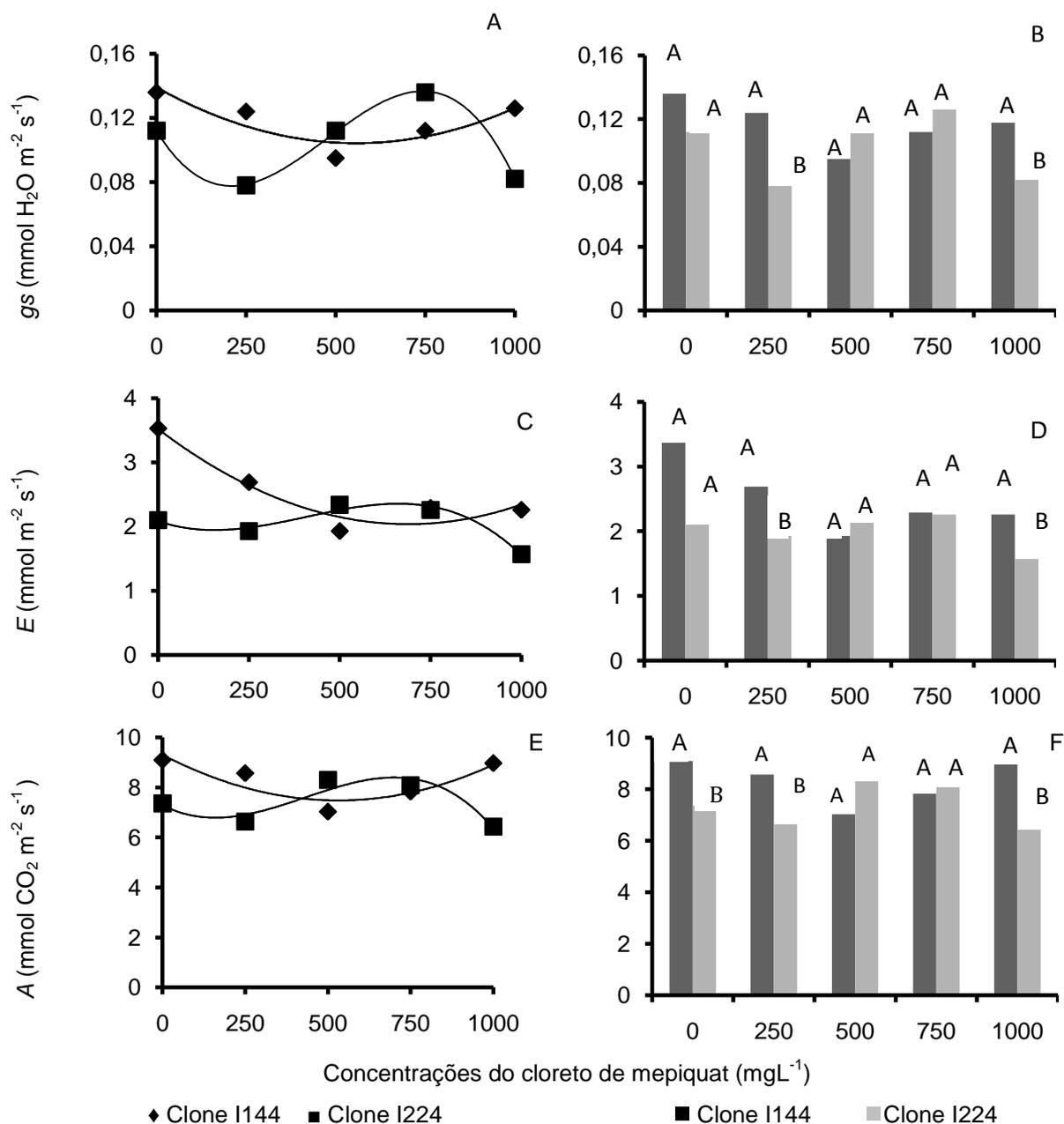
Para o clone I224, observou-se que as diferentes concentrações do cloreto de mepiquat promoveram flutuações nas taxas de condutância estomática, transpiração e fotossíntese líquida, sendo caracterizadas por decréscimos (30,64%, 6,72% e 12,75%) e acréscimos (22,02%, 22,19% e 15,15%), respectivamente, quando comparados ao tratamento 0.

Chaves et al. (2004), ao estudar o comportamento das trocas gasosas em função da seca no solo em plantas jovens de clones de eucalipto, verificaram que a transpiração foliar seguiu a mesma tendência da condutância estomática, confirmando os resultados encontrados por Tatagiba (2006), ao estudar as trocas gasosas em clones de eucaliptos sob diferentes regimes de irrigação.

Avaliando a interação entre os clones e o efeito das concentrações do CM para as taxas de condutância estomática (*gs*) e transpiração (*E*) (Figuras 6B e 6D), observa-se que houve diferença nas concentrações  $250 \text{ mgL}^{-1}$  e  $1000 \text{ mgL}^{-1}$  tanto para a condutância estomática quanto para a transpiração. Nos demais tratamentos, verificou-se a equiparação das médias para os dois clones. Nas concentrações  $250$  e  $1000 \text{ mgL}^{-1}$ , o clone I144 foi superior ao clone I244, com maiores valores nas taxas de (*gs*) e taxas de (*E*).

Para o estudo da interação do CM e os clones estudados, verificou-se que a variável fotossíntese líquida (Figura 6F) nas concentrações de  $250$  e  $1000 \text{ mgL}^{-1}$  apresentaram diferença entre os clones, sendo semelhante a condutância

estomática e transpiração. Entretanto, para esta variável também se observa diferença entre as médias no tratamento 0, demonstrando que tais diferenças podem estar associadas a fatores genéticos. Nessas concentrações e no tratamento 0, o clone I144 foi superior em relação ao clone I224.



(A) $Y^* = 0,139 - 0,0001x + 0,0000001x^2$	$R^2 = 0,7986$
$Y^* = 0,1119 - 0,0004x + 0,000001x^2 - 0,0000000008x^3$	$R^2 = 0,9994$
(C) $Y^* = 3,5194 - 0,0043x + 0,000003x^2$	$R^2 = 0,9241$
$Y^* = 2,0864 - 0,002x + 0,000008x^2 - 0,000000006x^3$	$R^2 = 0,9656$
(E) $Y^* = 9,3093 - 0,0069x + 0,000006x^2$	$R^2 = 0,8026$
$Y^* = 7,2944 + 0,00003x^2 + 0,00000002x^3 - 0,0068x$	$R^2 = 0,8858$

**Figura 6** – Desdobramento da interação da condutância estomática (*gs*) (A e B); transpiração (*E*) (C e D) e fotossíntese líquida (*A*) (E e F) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pela autora, 2016.

