

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

**MORFOFISIOLOGIA DE PLANTAS DE *Tabebuia roseoalba* (Ridl.)  
Sandwith SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES DE LUZ,  
COMPACTAÇÃO DE SOLO E RESTRIÇÃO DE GIBERELINA**

**PAULA E SILVA MATOS**

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
MAIO - 2020

**PAULA E SILVA MATOS**

**MORFOFISIOLOGIA DE PLANTAS DE *Tabebuia roseoalba* (Ridl.)  
Sandwith SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES DE LUZ,  
COMPACTAÇÃO DE SOLO E RESTRIÇÃO DE GIBERELINA**

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

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

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
MAIO - 2020

M382m

Matos, Paula e Silva.

Morfofisiologia de plantas de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith submetidas a diferentes regimes de luz, compactação de solo e restrição de giberelina. / Paula e Silva Matos, 2020.

85f.

Orientador (a): D.Sc. Sylvana Naomi Matsumoto.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Vitória da Conquista, 2020.

Inclui referência F. 72 – 85.

1. *Tabebuia roseoalba*. 2. Paclobutrazol. 3. Raízes gemíferas. 4. Sombreamento. I. Matsumoto, Sylvana Naomi. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, III. T.

CDD: 631.521

**Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890**

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

**PAULA E SILVA MATOS**

**MORFOFISIOLOGIA DE PLANTAS DE  
*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith SUBMETIDAS À DIFERENTES  
REGIMES DE LUZ, COMPACTAÇÃO DE SOLO E RESTRIÇÃO DE  
GIBERELINA**

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.

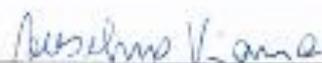
Aprovada em 28 de maio de 2020.

Comissão Examinadora:



---

Prof.<sup>a</sup> Felizarda Viana Bebê, (D.Sc., Ciências do Solo) – IFBaiano



---

Prof. Anselmo Eloy Silveira Viana, (D.Sc., Produção Vegetal) – UESB



---

Prof.<sup>a</sup> Sylvania Naomi Matsumoto (D.Sc., Fisiologia Vegetal) – UESB  
Orientadora

À minha mãe, Neomaria, a maior incentivadora das realizações dos meus sonhos. À Jakson (*in memoriam*), que fez tanto por mim em vida, e continua sendo uma inspiração de vida.

Dedico.

“A dúvida é o primeiro princípio da sabedoria.”

(Aristóteles)

## AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer a Deus, que, ao longo desse caminho desgastante, me deu forças para continuar, “Deem graças ao Senhor porque Ele é bom; o seu amor dura para sempre”.

À minha mãe, Neomaria, eu devo a vida e todas as oportunidades que nela tive e que espero um dia retribuir. Aos meus avós, Tereza e Dourival, meus anjos na terra, agradeço por todas as orações e zelo. Aos meus familiares Fernanda, Anaide, Jakson (*in memoriam*), Eduarda, Jakson Júnior, Júlio e Valentina, que me incentivaram por meio de gestos e palavras a superar todas as dificuldades.

À universidade e a todos os professores quero deixar uma palavra de gratidão por ter me recebido e pelos ricos ensinamentos que levo comigo. Deixo um agradecimento especial ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais pelo espaço privilegiado que me foi concedido, e pelos amigos de turma com os quais tive o prazer de conviver, em especial Hannah, que muitas vezes escutou meus desabafos.

Agradeço especialmente a toda equipe do Laboratório de Fisiologia Vegetal, a Tâmara e Aline, com quem tive o privilégio de trabalhar ao longo de todo meu percurso e construir laços de amizade. À minha orientadora, Sylvana Naomi Matsumoto, que, com muito esforço, paciência e sabedoria me proporcionou recursos para evoluir um pouco mais todos os dias.

Amigos, a vocês deixo uma palavra de gigante agradecimento. Sou feliz porque nunca estive só ao longo dessa caminhada. Renata e Wendelo, meus maiores apoiadores e incentivadores, Obrigado! Todas as pessoas que, de alguma forma, fizeram parte do meu percurso e aqui não foram citadas, mas não menos importantes, eu agradeço de todo o meu coração, pois vocês foram essenciais.

Todos os incentivos recebidos nesses anos me permitem celebrar esse marco na minha vida e evoluir. Minha gratidão a todos!!!

## LISTA DE FIGURA

- Figura 1.** Imagem ilustrativa dos tubos de PVC confeccionados para avaliar o desenvolvimento das mudas em solos compactados. ....30
- Figura 2.** Imagem ilustrativa da distribuição das mudas de ipê-branco submetidas aplicação de paclobutrazol (PBZ).....35
- Figura 3.** Altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC), índice de coloração verde (spad), número de folhas (NF) e áreas foliar total (AFT) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo aos 60 dias após semeio. Vitória da Conquista (BA), 2020. ....39
- Figura 4.** Acúmulo de massa seca na parte aérea (MSPA), folhas (MSF) e caule (MSC) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo aos 60 dias após semeio. Acúmulo de biomassa no sistema radicular, massa seca da raiz total (MSRT), massa seca da raiz superior (MSRS), massa seca da raiz central (MSRC) e massa seca da raiz inferior de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo aos 60 dias após semeio. Vitória da Conquista (BA), 2020....41
- Figura 5.** Relação raiz: parte aérea (R:PA) e teor de umidade da parte aérea (PA), das raízes (RA) e total (UT) das mudas de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo aos 60 dias após semeio. Vitória da Conquista (BA), 2020. ....42
- Figura 6.** Porcentagem de emergência (% EMER) e tempo médio de emergência (TME), de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) aos 35 dias após o semeio (DAS) em condições de pleno sol (PS) e 80% de restrição luminosa (RL), Vitória da Conquista (BA). Barras indicam o erro padrão da média e letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....43
- Figura 7.** Efeito dos níveis de luz sobre a altura (cm), diâmetro do coleto (mm), spad e número de folhas (NF) de mudas de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplantio (DAT) em condições de pleno sol (PS) e restrição luminosa (RL). Letras maiúsculas diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....45
- Figura 8.** Altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e índice SPAD de plantas jovens de Ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de luz e aos 120 dias após aplicação de paclobutrazol (PBZ). Letras minúsculas diferentes na coluna representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....49
- Figura 9.** Número de folhas (NF), folhas compostas (NFC) e área foliar total (AFT) de plantas jovens de Ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) cultivadas a pleno sol (PS) e a 80% de restrição de luz (RL) aos 120 dias após aplicação (DAA) de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020.....51

<b>Figura 10.</b> Massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST) de plantas jovens de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) cultivadas a pleno sol (PS) e a 80% de restrição de luz (RL) aos 120 dias após aplicação (DAA) de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	52
<b>Figura 11.</b> Sistema radicular de <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith submetidas a diferentes doses de paclobutrazol em dois ambientes (Pleno sol (A) e 80% de restrição de luz (B)). T1: 0 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; T2: 250 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; T3: 750 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; e T4: 1000 mg L <sup>-1</sup> de PBZ. ....	53
<b>Figura 12.</b> Relação raiz: parte aérea (R: PA) e potencial hídrico ( $\psi_w$ ) de plantas jovens de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) cultivadas a pleno sol (PS) e a 80% de restrição de luz (RL) aos 120 dias após aplicação (DAA) de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	54
<b>Figura 13.</b> Taxa fotossintética (A), concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci) e eficiência da carboxilação de plantas jovens de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) cultivadas a pleno sol (PS) e a 80% de restrição de luz (RL) aos 120 dias após aplicação (DAA) de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	55
<b>Figura 14.</b> Taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs), eficiência do uso da água (A/E), eficiência da carboxilação (A/Ci), temperatura das folhas (TF) de plantas jovens de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) cultivadas a pleno sol (PS) e a 80% de restrição de luz (RL) aos 120 dias após aplicação (DAA) de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	57
<b>Figura 15.</b> Altura das mudas (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), índice de coloração verde (SPAD) e área foliar total (AFT) de mudas de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) mantidas em tubetes aos 30 dias após aplicação de paclobutrazol. Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	60
<b>Figura 16.</b> Massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e relação raiz: parte aérea (R:PA) de mudas de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) mantidas em tubetes aos 30 dias após aplicação de paclobutrazol. Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	62
<b>Figura 17.</b> Sistema radicular das mudas de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) mantidas em tubetes aos 30 dias após aplicação de paclobutrazol via imersão. (A) 0 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; (B) 250 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; (C) 500 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; (D) 750 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; (E) 1000 mg L <sup>-1</sup> de PBZ. Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	63
<b>Figura 18.</b> Altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC), índice de coloração verde (spad), número de folhas (NF), comprimento da nervura central das folhas (CNC) e áreas foliar total (AFT) de ipê-branco branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.)	

Sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes doses de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	65
<b>Figura 19.</b> Massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação raiz: parte aérea (R:PA) de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (ridl.) sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes doses de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	67
<b>Figura 20.</b> Sistema radicular das mudas de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) submetidas a aplicação paclobutrazol via imersão aos 30 dias após transplântio. (T1) 0 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; (T2) 250 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; (T3) 500 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; (T4) 750 mg L <sup>-1</sup> de PBZ; (T5) 1000 mg L <sup>-1</sup> de PBZ. Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	68
<b>Figura 21.</b> Fotossíntese (A), Taxa de transpiração (E), condutância estomática (g <sub>s</sub> ), taxa de carboxilação (Ci), eficiência do uso da água (A/E), eficiência da carboxilação (A/Ci), potencial hídrico (ψ <sub>w</sub> ) e temperatura das folhas (TF) de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (ridl.) sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes doses de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	70

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1.</b> Caracterização textural do solo. Departamento de Engenharia Agrícola e Solos (DEAS). Vitória da Conquista (BA), 2020.....	31
<b>Tabela 2.</b> Resumo do quadro de análise de variância para altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC), índice de coloração verde (spad), número de folhas (NF) e áreas foliar total (AFT) de ipê-branco branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo, 60 dias após semeio. Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	38
<b>Tabela 3.</b> Resumo do quadro de análise de variância para massa seca das folhas (F), massa seca do caule (C), massa seca da parte aérea (PA), massa seca da raiz superior (RS), massa seca da raiz central (RC), massa seca da raiz inferior (RI) e massa seca da raiz total (RT), massa seca total (MT), teores de umidade (TU%) da parte aérea (PA), raiz (RA) e total (UT) de ipê-branco branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo aos 60 dias após semeio. Vitória da Conquista (BA), 2020.....	40
<b>Tabela 4.</b> Resumo do quadro de análise de variância para altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC), índice de coloração verde (SPAD), número de folhas (NF), folhas compostas (NFC) e áreas foliar total (AFT) de plantas jovens de Ipê-branco branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de luz (NL) aos 120 dias após aplicação de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	47
<b>Tabela 5.</b> Resumo do quadro de análise de variância para massas fresca das folhas (MFF), caule (MFC), raiz (MFR) e total (MFT), massas secas das folhas (MSF), caule (MSC), raiz (MSR) e total (MST), potencial hídrico ( $\psi_w$ ), e relação raiz: parte aérea (R:PA) de plantas jovens de Ipê-branco branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) em diferentes níveis de luz (NL) aos 120 dias após aplicação de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	51
<b>Tabela 6.</b> Resumo do quadro de análise de variância para transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa fotossintética (A), concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci), eficiência do uso da água (A/E), eficiência da carboxilação (A/Ci), temperatura da folha (T°F) e temperatura da câmara (T°CAM) de plantas jovens de Ipê-branco branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) submetidas a níveis de luz e aplicação de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2019.....	54
<b>Tabela 7.</b> Altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), Spad (SPAD) e área foliar total (AFT) de mudas de ipê-branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) mantidas em tubetes aos 30 dias após aplicação de paclobutrazol via imersão. Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	58
<b>Tabela 8.</b> Resumo do quadro de análise de variância para massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e relação raiz: parte aérea (R:PA) de ipê-branco branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) mantidas em tubetes aos 30 dias após aplicação de paclobutrazol via imersão. Vitória da Conquista (BA), 2020.....	61

<b>Tabela 9.</b> Resumo do quadro de análise de variância para altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC), índice de coloração verde (spad), número de folhas (NF) e áreas foliar total (AFT) de ipê-branco branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes doses de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	64
<b>Tabela 10.</b> Resumo do quadro de análise de variância para massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e relação raiz parte aérea (R:PA) de ipê-branco branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes doses de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	66
<b>Tabela 11.</b> Resumo do quadro de análise de variância para fotossíntese (A), Taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de carboxilação (Ci), eficiência do uso da água (A/E), eficiência da carboxilação (A/Ci), potencial hídrico ( $\psi_w$ ) e temperatura das folhas (TF) de ipê-branco branco ( <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes doses de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020. ....	69

## LISTA DE SIGLAS

<b>SIGLA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
A	Taxa fotossintética
A/Ci	Eficiência da carboxilação
A/E	Eficiência do uso da água
AFT	Área foliar total
ALT	Altura
Ci	Taxa assimilação de carboxilação
CNC	Comprimento da nervura central
DAS	Dia após o semeio
DAT	Dia após o transplântio
DC	Diâmetro do coleto
DDA	Dia após a aplicação
E	Taxa de transpiração
EMER	Emergência
GAs	Giberilina
g <sub>s</sub>	Condutância estomática
IVE	Índice de velocidade de emergência
MPa	Megapascal
MSC	Massa seca do caule
MSF	Massa seca das folhas
MSR	Massa seca da raiz
MST	Massa seca total
NF	Número de folhas
NFC	Número de folhas compostas
NL	Níveis de luz
PBZ	Paclobutrazol
PS	Pleno sol
R:PA	Relação raiz parte aérea
RL	Restrição de luz
TF	Temperatura da folha
TME	Tempo médio de emergência

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	17
2.	OBJETIVO GERAL.....	19
2.1.	OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	19
3.	REVISÃO DE LITERATURA .....	20
3.1.	Características gerais de <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith .....	20
3.3.	A luz e a propagação e desenvolvimento inicial do gênero <i>Tabebuia</i> .....	23
3.4.	Compactação do solo e desenvolvimento de plantas do gênero <i>Tabebuia</i> .....	25
3.5.	Regulador de crescimento vegetal e propagação de espécies arbóreas .....	26
3.6.	Paclobutrazol (PBZ) e desenvolvimento de raízes .....	28
4.	MATERIAL E MÉTODOS .....	30
4.1.	Ensaio I: Crescimento inicial de plântulas de ipê-branco em diferentes densidades do solo.....	30
4.2.	Ensaio II: Crescimento de mudas e de plântulas após transplântio em ambiente a pleno sol e sombreadas .....	32
4.3.	Ensaio III: Luz e inibidor de giberelinas como fatores diferenciais para o crescimento inicial de plantas ipê-branco.....	33
4.4.	Ensaio IV: Inibidor de giberelina em mudas de ipê-branco .....	34
4.5.	Ensaio V: Aplicação do inibidor de giberelina em mudas de ipê-branco após o transplântio.....	35
4.6.	Análise estatística.....	36
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5.1.	Ensaio I: Crescimento inicial de ipê-branco em diferentes densidades do solo.....	38
5.2.	Ensaio II: Crescimento de mudas e de plântulas após transplântio em ambiente a pleno sol e sombreado .....	42
5.3.	Ensaio III: Luz e inibidor de giberelinas no crescimento inicial de plantas de ipê-branco .....	46
5.4.	Ensaio IV: Efeito da aplicação de inibidor de giberelina em mudas de ipê-branco antes do transplântio .....	58
5.5.	Ensaio V: Efeito do inibidor de giberelina em mudas de ipê-branco após o transplântio.....	63
6.	CONCLUSÕES .....	71
7.	REFERÊNCIAS .....	72

## RESUMO

MATOS, PAULA E SILVA. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, maio de 2020. **MORFOFISIOLOGIA DE PLANTAS DE *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES DE LUZ, COMPACTAÇÃO DE SUBSTRATO E RESTRIÇÃO DE GIBERELINAS.** Orientadora: Sylvana Naomi Matsumoto.