As taxas de fotossíntese líquida seguiram a mesma tendência da condutância estomática (Figuras 6A e 6E). Resultados semelhantes foram encontrados por Figueiredo et al. (2014), ao avaliar as trocas gasosas em mudas clonais de eucaliptos em permanência prolongada no viveiro, de modo que observaram que a queda na fotossíntese corroborou os valores de condutância estomática.

De acordo com Farquhar e Sharkey (1982), a fotossíntese líquida é limitada pelo fator estômato, associado à redução da concentração interna de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ), causada pela redução da condutância estomática.

Os dados de concentração interna de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ) não se ajustaram a nenhum modelo. Os dois clones estudados apresentaram o mesmo comportamento, não diferindo estatisticamente entre si (Figuras 7A e 7B). As concentrações do cloreto de mepiquat não promoveram efeito significativo sobre a concentração interna de CO<sub>2</sub> corroborando com os resultados obtidos por Bogiani e Rosolem (2011) ao verificar o efeito da aplicação do CM na cultura do algodão, não observaram efeito do regulador na ( $C_i$ ).

Resultados semelhantes também foram obtidos por Rodrigues et al. (2013) ao avaliar mudas clonais de *Toona ciliata* submetidas a inibidores de giberelinas, como o PBZ, não observaram diferenças na concentração interna de CO<sub>2</sub>.

Para o clone I144, onde foi ajustado o modelo quadrático caracterizado por reduções nas taxas de fotossíntese (Figura 6E), verifica-se a mesma tendência de modelo para a eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$ ) com ponto de mínima de 666, 66mgL<sup>-1</sup> e redução de 29,38%.

Embora tenha sido verificada redução nas taxas de ( $A/C_i$ ) no clone I144, para o clone I224 foi observado um efeito inverso. Foi ajustado o modelo quadrático, caracterizado por acréscimos até a concentração de 333,33 (20,06%) (Figura 7C). Segundo Bogiani et al. (2008), as diferentes respostas e sensibilidade das culturas ao uso do regulador nem sempre possibilitam obter resultados constantes.

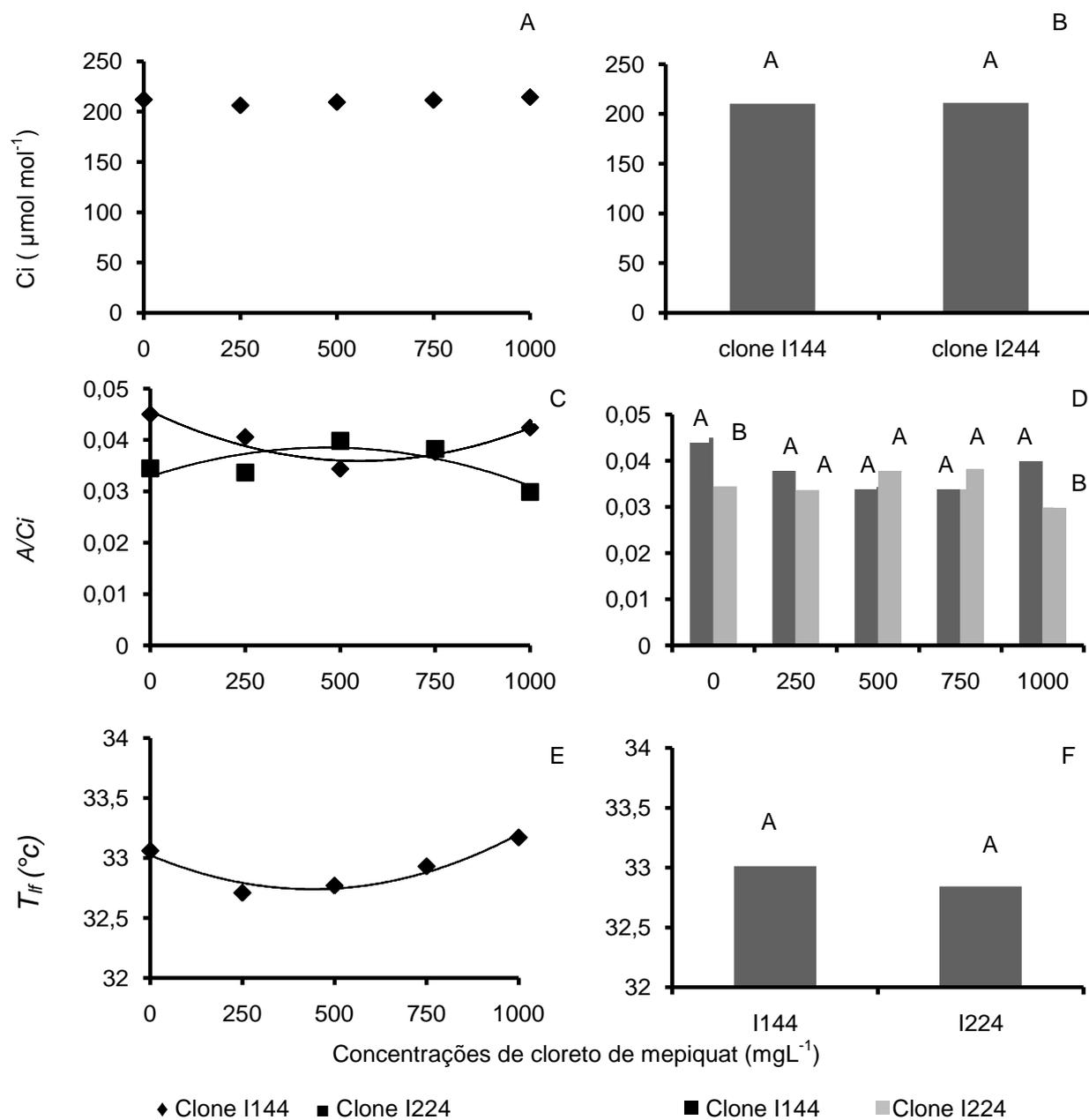
Para Machado et al. (2005), ( $A/C_i$ ) possui estreita relação com a concentração interna de CO<sub>2</sub> e com a fotossíntese, sendo que a concentração interna de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ) no mesófilo foliar é reduzida pelo fechamento estomático, com consequente diminuição na fotossíntese (JADOSKI et al., 2005).