Objetivou-se neste estudo verificar se fatores abióticos e a restrição de giberelinas afetam a propagação e o crescimento inicial do ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith). Para avaliar o desenvolvimento radicular das mudas de *T. roseoalba* em solos compactados, foi realizado um ensaio utilizando-se três colunas de PVC sobrepostas, o anel central da coluna foi preenchido com diferentes densidades de solo: 1.31, 1.51, 1.71 e 1.91 g cm<sup>3</sup>, sendo adotado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos, seis repetições e parcela composta por uma coluna. Aos 60 dias após a implantação, avaliou-se as características de crescimentos e acúmulo de massa. Em um segundo ensaio, foi analisada a produção e o crescimento inicial de mudas em pleno sol (PS) e em ambiente com 80% de restrição de luz. Adotou-se DIC com quatro repetições e dois tratamentos, sendo avaliadas características de emergência e de crescimento. No terceiro ensaio, foi analisada a inibição de giberelinas em plantas jovens produzidas no ensaio anterior, por meio da aplicação paclobutrazol (PBZ) no substrato, em concentrações de 0, 250, 750 e 1000 mg L<sup>-1</sup>. Aos 120 dias após a aplicação do inibidor de síntese de giberelinas, avaliou-se as características de crescimento, trocas gasosas, potencial hídrico, biomassa e relação raiz: parte aérea (R:PA). O quarto ensaio consistiu em verificar o efeito da restrição da síntese de giberelinas em mudas antes do transplantio. Utilizou-se tubetes de 280 cm<sup>3</sup> preenchidos com substrato comercial, aos 30 dias após o semeio foi aplicado o PBZ via imersão nas concentrações estabelecidas de 0, 250, 500, 750 e 1000 mg L<sup>-1</sup>. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamento e quatro repetições. Aos trinta dias após a aplicação do PBZ avaliou-se características de crescimento e biomassa da parte aérea e raízes. No quinto ensaio foi avaliado o efeito do inibidor de síntese de giberelinas em mudas após o transplantio. O regulador foi aplicado aos 30 dias após o semeio, via imersão, nas concentrações de 0, 250, 500, 750 e 1000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, sendo adotado o DIC com cinco tratamentos e quatro repetições. Aos 30 dias após o transplantio avaliou-se as características de crescimento, trocas gasosas e biomassa das plantas. A maior densidade do solo acarretou no maior acúmulo de massa na parte aérea e na camada superficial do solo, formando raízes mais densas e rasas. O sombreamento favorece a emergência e o crescimento inicial do ipê-branco. A partição de massa em plantas jovens submetidas à restrição de giberelinas associadas a diferentes níveis de radiação incidente é alterada, mas a ocorrência de raízes gemíferas não é afetada.

**Palavras chaves:** Paclobutrazol; Raízes gemíferas; Sombreamento; *Tabebuia*.

## ABSTRACT

MATOS, PAULA E SILVA. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, may de 2020. **MORPHOPHYSIOLOGY OF *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sandwith SUBMITTED TO DIFFERENT LIGHTING REGIMES, SUBSTRATE COMPACTION AND GIBBERELLIN RESTRICTION.** Adviser: Sylvana Naomi Matsumoto.

The objective of this study was to verify if abiotic factors and the restriction of gibberellins affect the propagation and initial growth of white ipe (*Tabebuia roseo-alba* (Rild.) Sandwith). To evaluate the root development of *T. roseo-alba* seedlings in compacted soils, the ws performed using three overlapping PVC columns, the central column ring was filled with different soil densities: 1.31, 1.51, 1.71 and 1,91 g cm<sup>3</sup>), with a completely randomized design (DIC) consisting of four treatments, six replications and a portion consisting of a column being adopted. At 60 days after implantation, growth characteristics and mass accumulations were evaluated. In a second trial, the production and initial growth of seedlings in full sun (FS) and in an environment with 80% light restriction wer analyzed. Dic was adopted with four repetitions and two treatments, with characteristics of emergence and growth being evaluated. In the third test, the inhibition of gibberellin in young plants produced in the previous test, was analyzed by applying paclobutrazol (PBZ) to the susbtrate, in concentrations of 0, 250, 750 and 1000 mg L<sup>-1</sup>. At 120 days after the application of the gibberellin synthesis inhibitor, growth characteristics, gas exchange, water potencial, biomass and root: stem height (R:H) were evaluated. The fourth test, consisted of verifying the effect of the restriction of the synthesis of gibberellins in seedlings before transplanting. 280 cm<sup>3</sup> tubes filled with comercial substrate were used, at 30 days after sowing PBZ was applied by immersion in the established concentrations of 0, 250, 500, 750 and 1000 mg L<sup>-1</sup>. A completely randomizd design was adopted, with five treatments and four repetitions. Thirty days after PBZ application, growth and biomass characteristics of the stem and root were evaluated. In the fifth test, the effect of gibberellin synthesis inhibitor on seedlings after transplantation was evaluated. The regulator was applied 30 days after sowing by in concentrations of 0, 250, 500, 750 and 1000 mg L<sup>-1</sup> of PBZ, using the DIC with five treatments and four repetitions. At 30 days after transplanting, the growth characteristics, gas exchange and plants biomass were evaluated. The higher density of the soil resulted in a greater accumulation of mass in the stem part and in the superficial layer of the soil, forming denser ad shallower roots. Shading favors the emergence and intial growth of the white ipe. The mass partion in young plants subjected to restriction of gibberellins associated with different levels of incident radiation is altered, but the occurrence of roots buds is not affected.

**Keywords:** Paclobutrazol; roots buds; shading; *Tabebuia*.

## 1. INTRODUÇÃO

As diversas espécies do gênero *Tabebuia* apresentam grande potencial para exploração em programas de reflorestamento, devido à elevada densidade da madeira deste gênero conferir valor comercial, sendo destinada à fabricação de móveis, mourões, assoalhos e acabamentos internos. Além disso, a intensa florada e exuberante copa torna as espécies do gênero atrativas para paisagismo e arborização urbana.

Devido à elevada capacidade de adaptação em terrenos pedregosos e rasos o ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) é considerada uma importante espécie utilizada na recuperação de áreas degradadas. Paradoxalmente, a espécie tem elevados índices de exploração ilegal. Devido sua classificação como madeira de lei, é frequente o corte seletivo de populações do gênero *Tabebuia* nas áreas de ocorrência natural caracterizando um processo de degradação ambiental (BOCCHESE et al., 2008). Assim, com o uso do ipê-branco em programas de recuperação de áreas tem-se o retorno ecológico conciliado com sua preservação, sendo de extrema importância os conhecimentos básicos de germinação, propagação e desenvolvimento da espécie, pois elevam o sucesso do estabelecimento em campo.

A adaptação dessa espécie a solos rasos é relacionada à formação de raízes gemíferas, que apresentam capacidade de armazenar água e nutrientes, possibilitando a expressão de mecanismos de resiliência em face das adversidades ambientais (CHAVES FILHO e BORGES, 2018). No entanto, a ocorrência dessas raízes pode restringir a formação de um sistema radicular mais ereto e profundo, uma vez que as raízes gemíferas, apesar de longas, são superficiais e se posicionam paralelamente ao solo, sendo caracterizadas como plagiotrópicas. Esse é um fator agravante para a fase inicial de estabelecimento da espécie em campo, pois a formação de um sistema radicular superficial reduz o índice de sobrevivência das mudas em campo e eleva os riscos de ocorrência de tombamento.

O vigor e desenvolvimento inicial do ipê-branco em campo pode ser comprometimento pelo envelhecimento de raízes. Vários são os relatos sobre a ocorrência do envelhecimento de raízes de espécies do gênero *Tabebuia*, durante a

fase de mudas, sendo essa anomalia associada à susceptibilidade do sistema radicular à compactação do substrato (TIRADO-CORBALÁ e SLATER, 2010). Outros fatores como o curto período de viabilidade das sementes, desconhecimento sobre os mecanismos de adaptação da espécie a luz e solo dificultam o manejo dos processos de germinação e emergência de sementes, transplante e pegamento das mudas em campo (PINTO et al., 2011), comprometendo a propagação da espécie. A adoção de estratégias que facilitem a adaptação a diferentes condições ambientais por meio de alterações morfológicas, fisiológicas podem garantir o estabelecimento da espécie em campo. Os reguladores vegetais podem induzir alterações hormonais e, conseqüentemente, modulações durante o desenvolvimento das plantas, podendo influenciar a formação de raízes mais eretas e profundas.

As giberelinas estão intimamente envolvidas com o crescimento radicular e com o gravitropismo (LÖFKE et al., 2013; MARTINEZ et al., 2018). Plantas mutantes deficientes na biossíntese de giberelinas ou submetidas à aplicação de paclobutrazol resultam em redução da taxa de crescimento das raízes (UBEDA et al., 2009). As giberelinas atuam em concentrações muito baixas nas raízes, coordenando a orientação de macrotúbulos corticais e polaridade das células (WAIDMANN et al., 2020), estando envolvidas com a restrição do desenvolvimento de raízes gemíferas plagiotrópicas (TWORKOSKI e STERRET, 1987). A restrição da expressão do plagiotropismo, durante a fase de mudas, poderia reduzir a incidência de enovelamento das raízes. Para mudas de *Tabebuia chrysantha*, Huang et al. (2018), a redução do nível endógeno de giberelinas, por meio da aplicação de paclobutrazol associado a auxinas, resultou em elevação de crescimento, ressaltando a necessidade de determinar protocolos referentes à época e concentração de aplicação.

## 2. OBJETIVO GERAL

Objetivou-se nesse estudo verificar se variações de luminosidade, compactação de solo e manejo de giberelinas afetam a propagação e crescimento inicial do ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith).

### 2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Avaliar se o crescimento inicial e sistema radicular de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith é afetado por diferentes níveis de compactação do solo;
- Verificar se o processo de germinação e crescimento inicial de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith é afetado por diferentes níveis de luz;
- Condicionar plantas jovens de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith com indução de deformações radiculares induzidas por compactação de substrato à aplicação de diferentes concentrações de inibidores de giberelinas para verificar se há possibilidade de atenuar alterações morfológicas da parte aérea e raízes em ambientes de luminosidade contrastante;
- Analisar se o condicionamento a inibidores de giberelinas em mudas de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith afeta a morfofisiologia da espécie antes e após o transplantio.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Características gerais de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith

Os 82 gêneros que constituem a família Bignoniaceae são organizados em oito tribos principais, baseados em seu habitat, distribuição e deiscência de fruto: *Jacarandeeae*, *Tourrettieae*, *Tecomeae*, *Coleeae*, *Crescentiae*, *Oroxyleae*, *Catalpeae* e *Bignoniaceae* (GENTRY, 1980). Além desses, fazem parte da família um grupo monofilético denominado *Crescentiina*, incluindo a *Tabebuia* e o clado Paleotropical (COLLEVATTI e DORNELAS, 2016). A aliança *Tabebuia* é endêmica do Neotropico, incluindo cerca de 14 gêneros de árvores e arbustos, constituindo 147 espécies, principalmente do gênero *Tabebuia*, *Handroanthus* (COSTA et al., 2019) e *Roseodendron* (GROSE e OLMSTEAD, 2007).

O gênero *Tabebuia* destaca-se na família Bignoniaceae e com aproximadamente 100 espécies de ipês distribuídos em território latino-americano (MARTINS et al., 2011), compondo assim o maior gênero desta família. A espécie *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith é vulgarmente conhecida como ipê-branco, pau-d'arco e ipê-do-cerrado (LORENZI, 2016), amplamente utilizada para fins ornamentais devido à sua floração branca, que pode ocorrer mais de uma vez ao ano. Além disso, sua madeira é utilizada na construção civil, sobretudo em acabamentos internos.

Trata-se de uma planta decídua, heliófita, frequente em ambientes rochosos e calcários de florestas semidecídua, no interior de florestas primárias e em formações secundárias (LORENZI, 2016), possui hábito arbóreo, com porte de 5 a 16 m de altura e 40 a 50 cm de diâmetro. A floração ocorre entre os meses de agosto e outubro, com a frutificação a partir de outubro, quando a planta perde toda ou grande parte de sua folhagem (LORENZI, 2008). De acordo com Gandolphi e Bittencourt Jr. (2010), *T. roseoalba* é uma espécie autoestéril, destituída de poliembrionia e que apresenta autoincompatibilidade de ação tardia pós-zigótica.