O aumento nas taxas de ( $A/C_i$ ) para o clone I224 pode estar relacionado com alterações hormonais promovidas pelo uso do cloreto de mepiquat. Segundo

Ramírez et al. (2005), o uso de inibidores de giberelinas pode favorecer a ação das citocininas. Neste sentido, Criado (2009) relatou que a maior expressão de citocininas promove o aumento na atividade da enzima ribulose 1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco), otimizando a eficiência de carboxilação, resultando em maior aproveitamento do CO<sub>2</sub> presente na câmara subestomática.

É importante enfatizar também que os clones sem o tratamento do CM já apresentavam diferença para a variável fotossíntese líquida (Figura 6F). Ao analisar a interação da (*A/Ci*), verifica-se que houve diferença entre os clones no tratamento 0 e na concentração de 1000mgL<sup>-1</sup>, as demais concentrações não diferiram entre si (Figura 7D). Estes resultados indicam que as diferenças entre os clones podem estar mais associadas a fatores genéticos do que aos efeitos do regulador de crescimento.

Para a relação entre temperatura foliar (*T<sub>ff</sub>*) e as concentrações do CM, foi ajustado o modelo quadrático caracterizado por gradativas reduções até a concentração de 440mgL<sup>-1</sup>, sendo que a partir deste ponto, verifica-se um aumento na *T<sub>ff</sub>* (Figura 7E). Para os dois clones estudados, notou-se que a temperatura foliar manteve-se homogênea, não diferindo estatisticamente (Figura 7 F).



$$(C) Y^* = 0,0456 - 0,00004x + 0,00000003x^2$$

$$R^2 = 0,9075$$

$$Y^* = 0,0329 + 0,00002x + 0,00000003x^2$$

$$R^2 = 0,6347$$

$$(E) Y^* = 33,023 - 0,0013x + 0,000001x^2$$

$$R^2 = 0,92$$

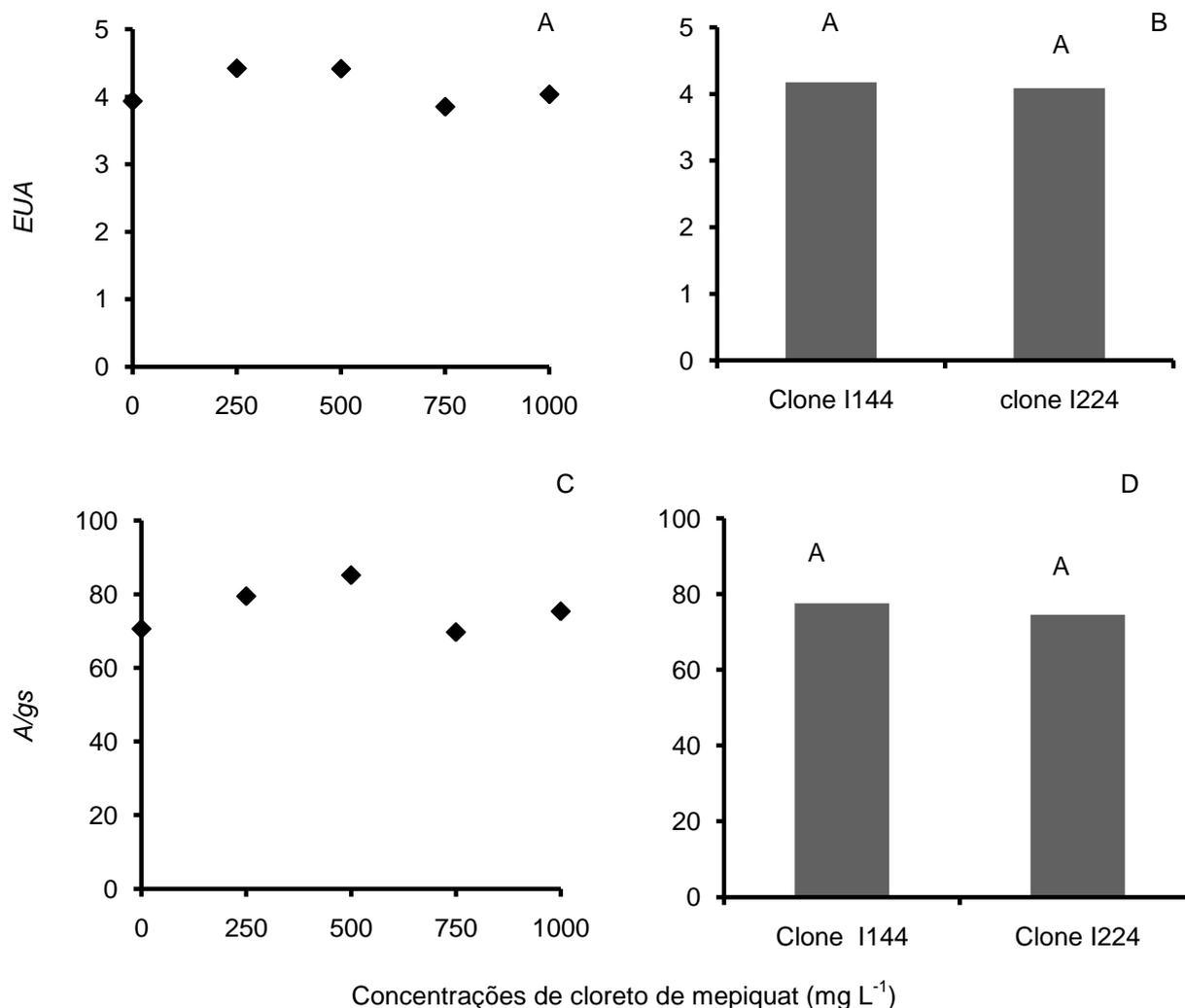
**Figura 7** – Concentração interna de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>) (A e B); desdobramento da interação da Eficiência instantânea de carboxilação (A/C<sub>i</sub>) (C e D) e Temperatura foliar (T<sub>f</sub>) (E e F) em função das concentrações de CM via foliar e clones I144 e I224, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pela autora, 2016.

Para a relação entre as concentrações do cloreto de mepiquat e a eficiência do uso da água (*EUA*) e eficiência potencial do uso da água (*A/g<sub>s</sub>*), não foi ajustado nenhum modelo. Para essas características, os dois clones estudados apresentaram a mesma tendência (Figura 8).

Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2004), ao estudar o índice de consumo e eficiência do uso da água em eucalipto, submetido a diferentes teores de água. Os autores relataram que a *EUA* praticamente não variou entre as espécies *E. citriodora*, *E. grandis* e *B. brizantha*.

Entretanto, resultados diferentes foram obtidos por Figueiredo et al. (2014), ao avaliar as trocas gasosas, relações hídricas e eficiência fotoquímica em mudas clonais de eucalipto, visto que mudas mais novas e com tecido menos rustificados apresentaram menor controle estomático, resultando em maior perda de água e menores valores de *EUA* e *A/g<sub>s</sub>*. Já as mudas com maior idade apresentaram menor perda de água, não somente por serem mais rústicas, mas também pela redução da *gs*.



**Figura 8** – Eficiência do uso da água (*EUA*) (A e B), eficiência potencial do uso da água (*A/gs*) (C e D) dos clones I144 e I224 em função das concentrações de CM via foliar, aos 35 dias após a aplicação. Vitória da Conquista – BA, 2016.

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pela autora, 2016.

### 4.3 Correlação de Pearson das Trocas Gasosas Foliaves

Tanto para o tratamento 0 como para as plantas submetidas à aplicação de cloreto de mepiquat, foram verificadas correlações positivas entre condutância estomática (*gs*) e fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*) e concentração interna de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática (*C<sub>i</sub>*), fotossíntese líquida (*A*) e eficiência instantânea de carboxilação (*A/C<sub>i</sub>*). As correlações negativas entre transpiração (*E*) e eficiência do uso da água (*EUA*), *A/C<sub>i</sub>* e *C<sub>i</sub>* também foram

mantidas para o tratamento 0 e para plantas tratadas com o regulador de crescimento (Tabela 5), indicando que a aplicação via foliar do CM não foi suficiente para alterar tais correlações.

A correlação positiva entre  $E$  e  $g_s$  e entre  $EUA$  e  $A/C_i$ , verificadas no tratamento 0, não foram mantidas quando as plantas foram submetidas ao CM (Tabela 5). A ausência da correlação entre as taxas de  $E$  e  $g_s$  está associada ao efeito de CM em elevar o teor de prolina promovendo o ajustamento osmótico (ANOSHEH et al., 2012). O maior teor de prolina reduz o potencial osmótico e por consequência, diminui o potencial hídrico, restringindo a transpiração nas folhas, ainda que estas apresentem maior abertura estomática, favorecendo assim a manutenção do turgor (WILLADINO; CAMARA, 2010). A elevação dos teores de prolina induzida por CM foi anteriormente verificada em plantas de pimentão doce (LUO et al., 2010) e em duas cultivares de trigo (AL-TABBAL et al., 2015).

Waldren et al. (1974) relacionaram o aumento da concentração de prolina com a resistência à difusão de vapor, corroborando com os resultados obtidos por Nogueira et al. (2000), ao avaliar as alterações nas folhas de aceroleiras submetidas ao déficit de água. Para estes autores, os elevados teores de prolina estão relacionados com a resistência à difusão de vapor.

Coscolin et al. (2011) verificaram que em clones 433 de *Eucalyptus grandis* submetidos à restrição hídrica houve elevação significativa de prolina, restringindo a transpiração, mesmo quando a condutância estomática se manteve equiparada com as plantas controle.

O efeito do CM em anular a interação entre  $EUA$  e  $A/C_i$  está associado ao impacto do regulador na redução das taxas de transpiração, fato que resultou em maior  $EUA$ . Para as plantas controle, a ocorrência da correlação positiva entre  $EUA$  e  $A/C_i$  está relacionada à eficiência de carboxilação, que está diretamente associada à fotossíntese líquida ( $A$ ). Desta forma, verifica-se que a aplicação deste regulador, promove redução na taxa de transpiração sem afetar os processos relacionados à fotossíntese líquida, como as taxas de  $A/C_i$ . Como relatado anteriormente, a correlação entre  $A$  e  $g_s$ , foi mantida, de modo independente da aplicação de CM, ressaltando o  $g_s$  como fator de maior impacto para as variações de fotossíntese líquida.

Para *E. dunnii*, *E. saligna* (espécies de regiões úmidas) e *E. cladocalix* e *E. melliodora* (espécies provenientes de regiões sub-úmidas) foi verificada correlação positiva entre  $A$  e  $g_s$ , caracterizada por relação curvilínea (HROUTH et al., 2013).

Correlação negativa significativa entre a  $T_{ff}$  e  $g_s$  foi verificada somente nas plantas submetidas à aplicação do CM. Tribuzy (2005), estudando as variações na temperatura foliar do dossel, relatou que a resposta da  $g_s$  em função da variação de temperatura das folhas foi muito variável, sendo que, para as espécies avaliadas, o aumento da temperatura até 36°C não afetou a  $g_s$ , mas, a partir dessa temperatura foliar, a elevação proporcionou uma gradativa diminuição da  $g_s$ .

Por outro lado, Warren (2007) relatou que eucaliptos aclimatados em temperaturas acima de 30°C diminuíram o  $g_s$ , demonstrando que a condutância estomática é fortemente influenciada pela temperatura. Kannan et al. (2009), avaliando o efeito de reguladores de crescimento na cultura do pimentão doce, observaram relação inversa entre temperatura foliar e  $g_s$ .

Correlação positiva entre temperatura foliar ( $T_{ff}$ ) e transpiração ( $E$ ) foi verificada nas plantas tratadas com o regulador, demonstrando que menores valores de  $T_{ff}$  resultaram em reduções nas taxas de transpiração. Estes resultados estão de acordo com os estudos de Tamilselvi e Bangarusamy (2014), que ao verificar a temperatura e transpiração nas plantas de bananas, submetidas ao uso de reguladores de crescimento, observaram que as doses de 500mgL<sup>-1</sup> do CM diminuíram  $T_{ff}$  e  $E$  das plantas aos três meses de idade.

Eamus et al. (2008) relataram que as temperaturas entre 26 e 32°C aumentam gradativamente a transpiração, entretanto, temperaturas acima de 32°C decrescem as taxas de transpiração em função do maior fechamento estomático.