A distribuição da espécie ocorre desde a região Nordeste do Brasil, no bioma caatinga, estendendo-se pelo núcleo das Missões (sudoeste do Brasil e Bolívia), Paraguai, Peru e por fragmentos de florestas tropicais com estação seca no Brasil Central (MELO et al., 2016). A madeira dos ipês é muito procurada e de alto valor

econômico, conferido devido à elevada densidade, durabilidade, resistência e a baixa retratibilidade volumétrica de sua madeira, sendo empregada na construção civil, na fabricação de mourões, pontes e assoalhos, confecções de bengalas, além de produzir carvão de boa qualidade (JOSELIN et al., 2013). Os atributos ecológicos, o vasto aproveitamento comercial, ornamental e medicinal da espécie torna seu estudo relevante (UGBABE et al., 2010; JIMÉNEZ-GONZÁLEZ et al., 2013).

Por possuir boa adaptação em terrenos secos e pedregosos, a espécie também é destinada à recuperação de áreas degradadas. Apresentam raízes gemíferas, caracterizadas por serem longas e com crescimento paralelo ao solo, com uma porção central desprovida de medula verdadeira e xilema primário (CHAVES FILHO e BORGES, 2018). A presença desse sistema radicular permite a espécie sobreviver a períodos de adversidades, mantendo função de absorção de nutrientes e água para planta. É observado o desenvolvimento mais vigoroso do sistema radicular em detrimento da parte aérea, sendo verificado maior acúmulo de biomassa no sistema radicular em espécies como *T. serratifolia* (GOULART et al., 2017), *T. heptaphylla* (BORGES, 2012), *T. impetiginosa* (SOUZA, 2009), *T. aurea* (CABRAL et al., 2004).

Um dos entraves na propagação das espécies do gênero *Tabebuia* é o curto período de viabilidade de suas sementes, que limita a produção de mudas vigorosas para campo e reduz o potencial da dispersão natural da espécie (PINTO et al., 2011). Degan et al. (2001) relatam que, após 60 dias de armazenamento em ambiente sem controle de temperatura e da umidade relativa do ar, a taxa de germinação de sementes de ipê-branco tende a reduzir quando armazenadas em câmara seca.

A produção de sementes da espécie é escassa e muitas vezes inviável, embora a florada de suas árvores seja intensa. Os estudos que abordam o processo germinativo da espécie relatam um baixo percentual de germinação. A emergência das plântulas ocorre entre o 8º e 18º dia após o semeio, com índice de germinação superior a 40% (LORENZI, 2000). O percentual germinativo aumenta (86,6%) em condições laboratoriais e temperaturas de 15 a 35 °C (SANTOS et al., 2005).

A habilidade de adaptação ao meio e às diferentes condições luminosas pode influenciar o desenvolvimento da planta (PAGLIARINI, 2012), sendo a luz um dos fatores que limitam a propagação de espécies florestais, influenciando de maneira drástica o desenvolvimento e vigor das plantas.

### 3.2. Raízes gemíferas

Raízes gemíferas são caracterizadas por sua orientação paralela ao solo e pela capacidade de armazenar nutrientes e água. Essas raízes apresentam a capacidade de regenerar um novo eixo caulinar (GONÇALVES e LORENZI, 2007), quando submetidas a algum dano, ocorrendo a indução de diferenciação das gemas caulinares (YANES et al., 1997). A formação dessas raízes tem sido considerada um dos principais mecanismos para a regeneração de ambientes perturbados, principalmente pela ação do fogo, visto que elas possibilitam a rebrota de espécies arbóreas (PENHA, 2004; SILVA et al., 2011).

São comuns em espécies de ocorrência em ambientes de cerrado e florestas tropicais (SILVA et al., 2015), sua formação geralmente é associada a perturbações ambientais (JACOMASSI et al., 2007; HAYASHI e APAPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2009). A ocorrência dessas raízes permite o acúmulo de reservas de energia que exercem um papel crucial na adaptação e sobrevivência das plantas no cerrado (IMATOMI et al., 2014). Os compostos de reservas armazenadas nessas raízes ficam disponíveis para o processo de iniciação e desenvolvimento de gemas radiculares (SILVA et al., 2011).

No Brasil foram registradas diversas espécies que apresentam raízes gemíferas (HAYASHI et al., 2001, RODRIGUES et al., 2004). A *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith é uma espécie de ocorrência em fitofisionomia de mata seca e mata ciliar (CHAVES FILHO e BORGES, 2018), pertencente ao bioma do cerrado (MENDONÇA et al., 1998). De acordo com Chaves Filho e Borges (2018), a espécie possui estruturas subterrâneas diageotrópicas, caracterizadas como raízes gemíferas. Essas estruturas vegetativas subterrâneas podem ser benéficas para populações vegetais que constantemente são expostas a algum tipo de distúrbio abiótico, e classificam essas espécies como chaves para o sucesso de recuperação de áreas degradadas, principalmente áreas que apresentam solos rasos e pobres.

Amini e Ziaratnia (2019) verificaram a alteração de capacidade de brotação de raízes gemíferas em açafraão oriental (*Crocus sativus* L.) por meio de reguladores vegetais. Auxinas e cloreto de mepiquat foram associados à restrição de brotação e giberelinas a estímulo. Entretanto, Samarakoon et al. (2015) verificaram que a

aplicação de paclobutrazol, etileno e tiadizuron em plantas de gentiana (*Gentiana lutea*) elevaram o número de raízes gemíferas.

### **3.3. A luz e a propagação e desenvolvimento inicial do gênero *Tabebuia***

Embora os fatores ambientais abióticos não atuem de forma isolada sobre os vegetais, a luz é essencial e a principal fonte de energia, para o desenvolvimento das plantas (LENHARD et al., 2013), além disso interfere sob outros fatores (temperatura e disponibilidade hídrica). A disponibilidade de luz influencia diversos estágios de desenvolvimento vegetal, acarretando em alterações morfológicas e fisiológicas (BORGES, 2012; PAGLIARINI, 2012).

O excesso ou escassez de luz torna necessário que a espécie se adapte, as modulações ocasionadas pelo ambiente podem ser comprovadas por meio de avaliações do desenvolvimento inicial das plantas em diferentes disponibilidades luminosas (LOLALEI et al., 2013). De tal modo, que o uso de sombreamento artificial é aplicado em estudos para se averiguar as necessidades luminosas de diferentes espécies. Esse método permite isolar e avaliar o efeito da luz sobre a planta (DUTRA et al., 2012), por proporcionar uniformidade luminosa no ambiente.

Sabe-se que o fornecimento de luz inadequado pode influenciar negativamente o desenvolvimento vegetal (LIMA JÚNIOR et al., 2006), na qualidade (VALADÃO et al., 2014), e possivelmente na absorção de nutrientes (MARIMON et al., 2014). A influência da luz no desenvolvimento vegetal pode ser quantificada pelo seu crescimento, avaliando parâmetros como altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, biomassa total, particionamento da biomassa nas diferentes estruturas da planta, taxa fotossintética e estrutura foliar interna (LIMA JÚNIOR et al. 2006; NERY et al., 2016).

O efeito do sombreamento em espécies arbóreas está associado à capacidade de adaptação ao ambiente (REIS et al., 2016). Os índices de adaptação e crescimento inicial para *Bauhinia forficata* Link. (Pata-de-vaca) em condição de 30% de restrição luminosa foram mais elevados em comparação ao ambiente a pleno sol (ATROCH et al., 2001). O sombreamento para *Hymenaea courbaril* (Jatobá) favorece o desenvolvimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular (Lima et al., 2010).

Kissmann et al. (2013) relatam uma relação do sombreamento com o crescimento vertical das plantas submetidas à menor intensidade de luz. Em mudas de *Hymenaea parvifolia* (Jataí-mirim), observou-se maior produção de massa seca a 50% de restrição luminosa (SILVA et al., 2007). Dantas et al. (2009), em estudos com mudas de *Caesalpinia pyramidalis* (Pau-de-rato), não relataram influência da luz no desenvolvimento das plantas.

As espécies do gênero *Tabebuia* apresentam bons índices de plasticidade fenotípica e adaptação à luz. Oliveira e Galtieri (2011) relatam elevada plasticidade e índice de robustez, indicando adaptação da espécie *T. aurea* aos diferentes níveis de sombreamento (0%, 30% e 45%). Para plantas de *T. avellana* e restrições de luz entre 30 e 50% contribuíram para o incremento do diâmetro médio (ENGEL e POGGIANI, 1990). Para Siebeneichler et al. (2008), mudas de *T. heptaphylla* devem ser produzidas com 50% de restrição de luz, mas também apresenta desempenho satisfatório a pleno sol; Borges (2012), em estudos com a espécie, afirma boa capacidade de regeneração em ambientes sombreados e ensolarados, com melhor adaptação fisiológica a ambientes com fornecimento de luz intermediárias (70%).

Para mudas de ipê-branco, a área foliar total e a evapotranspiração são reduzidas em condição de restrição de luz. Monteiro et al. (2016) verificaram que a coloração da tela de sombreamento não afeta a plasticidade das mudas de ipê-branco, mas sim o nível de restrição de luz. Para outras espécies do gênero, como *T. roseo* a ausência da luz reduz a taxa de germinação de sementes (BASTOS e RAMIREZ, 2015). Os aumentos nos níveis de luz resultam em decréscimo da área foliar e maiores acúmulos de massa nas raízes de *T. impetiginosa* e *T. roseoalba* (CASTRO-MARIMN et al., 2011). Oliveira (2017), trabalhando com *T. serratifolia*, visando à recomposição ciliar via sementeira direta relata que a espécie só requer 30% de restrição de luz para se desenvolver.

O processo de adaptação luminosa envolve complexos ajustes fisiológicos, bioquímicos e estruturais dentro dos limites da constituição genética de cada espécie (BORGES, 2012). Tratando-se de espécies destinadas à recuperação de áreas, o fator luz é determinante, pois gera mudanças nos microssítios e afetam o desenvolvimento vegetal, uma alternativa para amenizar efeitos negativos no desenvolvimento da planta são estudos com uso de hormônios sintéticos.

### 3.4. Compactação do solo e desenvolvimento de plantas do gênero *Tabebuia*

Outro fator abiótico que pode comprometer o desenvolvimento vegetal é a alta resistência mecânica dos solos, tornando-se um agravante para o desenvolvimento radicular, induzindo a formação de raízes gemíferas para espécies do gênero *Tabebuia*, que apresentam características anatômicas tortuosas. A resistência à penetração ocorre por dois fatores: a densidade aparente dos solos, influenciada pelo teor de água presente e a textura do solo; e pelo tamanho das partículas (ROSOLEM et al., 1999). Esses fatores interferem no crescimento radicular por acarretarem a modificação do ângulo de deflexão.

Em solos do cerrado, região de ampla distribuição da espécie *Tabebuia roseoalba*, são predominantemente classificados como latossolos, apresentam baixa fertilidade natural, embora exibam excelentes propriedades físicas (PACHECO et al., 2013). Esses solos quando compactados apresentam diminuição dos macroporos e aumento da densidade, interferindo no processo de infiltração de água (FOLONI et al.; 2006). Além disso, as perturbações abióticas e bióticas prejudicam o aprofundamento do sistema radicular, acentuando as modificações nas raízes, principalmente em períodos de escassez de água.

Devido às suas características, as raízes gemíferas se adaptam a esses ambientes. Assim, espécies que apresentam esse tipo de raízes podem ser chave para a recuperação de áreas que apresentam solo com essas características. O desenvolvimento dessas raízes por meio do perfil do solo pode estimular a formação e canais naturais, facilitando a desagregação do solo (BONFIM-SILVA et al., 2011). De acordo com Moura (2008), em condições desfavoráveis as plantas necessitam gastar quantidades de carboidratos mais elevados para que as raízes rompam a camada compactada.

Altos níveis de densidade do solo podem limitar a penetração das raízes devido à pressão mecânica, reduzindo a absorção de água, nutrientes e acúmulo de carbono, resultando na diminuição do volume radicular (PACHECO et al., 2013). Segundo Fraga (2017), danos mecânicos no sistema radicular de *T. roseoalba* apresentam o desenvolvimento da parte aérea reduzido quando o comparadas as mudas que não passam por perturbações. Entretanto, para plantas de *T. caraíba* não houve

comprometimento no desenvolvimento da parte aérea, mas o sistema radicular formou-se denso e raso, com maior acúmulo de biomassa na camada superficial do solo (ARAÚJO, 2015). Outras espécies arbóreas como *Mimosa caesalpinifolia* tiveram tanto a parte aérea quanto o sistema radicular comprometido devido ao impedimento físico no solo (ARAÚJO, 2015).

### **3.5. Regulador de crescimento vegetal e propagação de espécies arbóreas**

Reguladores de crescimento vegetais são definidos como substâncias naturais ou sintéticas utilizadas nas plantas para estimular alterações hormonais, podem ser produzidos em vários locais da planta e são ativos em pequenas quantidades (RAVEN et al., 2014). Os reguladores influenciam em diversos processos a planta, atuam germinação, emergência, desenvolvimento inicial das plantas, divisão celular dos tecidos, floração e frutificação (NAKHOODA et al., 2011).

São associados a processos manutenção de tecidos, dominância apical, senescência foliar, partição de fotoassimilados na planta, divisão celular, indução de floração, assimilação de nitrogênio e fixação biológica de nitrogênio (TAIZ e ZEIGER, 2013). Em diversas culturas, o uso dos reguladores está associado a alterações na relação fonte-dreno (ZURCHER et al., 2016), influenciando o equilíbrio a ponto de modificar o desenvolvimento da parte aérea e radicular (FAGAN et al., 2015).

As alterações ocasionadas pela aplicação do regulador, principalmente a relação fonte-dreno, estão relacionadas à capacidade do regulador em alterar o equilíbrio hormonal entre auxinas e citocininas na planta (RADEMACHER, 2015). O uso de regulares na cultura do algodão facilita o processo de colheita (FERRARI et al., 2008), em cana-de-açúcar aumenta a massa do colmo e, conseqüentemente, o rendimento de açúcar (VIANA et al., 2008).

A aplicação de reguladores vegetais é recomendado como uma maneira de aperfeiçoar as técnicas de manejo de diversas culturas, tendendo a amenizar efeitos negativos bióticos e abióticos (WONG et al., 2016). Os reguladores que inibem a síntese de giberilina fazem parte do grupo dos triazóis são comumente usados com essa finalidade. Os triazóis fazem parte de um grupo de composto ativos em

reguladores de crescimento, destacam-se por afetarem o metabolismo do ácido abscísico e dos brassinoesteroides.

A aplicação de reguladores em espécies arbóreas destinadas a programas de recuperação de áreas e sistemas agroflorestais vem intensificando-se. O uso em espécies exóticas, como *Eucalyptus* sp., é comum. Em *E. globulus*, a aplicação foliar do PBZ em concentrações baixas (125 mg L<sup>-1</sup>) acarretou incremento em altura em relação ao tratamento controle. No entanto, concentrações acima de 500 mg L<sup>-1</sup> reduziram a altura das plantas (HETHERINGTON e JONES, 1990). Moraes et al. (2014) relatam que ocorre quebra da dormência de gemas laterais para plantas de *E. grandis* submetidas à ação do regulador; Cunha (2016) descreve o mesmo efeito para clones de *E. urophylla*.

Estudos do regulador em plantas de oliveira descrevem que a inibição do crescimento vegetativo mais eficaz em aplicações via solo (OLIVEIRA et al., 2012). De acordo com Oliveira (2010), a aplicação de paclobutrazol associada a estresse hídrico ocasionam alterações anatômicas das estruturas externas das plantas de oliveira. Para plantas de pêssigo, a aplicação de reguladores não foi eficaz em inibir o desenvolvimento vegetativo (MACEDO et al., 2017). Fraga (2017) relata que a aplicação de ácido jasmônico em *Tabebuia roseoalba* proporciona incremento no diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, taxa fotossintética e biomassa.

Estudos realizados por Ono et al. (2000) com aplicação de brassinoesteroides em *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. resultou em estímulo do crescimento do pecíolo, mas não do caule, além disso, alterações anatômicas nas folhas são relatadas. Em plantas de *T. avellanae*, a aplicação de Ethrel em condições de alagamento não estimulou a formação de raízes. As plantas apresentaram raízes superficiais, sugerindo que o etileno atua indiretamente na formação de raízes para essa espécie (DAVANSO et al., 2003). A combinação de bioestimulantes (GA<sub>4+7</sub> + BAP 200 mg L<sup>-1</sup>) acarretou maior desenvolvimento das plantas jovens de *Tabebuia avellanae* Lorentz ex Griseb (SOUZA, 2013). Na propagação vegetativa de *T. aurea* por miniestaquia, o uso de regulador (ácido indolbutírico) não é necessário (SOUZA, 2019). No entanto, para *T. donnell-smithii* (Rose), o enraizamento em meio de cultura contendo 20 µM de ácido indole-3-butírico favoreceu o enraizamento e sobrevivência após transferência para solo (GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al., 2010).

### 3.6. Giberelinas e desenvolvimento radicular

O Paclobutrazol (PBZ) é popularmente conhecido como PBZ, Bonzi, Clipper-S, Clipper-T, Cultar e outros (RIBEIRO et al., 2011). Eficiente em retardar o desenvolvimento das plantas devido à semelhança estrutural a compostos chaves no caminho da biossíntese de giberilina (GA), de modo que o uso do PBZ pode causar exaustão substancial aos níveis de GA ativa na planta, ocasionando nanismo em diversas espécies (RIBEIRO et al., 2011).

Quando pulverizado, o PBZ possui ação localizada, devido à sua baixa solubilidade em água. Alcança uma distribuição mais homogênea quando aplicada via solo, onde o produto é transportado via xilema, no entanto, sua mobilidade depende do movimento da água e do coeficiente de adsorção do solo. Fletcher et al. (2000) relata que o PBZ é um fitoregulador ativo em plantas lenhosas, mas, em condições de campo, apenas uma pequena porcentagem do regulador atinge o alvo pretendido. No entanto, o uso do PBZ para espécies arbóreas é pouco explorado.

O desenvolvimento da cor verde mais intensa nas folhas, estimulação da floração, alterações fisiológicas e bioquímicas, influência nas relações hídricas, redução do índice de área foliar, altura das e diâmetro do caule são efeitos proporcionados pelo uso do regulador (RAMOS e ACEDO JR, 2016; RIBEIRO et al., 2017). A inibição do crescimento das plantas devido ao uso de PBZ melhora a eficiência do uso da água, aumentando a tolerância das plantas a períodos de seca (SOUMYA et al., 2017). Isso ocorre devido às alterações e ao incremento no sistema radicular.

Lavee et al. (1993) afirmam não haver alterações no sistema radicular de plantas de oliveira submetidas à aplicação do PBZ. No entanto, para outras espécies arbóreas, como *Faxinus americana*, *F. quadragulata* e *F. mandshurica*, o uso do regulador proporcionou incremento de massa nas raízes em relação à testemunha (TANIS et al. 2015). A aplicação de injeção basal de PBZ em plantas de carvalho (*Quercus palustris*) proporcionou incremento radicular, principalmente nas camadas superiores do solo (0-20 cm) (WATSON, 1996); mas esses resultados não foram percebidos para a espécie quando submetida à aplicação foliar de PBZ em estudos Martínez-Trinidad et al. (2011).

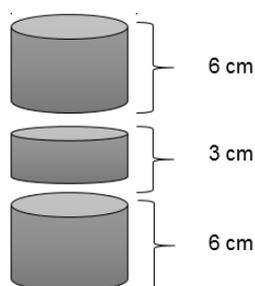
A resposta da planta ao regulador parece depender da espécie. Para plantas cítricas, estudos apresentam comportamentos de desenvolvimento radicular adversos. Siqueira et al. (2008) concluíram que a biomassa radicular de plantas de limoeiros reduziu linearmente com o uso de PBZ, na presença e ausência de giberilina ( $GA_3$ ). O uso do regulador, via foliar, não causou alterações no acúmulo de massa das raízes de laranjeira azeda (LINDÒN et al., 2001). Em contrapartida, em estudos realizados por Bausher e Yelenosky (1987), a aplicação do PBZ inibiu a formação de raízes em laranjeira doce.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb), *campus* de Vitória da Conquista, em telado com sombrite, situado a 14° 51' 58" latitude Sul e 40° 50' 22" longitude Oeste, com altitude média de 923 m. Foram realizados cinco ensaios para caracterizar o crescimento das raízes do ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) em solo com diferentes níveis de compactação (I), analisar a emergência e o desenvolvimento inicial das mudas em pleno sol e sombreadas (II), avaliar o efeito do inibidor de crescimento em plantas jovens de ipê-branco a pleno sol e sombreadas (III), quantificar o efeito do inibidor da biossíntese de giberelina em mudas de ipê-branco antes do transplântio (IV) e após o transplântio (V).

### 4.1. Ensaio I: Crescimento inicial de plântulas de ipê-branco em diferentes densidades do solo

Foram confeccionadas colunas de PVC, com 100 mm de diâmetro, constituídas pela sobreposição de três anéis de PVC, de seis centímetros de altura na parte inferior e superior, e três cm de altura na parte central (Figura 1). Os anéis centrais preenchidos com solo compactado, os anéis superiores e inferiores foram mantidos sem compactação. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, constituído por quatro tratamentos (níveis de densidades do solo: 1.31, 1.51, 1.71 e 1.91 g cm<sup>3</sup>) e seis repetições, com parcela definida por uma coluna.



**Figura 1.** Imagem ilustrativa dos tubos de PVC confeccionados para avaliar o desenvolvimento das mudas em solos compactados.

O solo utilizado nesse experimento foi classificado como franco argiloso-arenoso (Tabela 1), geralmente esses solos apresentam densidade entre 1.25 a 1.40 g cm<sup>3</sup> (RABELO, 2000), e exibem alta porosidade e permeabilidade.

**Tabela 1.** Caracterização textural e análise química do solo. Departamento de Engenharia Agrícola e Solos (DEAS). Vitória da Conquista (BA), 2020.

<b>Composição granulométrica (tsfa g/Kg)</b>											
Terra fina (<2 mm)			Areia grossa (2-0,20 mm)			Areia fina (0,20-0,05 mm)			Argila (< 0,002 mm)		
670			100			20			210		
<b>Análise química do solo</b>											
pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	SB	t	T	V	m
(H <sub>2</sub> O)	(mg/dm <sup>3</sup> )										%
4,8	2,0	0,15	0,6	0,4	0,4	2,1	1,2	1,6	3,7	32	26

\*pH, Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al), Hidrogênio (H), Soma de bases trocáveis (SB), CTC efetiva (t), CTC a pH 7,0, Saturação de bases (V) e Saturação por alumínio (m).

O anel central da coluna de PVC foi preenchido com diferentes massas de solo de acordo com a densidade, utilizando 308 g de solo para a densidade de 1.31 g cm<sup>3</sup> (tratamento testemunha), 355 g de solo para a densidade de 1,51 g cm<sup>3</sup>, 402 g de solo para a densidade de 1,71 g cm<sup>3</sup>, e 449 g de solo para a densidade de 1,91 g cm<sup>3</sup>. Os anéis foram unidos por fita adesiva, sendo as colunas previamente umedecidas, de acordo com o nível de umidade do solo. Para o plantio foram semeadas cinco sementes em cada coluna. Realizou-se rega diária com proveta graduado de acordo com a capacidade de campo preestabelecida. Aos 20 dias após o semeio, realizou-se a primeira poda, utilizando-se como critério de seleção a uniformidade das plantas. No 30° dia após o semeio realizou-se o desbaste final para que restasse uma única planta por coluna.

Avaliou-se aos 60 dias após o semeio a altura, com auxílio de régua graduada; o diâmetro do coleto, com uso de paquímetro digital; o número de folhas, contabilizadas manualmente, o índice de coloração verde (Spad), a área foliar total, a relação raiz: parte aérea e teor de umidade da parte aérea e das raízes. Realizou-se os cortes para divisão da parte aérea e raiz, o sistema radicular foi separado de acordo com as camadas do tubo de PVC, posteriormente os diferentes compartimentos lavados e colocadas em estufa a 65° C por 48 horas para determinação da massa seca.

#### **4.2. Ensaio II: Crescimento de mudas e de plântulas após transplântio em ambiente a pleno sol e sombreadas**

As mudas foram cultivadas em telado com sombrite e a pleno sol, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb), *campus* Vitória da Conquista, obtidas a partir de sementes, provenientes de coleta realizada no mês de outubro de 2018. Realizou-se o semeio no mês de novembro de 2018, em sacos plásticos na dimensão de 17x22 cm<sup>2</sup>, preenchidos com terra de subsolo, onde foram depositadas duas sementes em cada. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos: Pleno sol e 80% de restrição de luz e quatro repetições, composta por 25 sacos plásticos, sendo cada saco definido como uma parcela. Avaliou-se o número de plântulas emergidas (EMER), o índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME):

- Emergência (EMER): Foram contabilizadas diariamente o número de sementes emergidas, sendo consideradas as que tinham a parte área exposta acima da superfície do substrato.
- Índice de velocidade de emergência (IVE): obtida contabilizando o número diário de plântulas emersas no teste de emergência, e calculando-se o índice (IVE) seguindo os procedimentos descritos por Marcos Filho et al. (1987).
- Tempo médio de emergência (TME): determinado pela contagem diária do número de plantas emergidas no período de 35 dias utilizando a fórmula de Edmond e Drapala (1958).

Aos 50 dias após o semeio foram selecionadas e transplantadas 20 mudas de cada tratamento para vasos 15 L preenchidos com terra de subsolo. Onde se avaliou quinzenalmente, no período de 60 dias, os parâmetros de crescimento das plantas:

- Altura (ALT): utilizando régua graduada, expressa em centímetros (cm), compreendendo a distância entre o nível do solo até a gema apical.
- Diâmetro do coleto (DC): medido a um centímetro do substrato e expresso em milímetros (mm), realizado com auxílio de paquímetro digital.

- Índice Spad (Spad): determinado pelo medidor portátil de clorofila (SPAD 502, MINOLTA, Japão). As leituras foram realizadas no terço médio, na folha mais expandida.
- Número de folhas (NF): contabilizadas as folhas completamente expandidas na planta a cada 15 dias após o transplântio (DAT).

#### **4.3. Ensaio III: Luz e inibidor de giberelinas como fatores diferenciais para o crescimento de plantas jovens de ipê-branco**

Para a aplicação do PBZ foi utilizado o produto comercial Cultar®, concentrado solúvel contendo 250 g L<sup>-1</sup> i.a. do PBZ. Realizou-se a aplicação via substrato de 200 ml da solução por vaso (com capacidade de 15 L), nas concentrações de 0, 250, 750 e 1000 mg L<sup>-1</sup>. A aplicação do PBZ foi realizada uma única vez no mês de abril de 2019, aos 60 dias após o transplântio (DAT) das plantas provenientes do ensaio anterior realizado nesse estudo (ensaio II).

Dois experimentos foram realizados, um a pleno sol e outro com 80% de restrição de luz, ambos experimentos conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, constituído de quatro tratamentos (concentrações de PBZ) e quatro repetições, cada vaso compondo uma unidade amostral. Avaliou-se o efeito do PBZ nos seguintes parâmetros da planta:

- Altura (ALT): expressa em centímetros (cm), compreendendo a distância entre o nível do solo até a gema apical da planta.
- Diâmetro do coleto (DC): medido a um centímetro do substrato e expresso em milímetros (mm), realizado com auxílio de paquímetro digital.
- Índice Spad (Spad): determinado pelo medidor portátil de clorofila (SPAD 502, MINOLTA, Japão). As leituras foram realizadas no terço médio da planta, na folha mais expandida.
- Número de folhas (NF): contabilizadas o número de folhas completamente expandidas na planta após aplicação (DAA) do PBZ.