A correlação negativa entre  $T_{ff}$  e  $EUA$  nas plantas tratadas com o CM está relacionada com a redução nas taxas de transpiração, indicando que menores taxas de transpiração refletem em menor  $T_{ff}$  e em maior eficiência do uso da água. Uma maior  $EUA$  significa que a planta fixou maior quantidade de carbono por menor unidade de água que é perdida.

Em estudos realizados por Li et al. (2000), avaliando a eficiência do uso da água em mudas de 12 procedências de *Eucalyptus microtheca* submetidas a diferentes disponibilidades hídricas, observou-se que mudas de ambientes mais secos apresentavam taxas transpiratórias menores do que aquelas de regiões mais

úmidas. Paixão (2016), ao avaliar a cultura do algodão e o uso do CM, também observou que à medida que as plantas reduziram a transpiração em função das doses de CM, aumentaram a eficiência do uso de água.

**Tabela 5** – Coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) entre as características de transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $gs$ ), fotossíntese líquida ( $A$ ), eficiência instantânea de carboxilação ( $A/Ci$ ), concentração interna de  $CO_2$  na câmara subestomática ( $Ci$ ), temperatura foliar ( $T_{ff}$ ), eficiência do uso da água ( $EUA$ ), avaliado aos 35 dias após a aplicação do cloreto de mepiquat dos clones I144 e I224 em função das concentrações de CM via foliar. Vitória da Conquista – BA, 2016.

Testemunha	$E$	$gs$	$A$	$A/Ci$	$Ci$	$T_{ff}$
$gs$	0,64*					
$A$	0,36	0,53*				
$A/Ci$	-0,04	-0,15	0,70*			
$Ci$	0,46	0,75*	-0,03	- 0,72**		
$T_{ff}$	0,43	- 0,38	- 0,02	0,32	-0,43	
$EUA$	-0,66**	0,20	0,41	0,56*	-0,45	-0,43
CM	$E$	$gs$	$A$	$ACi$	$Ci$	$T_{ff}$
$gs$	0,16					
$A$	0,27	0,76**				
$A/Ci$	0,08	0,27	0,80*			
$Ci$	0,28	0,61*	0,07	- 0,52*		
$T_{ff}$	0,66*	-0,74**	-0,41	0,08	-0,42	
$EUA$	-0,77**	0,38	0,37	0,40	-0,19	-0,78*

\* significativo a 1% pelo teste T; \*\* significativo a 5% pelo teste T.

Fonte: elaborado pela autora, 2016.

## 5. CONCLUSÕES

Alterações morfológicas relacionadas à redução da altura, elevação do número de folhas, ramos secundários, índice SPAD e peso de massa seca das raízes foram constatadas em clones de eucalipto I144 e I224 submetidos à aplicação foliar de cloreto de mepiquat, durante o crescimento inicial.

Para o clone I224, a aplicação foliar de cloreto de mepiquat reduziu o número de ramos primários.

As trocas gasosas foliares do clone I144 de eucaliptos submetidos ao cloreto de mepiquat foram alteradas, ocasionando menor condutância estomática, fotossíntese líquida e transpiração.

Correlação positiva entre transpiração ( $E$ ) e condutância estomática ( $g_s$ ) e entre eficiência do uso da água ( $EUA$ ) e eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$ ), verificadas no tratamento 0, não foram mantidas quando as plantas foram submetidas ao cloreto de mepiquat.

Para as plantas tratadas com o regulador, foram verificadas correlações positivas entre temperatura foliar ( $T_{if}$ ) e transpiração ( $E$ ) e correlações negativas entre a temperatura foliar ( $T_{if}$ ) e condutância estomática ( $g_s$ ), e entre temperatura foliar ( $T_{if}$ ) e eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$ ).

## REFERÊNCIAS

ABAF – **Associação Baiana das empresas de base florestal**. Anuário estatístico 2013: ano base 2012.

ABRAF – **Associação Brasileira de produtores de Florestas Plantadas**. Anuário estatístico 2013: ano base 2012. 142 p. Disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-ABRAF13-BR.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2016.

ALMEIDA, A. Q. D.; ROSOLEM, C. A. Cotton root and shoot growth as affected by application of mepiquat chloride to cotton seeds. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 1, p. 61-65, 2012.

AL-TABBAL, J.A.; AYAD, J.Y.; KAFWIN, O.M. Effect of Water Deficit and Plant Growth Regulators on Leaf Chlorophyll, Proline and Total Soluble Sugar Content of Two Durum Wheat Cultivars (*Triticum turgidum* L. var. durum), **Agricultural Sciences**, v. 32, n. 2, 2005

ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S. Produtividade de arroz de terras altas em função de reguladores de crescimento. **Revista Ceres**, v. 61, n.1, p. 042-049, 2014.

AMS – **Associação Mineira de Silvicultura**. Minas Gerais, Belo horizonte, Ano base: 2012.

ANDRADE, M. L.; POCCOLI, D.; OLIVEIRA, G. G.; GERMANI, G. I. **Brasil: a monocultura do eucalipto no Sudoeste Baiano - conflitos e enfrentamentos**. 2013. Disponível em: <<http://wrm.org.uy/pt/files/2013/09/Boletim193.pdf>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2015.

ANOSHEH, H. P.; EMAM, Y.; ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. exogenous application of salicylic acid and chlormequat chloride alleviates negative effects of drought stress in wheat. **Advanced Studies in Biology**, v. 4, n. 11, p. 501- 520, 2012.

BAESSO, R. C. E.; RIBEIRO, A.; SILVA, M. P. Impacto das mudanças climáticas na produtividade do eucalipto na região norte do Espírito Santo e sul da Bahia. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 335-344, 2010.

BEKHETA, M.; SAHBAZ, R.; LIEBEREI, R. Uniconazole induced changes of stress responses of *Vicia faba*: polyphenol oxidase activation pattern serves as an indicator for membrane stability. **Journal of Applied Botany and Food Quality–Angewandte Botanik**, v. 80, p. 129-134, 2006.

BERBERICH, S.; SNYDER, J.; GENEVE, R.; WILLIAMS, M. A. Growth and flowering response of container grown passion flower cultivars to fertilizer and paclobutrazol. **Journal Environmental Horticulture**. v. 24, n. 2, p. 109-114, 2006.

BOCCALANDRO, H. E. Aumento fitocromo b alivia efeitos de densidade sobre o rendimento de tubérculos de campo colheitas de batata. **Plant Physiology**, v. 133, n. 4, p. 1539-1546, 2003.

BOGIANI, J. C. **Comportamento de cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) ao uso de diferentes doses de cloreto de mepiquat**. Botucatu - SP: UNESP, 2008, 61p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”.

BOGIANI, J. C.; ROSOLEM, C. A. Resposta de crescimento, matéria seca e fotossíntese do algodoeiro pelo uso de cloreto de mepiquat. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 15, n. 1, p. 9-16, 2011.

BOGIANI, J. C.; ROSOLEM, C. A. Sensibilidade de cultivares de algodoeiro ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1246-1253, 2009.

BUZZELLO, G. L. **Uso de reguladores no controle do crescimento e no desempenho agrônomo da cultura da soja cultivar CD 214 RR**. Pato Branco: UTFPR, 2010, 177p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D.; Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 53-63, 2008.

CARVALHO, A. M. **Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha**. Piracicaba – SP: ESALQ, 2000, 128 p. Dissertação (Mestrado em ciências florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Eds.). **Feijão irrigado, Tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2003, p. 76-100.

CHAVES, J. H.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L.; PEZZOPANE, J. E. M.; POLLI, H. Q. Early selection of eucalypt clones to be planted in environments with varying soil water availability: water relations of plants in small size plastic tubes. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA (CIB). **Guia do Eucalipto oportunidades para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo, 2008.

CORDÃO SOBRINHO, F. P.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, F. A. L.; TERCEIRO NETO, C. P. C. Crescimento e rendimento do algodoeiro BRS-200 com aplicações de cloreto de mepiquat e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 11, p. 284-292, 2007.

CORREIA, N. M.; VILLELA, G. B. Trinexapac-ethyl and sulfometuron-methyl selectivity to young eucalyptus plants. **Planta Daninha**, v. 33, n. 2, p. 259-266, 2015.

COSCOLIN, R. B. S.; BROETTO, F.; MARCHESE, J. A.; CAMPOHERMOSO, M. C.; PALADINI, M. V. Effects of hydric deficiency on gas exchange parameters and metabolism of *Eucalyptus grandis* clones. **Journal Plant Physiology**, v. 23, n. 4, p. 255 -262, 2011.

CRIADO, M. V. Cytokinin-induced changes of nitrogen remobilization and chloroplast ultrastructure in wheat (*Triticum aestivum*). **Journal of Plant Physiology**, v. 166, n. 16, p. 1775 -1785, 2009.

EAMUS, D.; TAYLOR, D. T.; MACINNIS-NG, C. M. O.; SHANAHAN, S.; SILVA, L. Comparing model predictions and experimental data for the response of stomatal conductance and guard cell turgor to manipulations of cuticular conductance, leaf-to-air vapour pressure difference and temperature: feedback mechanisms are able to account for all observations. **Plant, Cell and Environment**, v. 31, p. 269-277, 2008.

FARQUHAR, G. D.; SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 33, n. 1, p. 317-345, 1982.

FERNANDES, E. T.; CAIRO, P. A. R.; MORAIS, J. L. C. Crescimento de clones de eucalipto sob deficiência hídrica. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 867-875, 2013.

FERNÁNDEZ, C. J.; COTHREN, J. T.; MCINNES, K.J. Partitioning of biomass in wellwatered and water-stressed cotton plants treated with mepiquat chloride. **Crop Science**, v. 31, n. 5, p. 1224-1248, 1991.

FIGUEIREDO, A. M. M. A.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; CAMPOSTRINI, E.; THIEBAUT, J. T. L.; BARROSO, D. G. Trocas gasosas, relações hídricas e eficiência fotoquímica em mudas clonais de eucalipto com permanência prolongada em tubetes. **Scientia forestalis**, v. 42, n. 104, p. 533-542, 2014.

FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; BARROSO, D. G.; DAHER, R. F. Efeito das variações biométricas de mudas clonais de eucalipto sobre o crescimento no campo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 1-11, 2011.

FONSECA, S. M.; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA, D. **Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto**. Viçosa, UFV, 2010, 200p.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. Viçosa - MG: UFV, 2001, 166p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3.ed. Editora UFV, Viçosa, 2013, 116 p.

GUIMARAES, M. M. C.; CAIRO, P. A. R.; NEVES, O. S. C. Crescimento de *Eucalyptus urophylla* em meio hidropônico com diferentes proporções de nitrato e amônio. **Floresta e ambiente**, v. 21, p. 52-61, 2014.

GUOPING,, Z.; JIANXING, C.; BULL, D. A.. The effects of timing of N application and plant growth regulators on morphogenesis and yield formation in wheat. **Plant Growth Regulation**, v. 35, n. 4, p. 239–245, 2001.

HEROULT, A.; LIN, Y. S.; BOURNE, A.; MEDLYN, B. E.; ELLSWORTH, D. S. Optimal stomatal conductance in relation to photosynthesis in climatically contrasting *Eucalyptus* species under drought. **Plant, Cell and Environment**, v. 36, p. 262-274, 2013.

HONORATO JUNIOR, J.; ZAMBOLIM, L.; AUCIQUE PEREZ, C. E.; RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A. Photosynthetic and antioxidative alterations in coffee leaves caused by epoxiconazole and pyraclostrobin sprays and *Hemileia vastatrix* infection. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 123, p. 31-39, 2015.

JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.

JOHNSON, J. T.; PETTIGREW, W. T. Effects of mepiquat pentaborate on cotton cultivars with different maturities. **Journal of Cotton Science**, v.10, p.128-135, 2006.

KANNAN, k.; M. JAWAHARLAL, M.; PRABHU, M. Effect of plant growth regulators on paprika - a review. **Agricultural Reviews**, v. 30, n. 3, p. 229-232, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000, 531 p.

LI, C.; BERNINGER, F.; KOSKELA, J.; SONNINEN, E. Drought responses of *Eucalyptus microtheca* provenances depend on seasonality of rainfall in their place of origin. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 27, n. 3, p. 231 - 238, 2000.

LIMA, I. L.; **Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden**. Piracicaba - São Paulo: ESALQ, 2005, 164 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

LUO, L. J.; XU, F. L.; HONG, S. Z.; WENG, H. Q.; DUAN, L. S.; LI, Z. H. Inducing effects of mepiquat chloride on the chilling resistance of sweet pepper (*Capsicum annuum*) seedlings. **Chinese Journal of Pesticide Science**, v. 2, n. 8, 2010.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, L. C.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005.