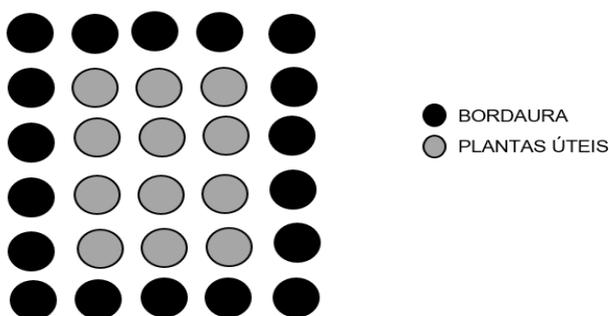
- Área foliar total (AFT): com auxílio do integrador de área foliar (LI 3100, LI-COR, USA).
- Trocas gasosas: taxa fotossintética ( $A$ ,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol vapor d'água m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), concentração interna de dióxido de carbono ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{ ar}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiência de carboxilação ( $A/C_i$ ) e eficiência de uso da água ( $A/E$ ) medidas aos 120 dias após a aplicação (DAA) do PBZ, usando um analisador de gases LCpro-SD iFL. Foi utilizada uma fonte de luz dicróica, com fluxo de 700  $\mu\text{moles de fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .
- Potencial hídrico ( $\Psi_w$ ): realizado com auxílio de uma bomba de pressão (PMS 1000, PMS, Inglaterra), de acordo com Scholander (1964), no período da noite (após as 19h), a partir da primeira folha totalmente expandida do terço superior da planta.
- Massa seca (MS): o material vegetal fresco foi seco em estufa de circulação de ar forçado, à temperatura de 65°C, por 72 horas. Decorrido este período o material foi pesado para a obtenção da biomassa das diferentes partes da planta (folhas, caule e raízes).
- Relação raiz: parte aérea (R:PA): determinada pela divisão da massa seca das folhas (MSF) e do caule (MSC), pela massa seca da raiz (MSR).

$$R:PA = \frac{MSF + MSC}{MSR}$$

#### **4.4. Ensaio IV: Inibidor de giberelina em mudas de ipê-branco antes do transplântio**

As mudas produzidas no mês de janeiro de 2020 em telado com 50% de irradiância solar, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb), em tubetes com capacidade de 280  $\text{cm}^3$  preenchidos com substrato comercial (constituído de casca de pinus bioestabilizada e vermiculita). Para a semeadura foram distribuídas três sementes por tubete, dispostos em bandejas (com dimensões de 43.0x62.5x16.5 cm, e capacidade para 54 células). No 20º dia após o semeio realizou-se o desbaste, com a finalidade de manter apenas uma plântula por recipiente.

A aplicação do PBZ foi realizada por imersão do substrato a partir do produto comercial Cultar®, concentrado solúvel contendo 250 g L<sup>-1</sup> i.a. de PBZ, nas concentrações estabelecidas de 0, 250, 500, 750 e 1000 mg L<sup>-1</sup>. Aplicou-se o regulador uma única vez, aos 30 dias após o semeio, quando as mudas apresentavam um par de folhas primárias. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, constituído de cinco tratamentos e quatro repetições, sendo definida como unidade experimental 30 mudas, das quais 12 foram consideradas úteis e as demais destinadas a bordadura, sendo cada planta útil definida como uma parcela do experimento (Figura 2).



**Figura 2.** Imagem ilustrativa da distribuição das mudas de ipê-branco submetidas aplicação de paclobutrazol (PBZ).

Avaliou-se aos 30 dias após a aplicação do regulador: altura, da base da planta ao ápice apical; diâmetro do coleto, a um cm do solo com auxílio de paquímetro digital; número de folhas; índice de cor verde (Spad) (SPAD 502, MINOLTA, Japão); área foliar total, utilizando-se um integrador de área foliar (LI 3100, LI-COR, USA) e massa seca da parte aérea (folhas e caule) e do sistema radicular.

#### **4.5. Ensaio V: Aplicação do inibidor de giberelina em mudas de ipê-branco após o transplântio**

As mudas foram produzidas no mês de dezembro de 2019 em telado com 50% de restrição de luz, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb), utilizou-se na produção tubetes com capacidade de 180 cm<sup>3</sup> preenchido com substrato comercial. Aos 30 dias após semeio selecionou-se dez mudas para aplicação do

regulador nas concentrações de 0, 250, 500, 750 e 1000 mg L<sup>-1</sup>. Após a aplicação do regulador quatro mudas de cada tratamento foram transferidas para vasos com capacidade de 8 litros, preenchidos com terra de subsolo.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, constituído por cinco tratamentos e quatro repetições, cada vaso contendo uma muda compôs uma unidade amostral. Semanalmente avaliou-se as características de crescimento: altura, diâmetro do coleto, número de folhas e índice Spad. Completados os 30 dias após o transplântio avaliou-se a área foliar total, com auxílio do integrador de área foliar (LI 3100, LI-COR, USA), o acúmulo de biomassa: massa seca das folhas, caule e raízes, os diferentes compartimentos foram seccionados e mantidos em estufa a 65 °C por 72 horas e posteriormente pesados em balança de precisão, trocas gasosas (taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de transpiração (E,  $\text{mmol vapor d'água m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática (gs,  $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha (Ci,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$ ), eficiência de carboxilação (A/Ci) e eficiência do uso da água (A/E) com auxílio do analisador de gases por radiação infravermelha (IRGA – infrared gas analyzer).

#### **4.6. Análise estatística**

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade da variância (Cochran). Após a realização da análise de variância definiu-se modelos de regressão com base nas significâncias, pelo teste “F” a 1%, 5% e 10% de probabilidade, pelo maior valor do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e na resposta biológica de cada característica avaliada, teste Tukey (P≤0.05), utilizando-se o software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 9.1.

Para o ensaio III (luz e inibidor de giberelinas como fatores diferenciais para o crescimento de plantas jovens de ipê-branco) foi realizada a análise em grupo de experimentos, considerando-se válida para as características em que a variação entre os quadrados médios dos resíduos dos ensaios individuais foi menor que oito. Para determinação do valor F dos ensaios (níveis de luminosidade) e do fator analisado (concentrações de paclobutrazol), foi utilizada a relação entre o quadrado médio do ensaio e fator em relação ao quadrado médio da interação entre estes. Para a

interação entre níveis de luminosidade e concentrações de paclobutrazol, o valor de F foi calculado a partir da relação entre o quadrado médio da interação destes fatores e o quadrado médio do resíduo da análise conjunta. Modelos de regressão para a relação entre as características analisadas e as concentrações de paclobutrazol foram definidos considerando-se a análise de variância da regressão até 10% de probabilidade e o significado biológico

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Ensaio I: Crescimento inicial de ipê-branco em diferentes densidades do solo

As características morfológicas das plantas de *T. roseoalba* (altura, diâmetro do caule, e número de folhas) não foram afetadas pela densidade de solo, exceção feita à área foliar total e índice Spad (Tabela 2). O crescimento inicial de espécies arbóreas como *Tabebuia caraíba* (ARAÚJO et al., 2018), *Eritryna velutina*, *Mimosa caesalpinifolia* (ARAÚJO, 2015) e *Moringa oleífera* (PEREIRA JUNIOR et al., 2012) também não apresentaram alterações significativas quando as espécies foram mantidas em solos compactados. Contudo, deve-se considerar a limitação do período de observação, pois, tratando-se de espécie de ciclo longo, os efeitos observados possivelmente seriam mais expressivos em estágios avançados de desenvolvimento. Tendências lineares foram verificadas para a relação entre altura e os níveis de densidade no presente estudo (Figura 3.A), sendo definido o modelo polinomial de segunda ordem para a relação entre AFT e a densidade do solo (Figura 3.E).

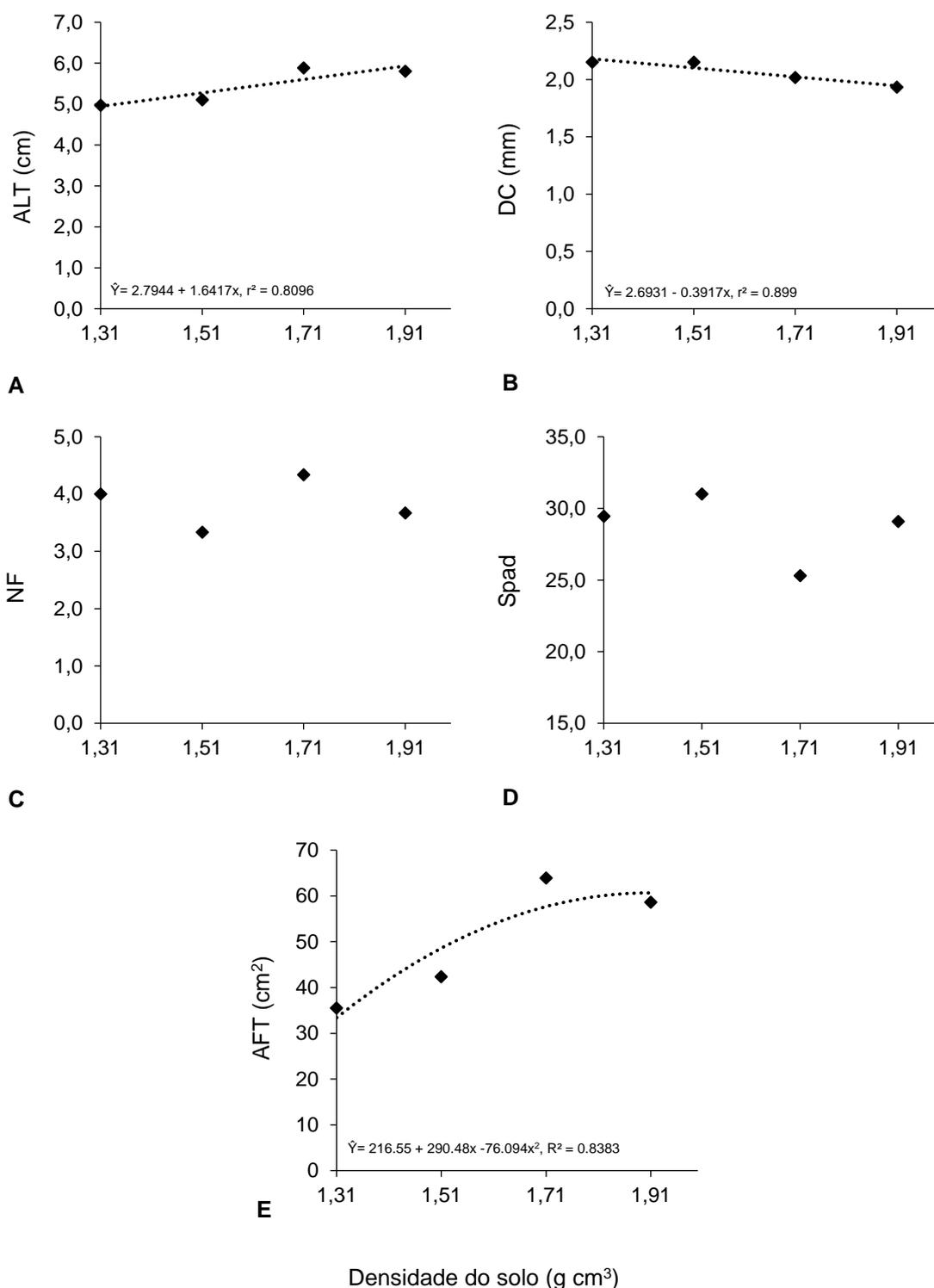
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), índice de cor verde (Spad), número de folhas (NF) e área foliar total (AFT) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo, 60 dias após semente. Vitória da Conquista (BA), 2020.

FV	GL	ALT	DC	SPAD	NF	AFT
<b>Quadrados médios</b>						
<b>Densidade</b>	3	1,416	0,043	65,387 *	0,611	1032,25 *
<b>Resíduo</b>	20	1,116	0,080	2,524	0,433	37,87
<b>CV (%)</b>		18,48	13,79	5,68	17,55	12,57

\*, significativo a 5% e não significativo, pelo teste F.

A ocorrência simultânea de incremento em altura e AFT, associada à redução do diâmetro do caule com o aumento da compactação (Figura 3.A e 3.B), ilustra o efeito da maior resistência e aumento da densidade do substrato. O estímulo ao vigor de expansão de órgãos da parte aérea em função da densidade do solo não é um fenômeno comum para o gênero *Tabebuia* (TIRADO-CORBALÁ e STATER, 2010; ARAÚJO et al., 2018). Entretanto, níveis moderados de compactação de solo com textura mais arenosa podem beneficiar a absorção de água e nutrientes, por

condicionar um maior contato na interface solo-raiz (ALAMEDA e VILLAR,2009; BEJARANO et al. 2010; ALAMEDA e VILLAR,2012). Situação contrária é observada para compactação em solos argilosos (ECKELMANN et al., 2006; ALAMEDA e VILLAR, 2009).



**Figura 3.** Altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC), índice de coloração verde (spad), número de folhas (NF) e áreas foliar total (AFT) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo aos 60 dias após semeio. Vitória da Conquista (BA), 2020.

A plasticidade morfológica da parte aérea, principalmente a altura e área foliar, são fatores efetivos para que as alterações anatômicas que ocorrem em face da adaptação aos fatores abióticos, como a densidade do solo (MELLO-JÚNIOR e BORGES, 2016). A plasticidade morfológica no crescimento vegetativo inicial de plantas de ipê-branco está relacionada à potencialidade de seu emprego no repovoamento de áreas degradadas, uma vez que o sucesso de reflorestamentos com espécies nativas é favorecido pela capacidade de espécies vegetais se estabelecerem diante dos estresses impostos pelo ambiente.

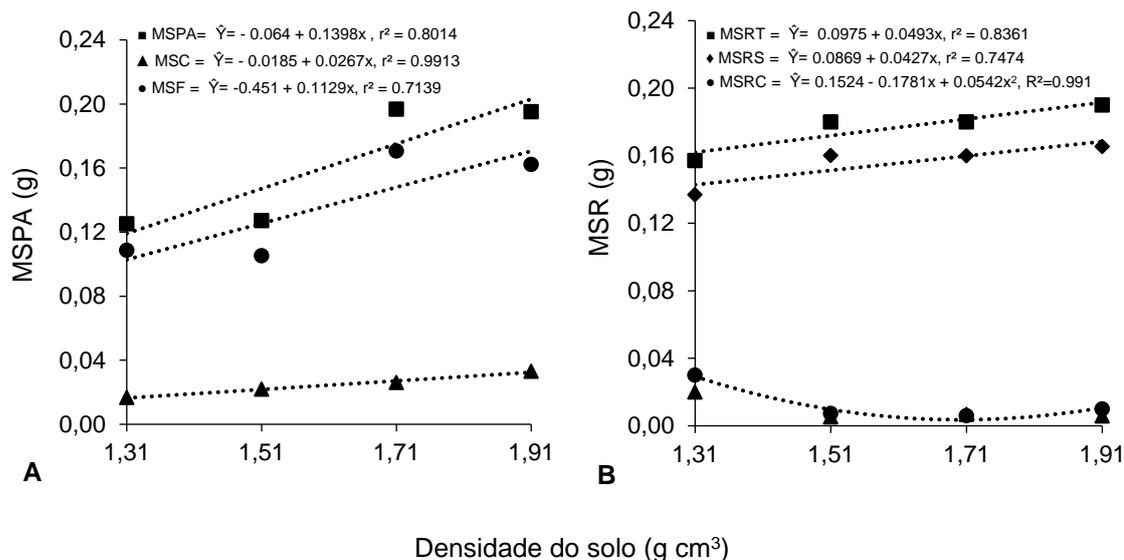
A compactação do solo afetou o acúmulo de massa seca, a relação entre peso de massa seca das raízes e da parte aérea, e o teor de umidade (Tabela 3). Para todas as relações de massa e densidade de solo, e para a razão entre peso de massa seca da raiz: parte aérea e a densidade do solo foram delineadas equações de primeiro grau. Para a relação entre o peso de massa seca de raízes do estrato central e teor de umidade das raízes, em função das densidades do solo, foi estabelecido o modelo definido por equação de segundo grau, com elevação de valores em função da compactação do solo.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para massa seca das folhas (F), massa seca do caule (C), massa seca da parte aérea (PA), massa seca da raiz superior (RS), massa seca da raiz central (RC), massa seca da raiz inferior (RI), massa seca da raiz total (RT), massa seca total (MT), teores de umidade (TU%) da parte aérea (PA), raiz (RA) e total (UT) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo (COM) aos 60 dias após sementeio. Vitória da Conquista (BA), 2020.

FV	GL	Massa seca ( $\times 10^{-4}$ )									RPA	TU(%)		
		F	C	PA	RS	RC	RI	RT	MT	PA		RA	UT	
<b>Quadrados médios</b>														
<b>COM</b>	3	153*	8,5**	23,4*	21,8*	1,5**	1,6*	9,3*	12,8*	34,5*	47**	64**	3,3**	
<b>Res</b>	20	448	0,27	5,37	1,09	0,09	0,03	1,06	7,41	0,02	3,91	6,87	3,34	
<b>CV (%)</b>		12,6	21,2	14,4	6,7	39,1	27,3	6,1	8,2	13,0	2,5	4,1	2,5	

\*, \*\*, significativo a 5% e 1%, pelo teste F, respectivamente.

A compactação do solo resultou na elevação de valores, para todos os estratos do peso de massa seca da parte aérea, e também para o peso da massa seca do estrato superior e total das raízes (Figura 4). Para o estrato médio, porção em que o solo foi compactado, o peso de massa seca das raízes decresceu em função da elevação da densidade. Entretanto, as diferentes densidades de solo não resultaram, efetivamente, em diferencial de desenvolvimento no estrato inferior.



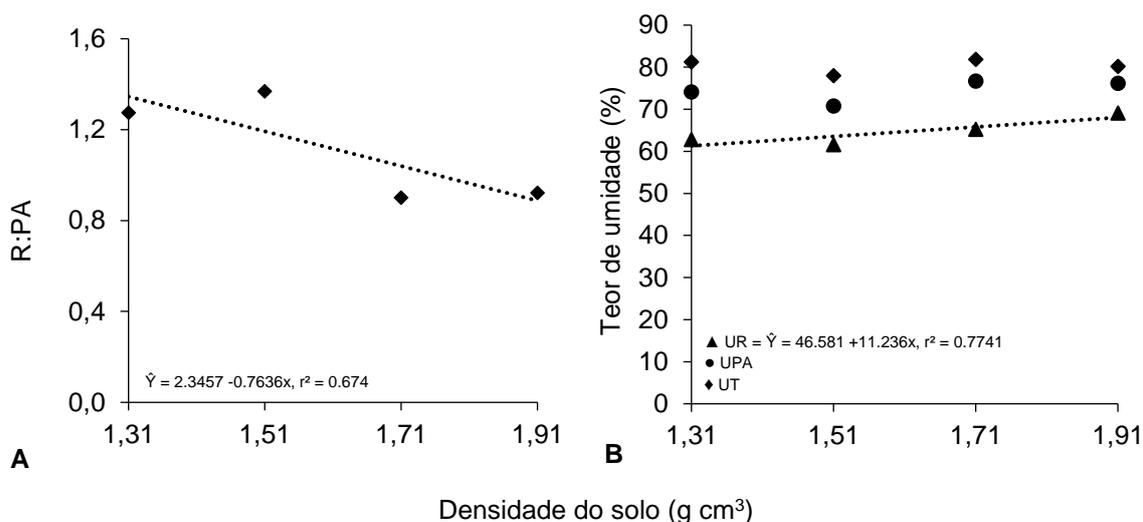
**Figura 4. (A)** Acúmulo de massa seca na parte aérea (MSPA), folhas (MSF) e caule (MSC) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo aos 60 dias após semeio. **(B)** Acúmulo de biomassa no sistema radicular, massa seca da raiz total (MSRT), massa seca da raiz superior (MSRS), massa seca da raiz central (MSRC) e massa seca da raiz inferior de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo aos 60 dias após semeio. Vitória da Conquista (BA), 2020.

O incremento linear do acúmulo de massa na camada superior das colunas de PVC ocorreu provavelmente devido à barreira física causada pela compactação da camada central, restringindo de forma parcial o desenvolvimento do sistema radicular ao longo do recipiente (Figura 4.B). A maior concentração de raízes na camada superior do recipiente contribui para a formação de um sistema radicular denso e raso, que dificulta o desenvolvimento e sobrevivência das plantas em campo, restringindo a absorção de água e nutrientes. Em relação à camada central, camada submetida à compactação do solo, o maior nível de compactação resultou em menores acúmulos de massa radicular. A variável exibiu comportamento linear dos dados, com melhor desempenho para as plantas em recipiente contendo solo não compactado (1.31 g cm<sup>3</sup>). A camada inferior da coluna também foi afetada pela compactação da camada acima com redução do acúmulo de massa devido aumento da densidade (Figura 4.B).

O efeito da compactação no desenvolvimento radicular é determinado pelo equilíbrio de forças externas de resistência do solo e pressão radicular, manifestando restrição de crescimento quando ocorre o predomínio da força de resistência, consequentemente, limitando a expansão da raiz pivotante. O impedimento físico ocasionado pela compactação do solo acarretou em comportamento semelhante em raízes de *T. caraíba* (ARAÚJO et al., 2018), *Eritryna velutina* e *Mimosa caesalpinifolia*

(ARAÚJO, 2015). Esses estudos são fundamentais para identificar as espécies capazes de romper camadas compactadas do solo.

Apesar da elevação da massa na parte aérea e nas raízes em função do aumento da densidade do solo (Figura 4), decréscimos sucessivos foram verificados para a relação entre a razão raiz: parte aérea (Figura 5.A). As mudas de ipê-branco exibiram comportamento de adaptação diante da barreira física imposta. Os valores de acúmulo de massa semelhantes nesses compartimentos acarretaram a diminuição da relação raiz: parte aérea. O teor de umidade mais elevado na parte aérea das plantas possivelmente é devido ao deslocamento da água absorvida pelas raízes, para serem utilizadas em processos de manutenção das plantas (Figura 5.B). Os menores valores para o acúmulo de água das mudas submetidas ao nível de compactação dois ( $1.51 \text{ g cm}^3$ ) foram associados à redução da massa da parte aérea nesse tratamento.

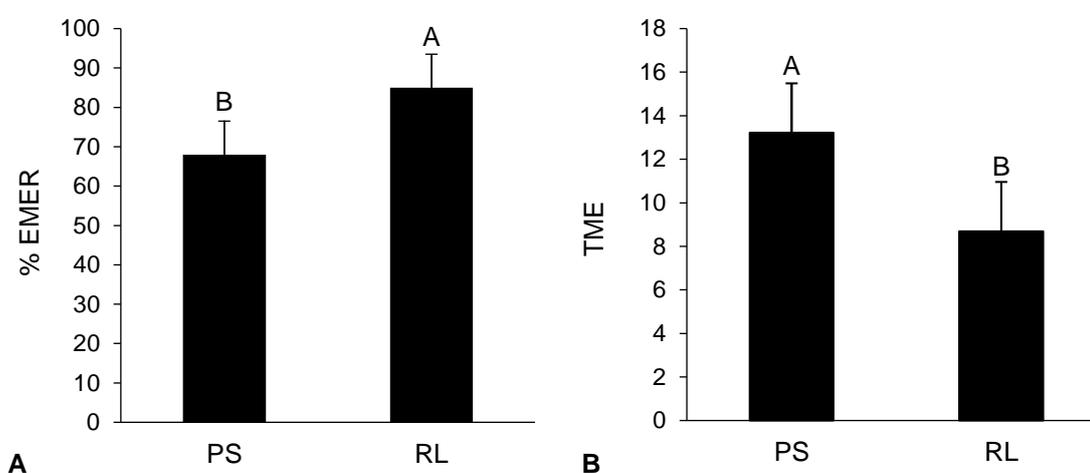


**Figura 5.** Relação raiz: parte aérea (R:PA) e teor de umidade da parte aérea (PA), das raízes (RA) e total (UT) das mudas de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de compactação do solo aos 60 dias após semeio. Vitória da Conquista (BA), 2020.

## 5.2. Ensaio II: Crescimento de mudas e de plântulas após transplântio em ambiente a pleno sol e sombreado

Em ambiente sombreado, foi observada precocidade de emergência (sete DAS) quando comparada à condição a pleno sol (15 DAS), mantendo-se crescente até o 30° DAS nos dois ambientes (Figura 6.A). Apesar de a emergência ter

apresentado padrão semelhante ao descrito por Lorenzi (2000) (entre o 8° e o 18° DAS), o ambiente com restrição de luz favorece este processo para algumas espécies do gênero *Tabebuia*. Menor tempo médio de emergência (8.85) e maior IVE (1.927) ocorrentes em ambiente sombreado caracterizaram o efeito positivo da restrição de luz para *T. roseoalba*, quando comparados as submetidas à incidência direta da luz com TME (13.70) e IVE (0.663) (Figura 6). Para *T. heptaphylla*, a condição de 70% de sombreamento artificial determinou maiores índices de emergência de plântulas, quando comparada a ambiente a pleno sol (BORGES et al., 2014).



**Figura 6.** Porcentagem de emergência (% EMER) e tempo médio de emergência (TME) de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) aos 35 dias após o semeio (DAS) em condições de pleno sol (PS) e 80% de restrição luminosa (RL). Barras indicam o erro padrão da média e letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

A radiação solar incidente determina dois fatores principais no ambiente: luz e temperatura. Estes dois fatores podem afetar tanto o processo de germinação das sementes quanto a emergência das plântulas. A luz não é um fator essencial para o processo de germinação de sementes de *T. roseoalba* (SANTOS et al., 2005). Entretanto, sob a presença de radiação luminosa vermelha, com comprimento de onda curta ou média, a germinação é otimizada em relação à condição de ausência de luz (BASTOS e RAMIREZ, 2015). Sob temperatura constante de 25°C e luz de baixa fluência, a germinação de sementes de *T. roseoalba* atingiu 80% em 48 horas após o início da embebição, em estudos realizados por Abbade e Takaki (2012).

Para a emergência de plântulas, os processos subsequentes à germinação como a formação do gancho apical, a ausência de luz é necessária para a grande