MALLIKARJUN, G. et al. Influence of foliar application of mepiquat chloride and ethephon on flowering and crop yield in arabica coffee. **Journal of Coffee Research**, v. 35, n. 1, p. 1- 9, 2007.

MASSON, M. V.; MORAES, W. B.; FURTADO, E. L. Chemical Control of Eucalyptus Rust: Brazilian Experiences. In: Mizuho Nita. (Org.). Fungicidas - Showcases of Integrated Plant Disease Management from Around the World. (Eds). **Janeza Trdine 9**, 51000 Rijeka: InTech, 2013, p. 117-134.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. SBS, São Paulo, 2000, 114 p.

MOUCO, M. A do C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira 'Tommy Atkins'. **Ciência Rural**, v. 40, p. 273-279, 2010.

NAGASHIMA, G. T.; MIGLIORANZA, E.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; GOMES, J. C. Embebição de sementes e aplicação foliar com cloreto de mepiquat no crescimento e produção do algodoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1027-1034, 2007.

NAGASHIMA, G. T.; SANTOS, F. T.; MIGLIORANZA, E. Qualidade fisiológica de sementes de algodão embebidas em solução de cloreto de mepiquat. **Ciência Agrotecnica**, v.34, n.3, p. 681-687, 2010.

NAGASHIMA, G.T.; MARUR, C.J.; YAMAOKA, R.S.; MIGLIORANZA, E. Desenvolvimento de plantas de algodão provenientes de sementes embebidas com Cloreto de Mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 943-946, 2005.

NAVARRO, A.; SÁNCHEZ BLANCO, M. J., BAÑON, S. Influence of paclobutrazol on water consumption and plant performance of *Arbutus unedo* seedlings. **Scientia Horticulturae**, v. 111, n. 2, p. 133-139, 2007.

NOGUEIRA, R. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, A. H.; BEZERRO NETO, E. OLIVEIRA JÚNIOR, O. A. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos**. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2009, 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira Fisiologia vegetal**, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2000.

OLIVEIRA, A. F.; CRUZ, M. C. M.; OLIVEIRA, D. L.; MESQUITA H. A. Paclobutrazol em oliveira submetida a diferentes regimes hídricos. **Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2137-2148, 2012.

OLIVEIRA, E. Mapeamento e indicadores comparativos da eucaliptocultura no Sul da Bahia e Planalto de Vitória da Conquista. **GeoNordeste**, n. 3, 2013. Disponível

em: < <http://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/1455/1279> >. Acesso: 20 de maio de 2016.

OLIVEIRA, M. I.; FREIRE, M. A.; SAMPAIO, L. R.; ALBUQUERQUE, W. G.; RODRIGUES, D. M.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento inicial de pinhão manso oriundos de sementes tratadas com cloreto de mepiquat. In: III Congresso Brasileiro da Mamona, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/cbm3/trabalhos/PINHAO%20MANSO/PM%2001.pdf>>. Acesso em: 20 de agosto 2015

PAIXÃO, A. P. **Caracterização fisiológica, bioquímica e anatômica em genótipos de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch) em função da aplicação de cloreto de mepiquat**. Ilha Solteira – SP: UNESP, 2016, 178 p. Dissertação ( Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”.

PAROUSSI, G.; VOYIATZI, D. G.; PAROUSSIS, E.; DROGOUDI, P.D. Growth, flowering and yield responses to GA3 of strawberry grown under different environmental. **Scientia Horticulturae**, v. 96, p. 103-113, 2002.

PINHEIRO, H. A. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, v. 96, p. 101-108, 2005.

PINTO, S. I. C.; FURTINI NETO, A. E.; LIMA, J. C.; FAQUIN, V.; MORETTI, B. S. Eficiência nutricional de clones de eucalipto na fase de mudas cultivados em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 523-533, 2011.

PIRASTEHANOSHEH, H.; EMAM Y.; KHALIQ, A. Response of cereals to cycocel application. **Iran Agricultural Research**, v. 35, n. 1, p. 1-12, 2016.

PLAZA-WUTHRICH, S.; BLOSCH, R.; RINDISBACHER, A.; CANNAROZZI, G.; TADELE, Z. Gibberellin deficiency confers both lodging and drought tolerance in small cereals. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-14, 2016.

PROTÁSIO, T. P.; COUTO, A. M.; REIS, A. A.; TRUGILHO, P. F. Seleção de clones de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal e bioenergia por meio de técnicas univariadas e multivariadas. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 15-28, 2013.

QUEIROZ, L. R. S.; BARRICHELO, L. E. G. **O Eucalipto – Um Século no Brasil**. São Paulo, 2007, 132 p.

RADEMACHER, W. Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production in Annual Plant Reviews (Eds). **Gibberellins**, 2016 p. 359-404.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 501-531, 2000.

RADEMACHER, W. Inhibitors of Gibberellin Biosynthesis: Applications in Agriculture and. (Eds). **Gibberellins**, 2012 p. 296.

RAMÍREZ, H.; PERALTA-MANJARREZ, R. M.; BENAVIDES-MENDOZA, A.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, A.; ROBLEDO-TORRES, V.; HERNÁNDEZ DÁVILA, J. Efectos de prohexadiona-Ca en tomate y su relación con la variación de la concentración de giberelinas y citocininas. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 11, n. 2, p. 283-290, 2005.

RAMOS, P. C. **Crescimento vegetativo de plantas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) sob diferentes tipos de reguladores de crescimento em Gurupi -To.** Gurupi - TO: UFT, 2011, 48 p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Universidade Federal do Tocantins.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; FONTAN. I. C.I.; MONTE, M. A.; GOMES, A. N.; OLIVEIRA, C. H. R. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis x Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 921-931, 2006.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG, 1999.

RIGON, G.; BELTRÃO, N. E. M.; CAPUANI, S.; BRITO NETO, J. F. Crescimento inicial de mamoneira em função do cloreto de mepiquat e adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Verde**, v. 6, n. 4, p. 28-33, 2011.

RODRIGUES, D. M.; OLIVEIRA, M. I. P.; FREIRE, M. A.; SAMPAIO, L. R.; ALBUQUERQUE, W. G.; BELTRÃO, N. E. M. Tratamento de sementes com cloreto de mepiquat para redução do crescimento da mamoneira. In: III Congresso Brasileiro da Mamona, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/cbm3/trabalhos/MANEJO%20CULTURAL/MC%2027.pdf>>. Acesso em: 20 de agosto 2015.