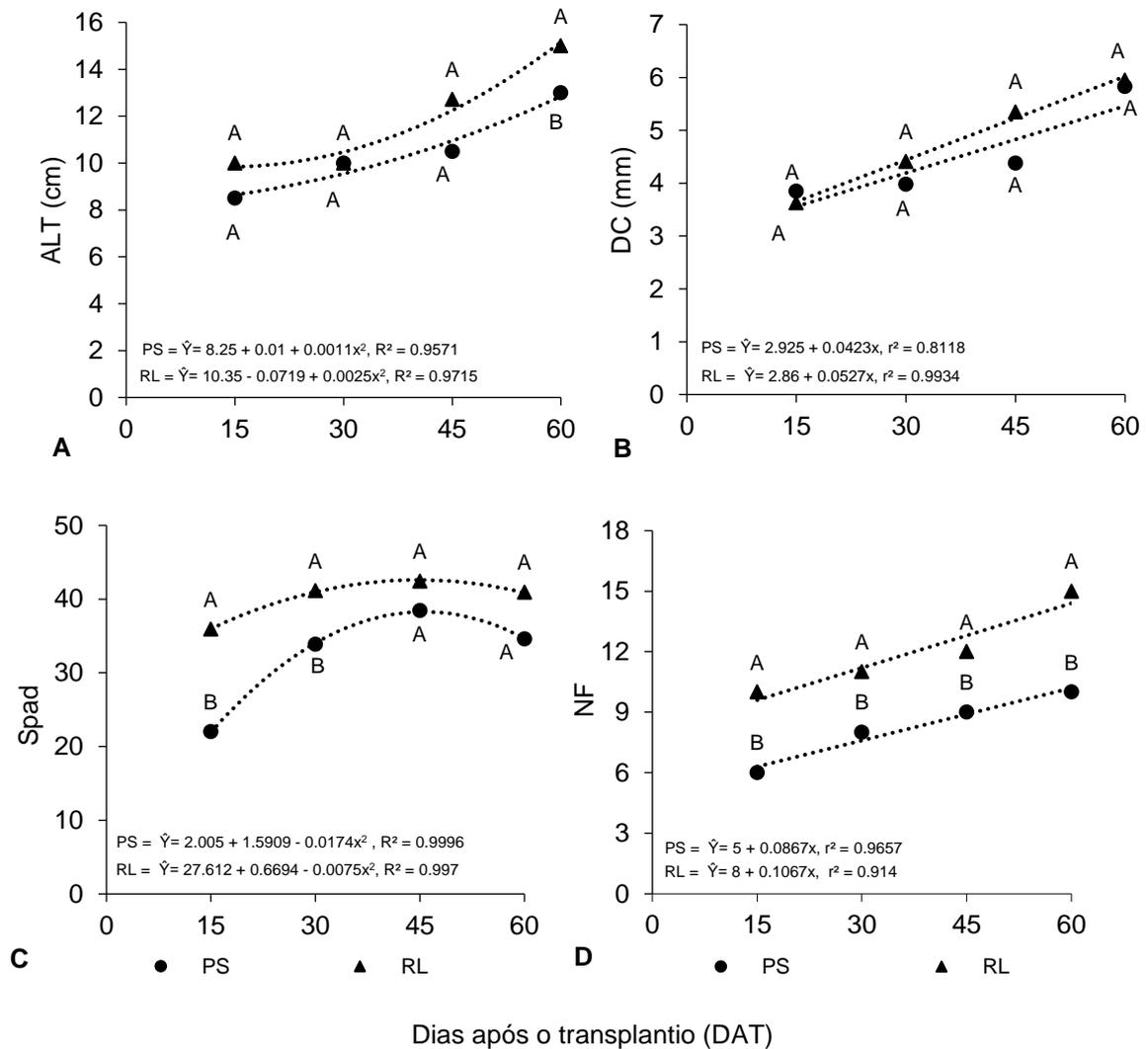
maioria das espécies (MAZELLA et al., 2014). A resposta tríplice está diretamente relacionada ao efeito do etileno na inibição do alongamento do hipocótilo quando a semente está sob o substrato, em condição de ausência de luz. Para sementes do gênero *Tabebuia* é recomendado que sejam evitados fatores de impedimento físico de elevada grandeza, durante o processo da emergência. Em estudos sobre ipê-amarelo (*T. serratifolia* (Vahl.) Nich), foi verificado que camadas de substrato superiores a um centímetro são restritivas, pois o aumento da barreira física dificulta o processo de fototropismo da plântula e aumenta o período de susceptibilidade à patógenos (GARCIA et al., 2012). Em ambiente sombreado é possível associar o benefício de uma camada delgada de substrato sobre a semente à restrição de luz necessária para a formação do gancho apical, resultando em otimização dos níveis de emergência, como verificado no presente estudo.

A temperatura é um fator determinante para a uniformidade e vigor de ambos os processos; estudos com ipê-branco indicam que a manutenção de temperatura constante na faixa de 20-30°C é a ideal para testes de germinação em condição controlada (STOCKMAN et al., 2007, SANTOS et al., 2005). Maior sincronização da germinação foi verificada para *T. roseo* quando foi mantida a temperatura de 30°C em condição de escuro e 20°C sob luz constante (SOCOLOWISKI e TAKAKI, 2007). A temperatura também é um fator que afeta a formação do gancho apical. Em plantas de *Arabidopsis thaliana*, Jin et al. (2018) verificaram que altas temperaturas no ambiente reprimem a formação do gancho apical por meio da inibição da atividade das auxinas.

A condição de plena exposição ao sol eleva a temperatura e aumenta a evaporação do substrato quando comparada às áreas sombreadas, restringindo o potencial de germinação e emergência. Monteiro et al. (2016) verificaram que a exigência hídrica de mudas do ipê-branco é reduzida em função dos crescentes níveis de sombreamento. Para plântulas de *T. roseoalba*, a relação entre a emergência e a disponibilidade hídrica foi verificada em estudos de substratos, em que a manutenção de hidratação das sementes (vermiculita, Plantmax e casca de arroz carbonizada) (MACEDO et al., 2011) promoveram a otimização dos níveis de emergência. Para o processo da emergência, a disponibilidade hídrica após a protrusão da radícula é uma fase determinante, pois dela depende a ocorrência do efeito tríplice, relacionado à

formação do gancho apical e, posteriormente, ao processo de alongamento celular da plântula.

Os modelos que definiram a relação entre as características morfofisiológicas avaliadas (altura, diâmetro do caule, Spad e número de folhas) e as datas de avaliação foram semelhantes para os dois ambientes, sendo verificado comportamento polinomial para altura e spad, e linear quando se avaliou o número de folhas e diâmetro do caule (Figura 7).



**Figura 7.** Efeito dos níveis de luz sobre a altura (cm), diâmetro do coleto (mm), spad e número de folhas (NF) de mudas de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplantio (DAT) em condições de pleno sol (PS) e restrição luminosa (RL). Letras maiúsculas diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

A superioridade do crescimento das plantas mantidas em ambiente sombreado manifestou-se de maneira diferenciada nas datas de avaliação. Quando se avaliou o número de folhas, em todas as datas foi verificado maior valor para as plantas sombreadas. Para Spad, maiores valores nas plantas sob sombreamento ocorreram nos trinta primeiros dias do ensaio. Entretanto, para altura, somente aos 60 dias, ao final do ensaio, foi expresso maior valor para as plantas em ambiente com restrição de luz.

As plantas apresentaram maior sensibilidade à radiação direta nos primeiros 30 DAT. As elevadas temperaturas associadas à radiação direta provavelmente intensificaram a taxa de transpiração das folhas, induzindo ao fechamento dos estômatos e reduzindo a fixação de carbono, conseqüentemente o consumo de fotoassimilados é elevado nessas condições. Bundchen (2012) relata a existência de uma correlação entre a maior intensidade de luz e o menor teor de clorofila nas folhas em estudos realizados com diversas espécies arbóreas como castanha-do-maranhão (SCALON et al., 2003), urucurana (ALVARENGA et al., 2003), pau-fava, jatobá (ALMEIDA et al. 2004), urucum (KISSMANN et al., 2013) e pau-ferro (GOUVÊA et al., 2016) submetidas à restrição luminosa validam tal afirmação e corroboram os resultados obtidos neste estudo.

Para diversas espécies arbóreas apresentadas é verificada habilidade de desenvolvimento rápido em ambientes com menor incidência de luz (KISSMANN et al., 2013), como mostra estudos realizados por Dutra et al. (2012) para plantas de copaíba (*Copaífera langsdorffii*). O grau de adaptação das espécies é estabelecido pelas características genéticas e interação com meio, conferindo às plantas adaptações foliares, anatômicas e fisiológicas para uso efetivo da radiação (LENHARD et al., 2013).

### **5.3. Ensaio III: Luz e inibidor de giberelinas no crescimento inicial de plantas de ipê-branco**

A análise conjunta dos experimentos mostrou que o efeito dos níveis de luz e concentrações de PBZ isolados e da interação entre eles não afetaram a maioria das características de crescimento (altura, diâmetro de caule e número de folhas compostas) e índice Spad avaliadas ao final do ensaio. No entanto, a área foliar total

(AFT) foi influenciada pela interação entre os fatores e o número de folhas nas plantas pelo fator nível de luz (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC), índice de coloração verde (SPAD), número de folhas (NF), folhas compostas (NFC) e áreas foliar total (AFT) de plantas jovens de Ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a diferentes níveis de luz (NL) aos 120 dias após aplicação de diferentes concentrações de paclobutrazol (C). Vitória da Conquista (BA), 2020.

FV	GL	ALT	DC	SPAD	NFC	NF	AFTx 10 <sup>3</sup>
<b>Quadrados médios</b>							
NL	1	42,06	2,70	24,15	1,12	81,28 *	95,47
C	3	27,58	8,03	10,43	9,12	7,86	47,52
NL*C	3	8,94	2,10	17,54	4,12	6,11	37,26 *
Resíduo	8	4,16	1,20	21,12	2,46	3,32	0,55
CV (%)		12,77	1,19	21,12	2,45	3,32	7,94

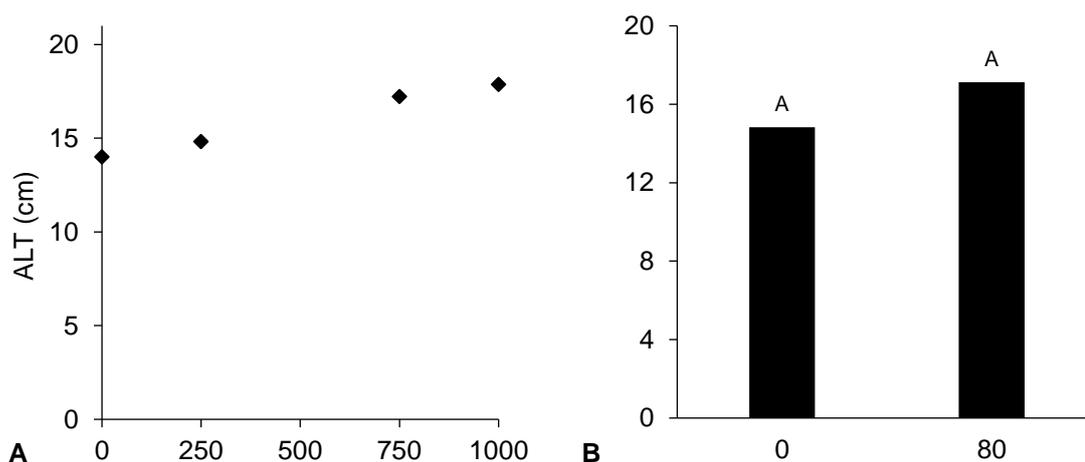
\*, significativo a 5%, pelo teste F.

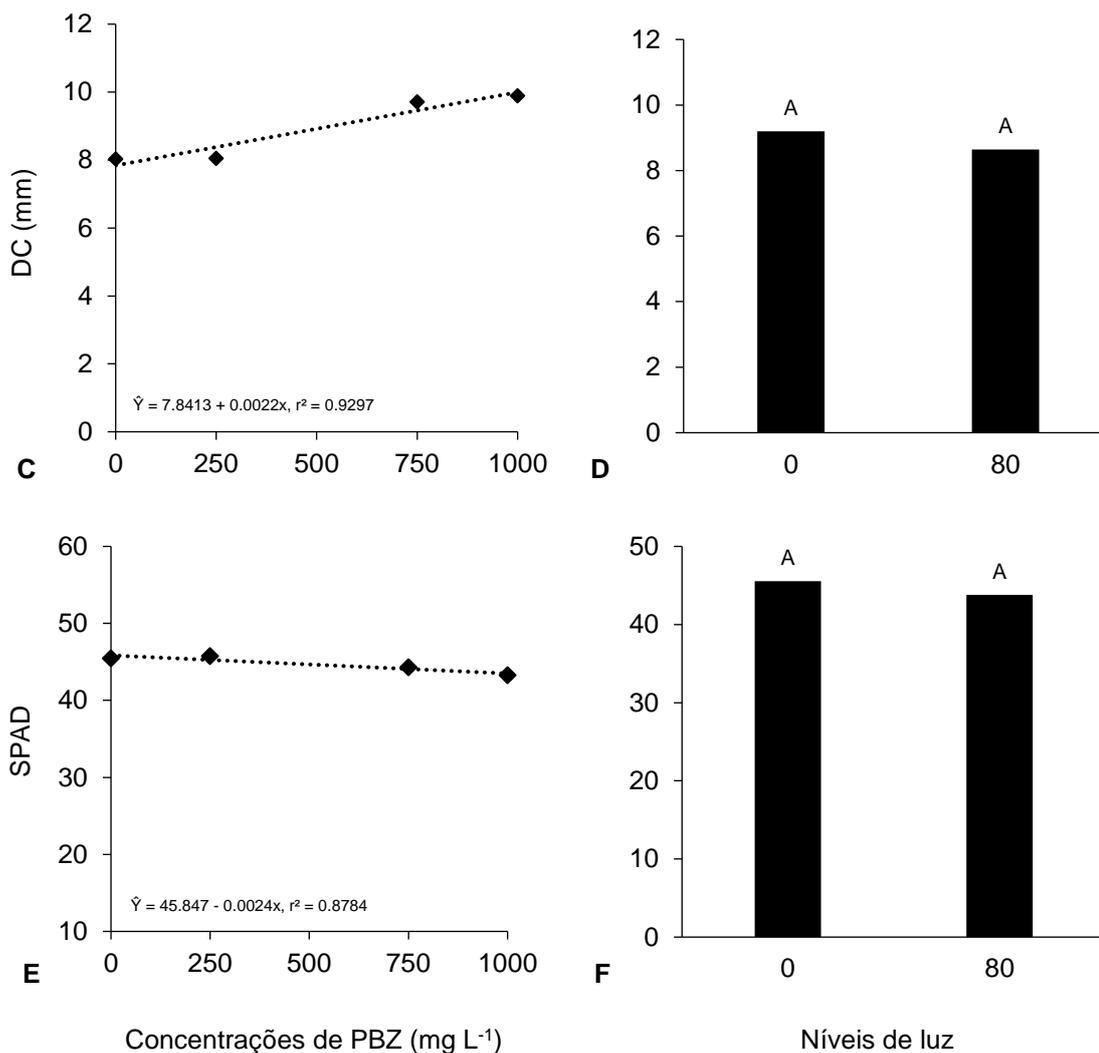
A restrição da biossíntese de giberelina não reduziu a altura de plantas jovens de ipê-branco, ocorrendo incremento linear da altura das plantas em relação às concentrações do regulador aplicadas (Figura 8.A). O diâmetro do coleto e o número de folhas e de folhas compostas também apresentaram acréscimos em função das concentrações de PBZ (Figura 8.C, 9.A e 9.C), sendo delineados modelos matemáticos lineares para essas variáveis. A ocorrência da maior estabilidade fenotípica de algumas espécies em função de alterações de fatores do meio foi relacionada por Illouz-Eliaz et al. (2019) a expressão de receptores de giberelinas específicos e a sua diversidade. Quanto maior a diversidade de receptores, menor a estabilidade fenotípica.