RODRIGUES, L. C. A.; MALULEQUE, I. F.; ROSADO, S. C. S.; PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M. Taxa fotossintética de quatro clones de *Toona ciliata* expostos ao paclobutrazol. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 22, 2013, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2013.

ROSOLEM, C. A.; OOSTHERUIS, D. M.; SOUZA, F. S. Cotton response to mepiquat chloride and temperature. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 2, p. 82-87. 2013.

SAMPAIO, A. N. História. In: ANDRADE, E. N. (Eds.). **O Eucalipto**. Cia Paulista de Estradas de Ferro, São Paulo, 1961, p. 58-64.

SANTOS, D. **Produção de limeira ácida “TAHITI” submetida ao anelamento e a incisão anelar de ramos**. Viçosa – MG, 2012, 98p. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

SANTOS, J. L. D.; MATSUMOTO, S. N.; LEMOS, C. L.; SANTOS, J. L.; Respostas fisiológicas de cafeeiro em crescimento vegetativo inicial cloreto de mepiquat e disponibilidade hídrica. **Coffee Science**, v. 10, n. 4, p. 482-490, 2015.

SARTORETTO, L. M.; SALDANHA, C. W.; CORDER, M. P. M. Transformação genética: estratégias e aplicações para o melhoramento genético de espécies florestais. **Ciência Rural**, v. 38, p. 861-871, 2008

SCHUMACHER, M. V.; CALIL, F. N.; VOGEL, H. L. M. Silvicultura aplicada. Universidade Federal de Santa Maria, 2005, 120 p. Disponível em: <[http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/13\\_UFSM.%20apostila\\_Silvicultura\\_aplicada.pdf](http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/13_UFSM.%20apostila_Silvicultura_aplicada.pdf)>. Acesso: 20 de agosto de 2015.

SEPLANTEC/CEI – Secretaria do Planejamento Ciência e Tecnologia/Centro de Estatística e Informações. **Informações básicas dos municípios baianos: região Sudoeste**. Salvador. 1994, 540 p.

SHARMA, D. K.; DUBEY, A. K.; SRIVASTAV, M.; SINGH, A. K.; SAIRAM, R. K.; PANDEY, R. N.; DAHUJA A.; KAUR, C. Effect of putrescine and paclobutrazol on growth, physiochemical parameters, and nutrient acquisition of salt-sensitive citrus rootstock karna khatta (*Citrus karna* Raf.) under NaCl Stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 30, n. 3, p. 301-311, 2011.

SILVA, K. S; FARIA JÚNIOR, M. J. A. Uso de Paclobutrazol como estratégia para redução do porte e da brotação lateral de plantas de tomateiro. **Ciência e Agrotecnia**, v. 35, n. 3, p. 539-546, 2011.

SILVA, W.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; CARDOSO, A. A. Índice de consumo e eficiência do uso da água em eucalipto, submetido a diferentes teores de água em convivência com braquiária. **Floresta**, v. 34, n. 3, p. 325-335, 2004.

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, p. 339-347, 1998.

SOUZA, C. A.; FIGUEIREDO, B. P.; COELHO, C. M. M.; CASA, R. T.; SANGOI, L. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 3, p. 634-643, 2013.

SOUZA, F. S.; **Ação de reguladores de crescimento no algodoeiro em função da ocorrência de chuvas, temperatura e adjuvante**. Botucatu – SP: UNESP, 2007, 118 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas.

SPINELLI, F.; RADEMACHER, W.; SABATINI, E.; COSTA, G. Reduction of scabincidence (*Venturia inaequalis*) in apple with prohexadione-Ca and trinexapac-ethyl, two growth regulating acylcyclohexanediones. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 691-698, 2010.

TAMILSELVI, C.; BANGARUSAMY, U. Response of stomatal resistance, leaf temperature and transpiration rate to different nitrogen levels and plant growth regulators of banana. **Plant Gene & Trait**, v. 5, n. 3, p. 22-26, 2014.

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

TEIXEIRA, R.I.; KIKUTI, H.; BOREM, A. Crescimento e produtividade de algodoeiro submetido a cloreto de mepiquat e doses de nitrogênio. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 891-897, 2008.

TIAN, X. L.; XIE, X. Y.; ZHOU, C. J.; YANG, P. Z.; WANG, B. M.; DUAN, L. S.; LI, Z. H. Factors affecting the degradation of mepiquat chloride in soil. **Journal of Agro-Environment Science**, v. 27, n. 2, p.1726–1731, 2008.

TRIBUZY, E. S. **Variações da temperatura foliar do dossel e o seu efeito na taxa de assimilatória de CO<sub>2</sub> na Amazônia central**. Piracicaba – SP: ESALQ, 2005, 102 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

VALVERDE, S. R. As plantações de eucalipto no Brasil. Texto Técnico. **Revista da Madeira**, CI Florestas, 2007.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M.; KOZLOWSKI, L. A.; PRATES, M. V. B.; CIESLIK, L. F.; MEROTTO JUNIOR, A. Initialism as a mechanism of weed interference: can a crop plant be blindedvidal. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 469-475, 2012.

WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Free proline accumulation in drought-stressed plants under laboratory conditions. **Plant and Soil**, v. 40, p. 689- 692, 1974.

WANG, L.; MU, C.; DU, M.; CHEN, Y.; TIAN, X.; ZHANG, M.; LI, Z. The effect of mepiquat chloride on elongation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) internode is associated with low concentration of gibberellic acid. **Plant Science**, v. 225, p.15-23, 2014.

WARREN, C. R. Does growth temperature affect the temperature responses of photosynthesis and internal conductance to CO<sub>2</sub>? A test with *Eucalyptus regnans*. **Tree Physiology**, v. 28, p. 11-19, 2007.

WERNER, T.; SCHMÜLLING, T. Cytokinin action in plant development. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 12, n. 5, p. 527- 538, 2009.

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

YAMAKI, F.; SENO, S.; SELEGUINI, A.; SASAKI, J. L. S. **Resposta do Quiabeiro à aplicação de doses crescentes de cloreto de mepiquat**. In: Congresso de Olericultura, Horticultura brasileira, v. 22, 2004