As alterações morfológicas que ocorrem em condição de restrição de luz não estão relacionadas somente à biossíntese de giberelinas e a seus receptores, devendo ser associadas também às proteínas DELLA. A expressão de diferentes formas da proteína DELLA foi relacionada à diversidade da expressão fenotípica de plantas. Para fruta-pão, foi verificada a ocorrência da expressão de aaDELLA 1 nas raízes e predomínio da expressão de aaDELLA 2 na parte aérea (ZHOU e UNDERHILL, 2017). Quando submetidas ao inibidor de síntese de giberelina paclobutrazol, apenas a expressão de aaDELLA 2 foi elevada, permanecendo constante a expressão de aaDELLA1 nas raízes. Para o presente estudo, as alterações morfológicas verificadas para *T. roseoalba* podem estar relacionadas à forma de DELLA expressa.

A associação das giberelinas aos receptores *GID1* promovem a desestabilização das proteínas *DELLA*, resultando em degradação destas (NELSON et al., 2018). De acordo com Blanco-Touriñána et al. (2019), a presença da enzima *COP1* (E3 ubiquitina ligase *CONSTITUTIVELY PHOTOMORPHOGENIC1*) atua nesta desestabilização e degradação da proteína *DELLA*, de forma semelhante às giberelinas. Há indícios descritos por Djakovic-Petrovic et al. (2007) de que os mecanismos das giberilinas e das proteínas *DELLA* relativos à síndrome do escape ao sombreamento também podem ter ação independente. Em estudo posterior, Jiang et al. (2020) verificaram a interação entre a proteína *DELLA* e os hormônios auxinas e jasmonatos sobre alongamento de hipocótilo de soja em ambiente sob restrição de luz.

Para o índice *spad*, houve decréscimo em função das concentrações (Figura 8.E), provavelmente devido à redução da biossíntese ou aumento da oxidação das citocininas endógenas quando tratadas com PBZ. A aplicação do PBZ requer controle minucioso, a biossíntese de giberilinas ativas não é afetada nas plantas jovens de ipê-branco, mesmo quando expostas a altas concentrações. De acordo com Maganhotto et al. (2003), o PBZ, quando aplicado via solo, é lentamente absorvido, e, aos 60 dias após a aplicação, mantém-se praticamente estabilizado, não alterando o desenvolvimento das plantas.



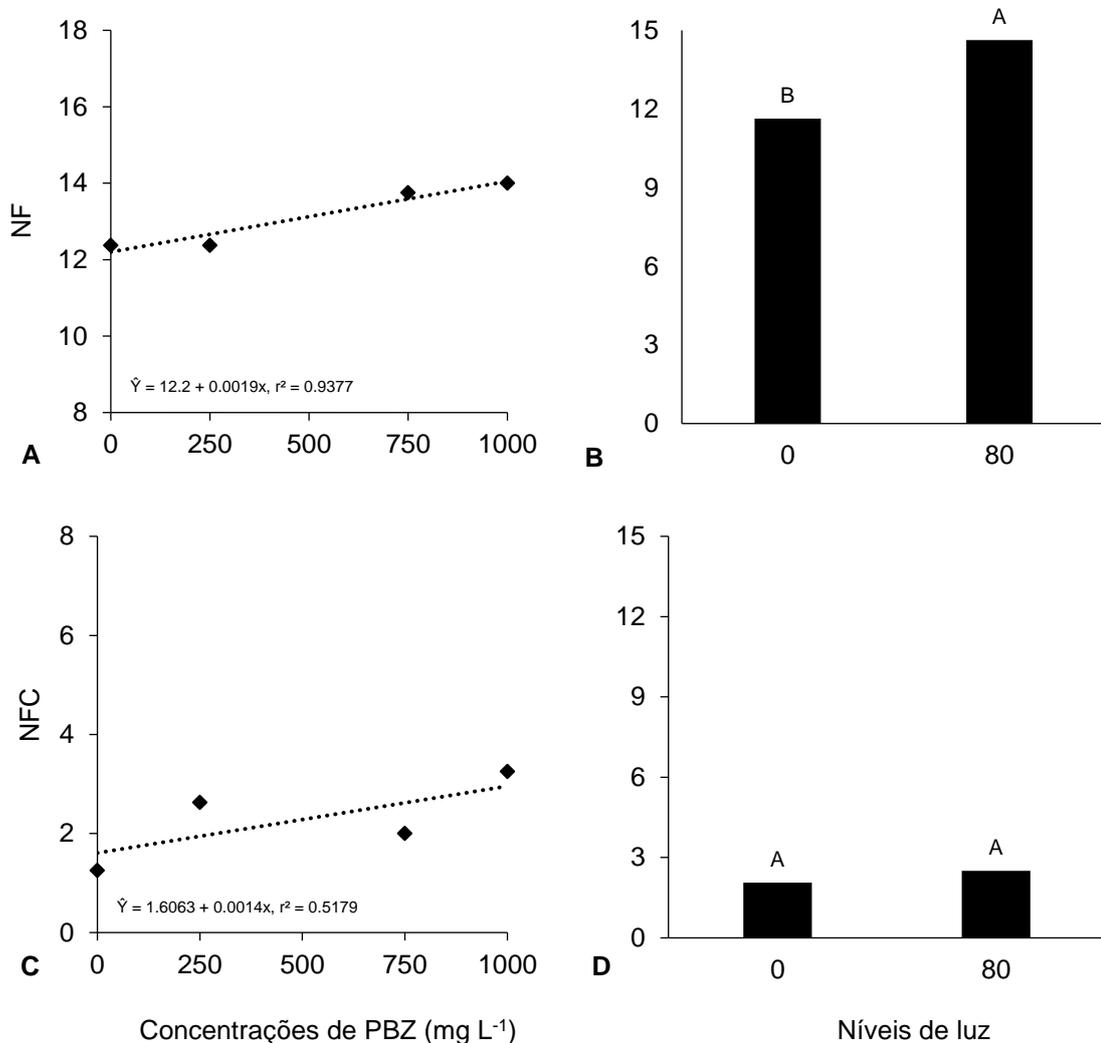


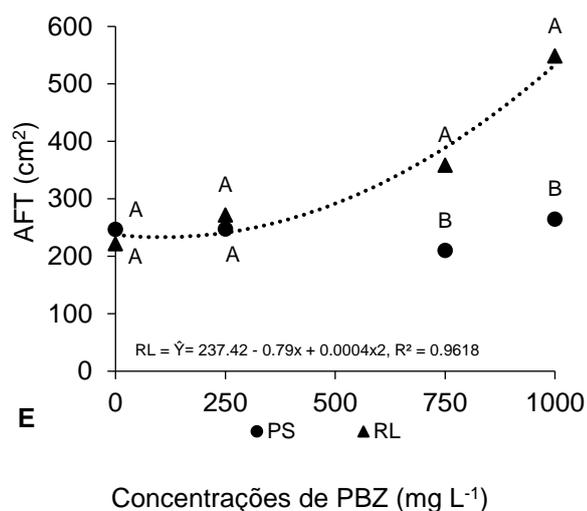
**Figura 8.** Altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e índice SPAD de plantas jovens de Ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith), submetidas a diferentes níveis de luz e aos 120 dias após aplicação de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas diferentes na coluna representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

Verificou-se que o ambiente não ocasionou alteração para maior parte das características de crescimento nas plantas jovens de ipê-branco (Figura 8 e 9), exceção feita para variável de número de folhas. A superioridade do número de folhas em condições de sombra (Figura 9.B) é um artifício das plantas para incrementar sua área fotossintetizante, enquanto as plantas a pleno sol tendem a não investir nessa característica. A plasticidade fenotípica da espécie permite modulações morfológicas para que estas se adaptem aos diferentes ambientes e faça uso eficaz da luz disponível. As características genéticas permitem as plantas modificações anatômicas, morfológicas e fisiológicas das folhas (KISSMANN et al, 2013), de modo

a influenciar a estrutura foliar, tamanho, forma e espessura, e, conseqüentemente, a quantidade e distribuição dos cloroplastos.

O efeito da interação entre os fatores para os resultados de AFT evidenciam o incremento para as plantas tratadas com PBZ em condições de RL (Figura 9.E). O aumento da área foliar em condições de restrição de luz é umas das formas da planta se adaptar ao ambiente e acrescentar sua área fotossintetizante (PACHECO et al., 2013). No entanto, o uso de PBZ associado ao sombreamento acentuou o aumento da área foliar. Os resultados deste estudo corroboram os estudos realizados por Ricci et al. (2011) e César et al. (2013) com plantas de café sombreados.





**Figura 9.** Número de folhas (NF), folhas compostas (NFC) e área foliar total (AFT) de plantas jovens de Ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) cultivadas a pleno sol (PS) e a 80% de restrição de luz (RL) aos 120 dias após aplicação (DAA) de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

A análise conjunta dos experimentos mostrou que interação entre os fatores proporcionou efeito no acúmulo de massa em todos os compartimentos da planta, na relação raiz: parte aérea e no potencial hídrico das plantas jovens de *T. roseoalba* (Tabela 5). A relação entre o acúmulo de massas e as concentrações de paclobutrazol foi definida pela equação de segunda ordem em ambos os ambientes para massa seca das folhas, caule e total (Figura 11.A, 11.B e 11.D).

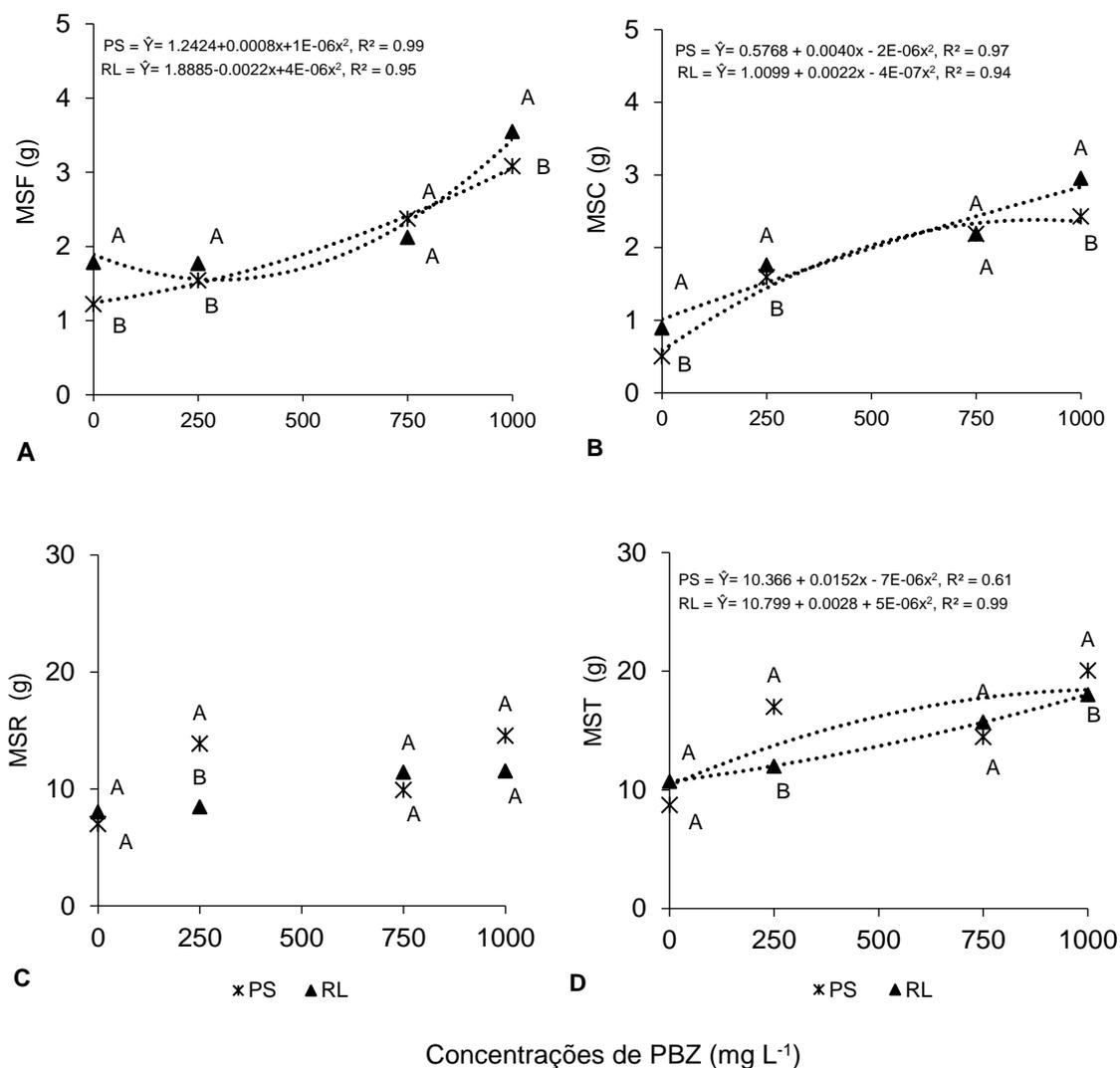
**Tabela 5.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para massas secas das folhas (MSF), caule (MSC), raiz (MSR) e total (MST), potencial hídrico ( $\psi_w$ ), e relação raiz: parte aérea (R:PA) de plantas jovens de Ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) em diferentes níveis de luz (NL) aos 120 dias após aplicação de diferentes concentrações de paclobutrazol (C). Vitória da Conquista (BA), 2020.

FV	GL	MSF	MSC	MSR	MST	R: PA	$\psi_w$
<b>Quadrados médios</b>							
NL	1	1,92	0,53	12,42	17,46	381,80	0,0504
C	3	4,50	5,67	48,29	127,40	17,66	0,0917
NL*C	3	0,74 **	0,09 **	20,24 **	27,26 **	61,60 *	0,1420 *
Resíduo	8	0,036	0,004	0,440	0,458	0,221	0,0093
CV (%)		8,34	3,57	6,18	4,55	6,17	8,57

\*, \*\*, significativo a 5% e 1%, pelo teste F, respectivamente.

Houve incremento na massa das folhas e caule quando tratadas com as concentrações de 250 e 1000 mg L<sup>-1</sup> associadas ao sombreamento (Figura 10.A e 10.B). O acúmulo de massa do sistema radicular mostrou-se superior à massa da parte aérea. Segundo Oliveira e Galtieri (2011), o gênero *Tabebuia* apresenta uma

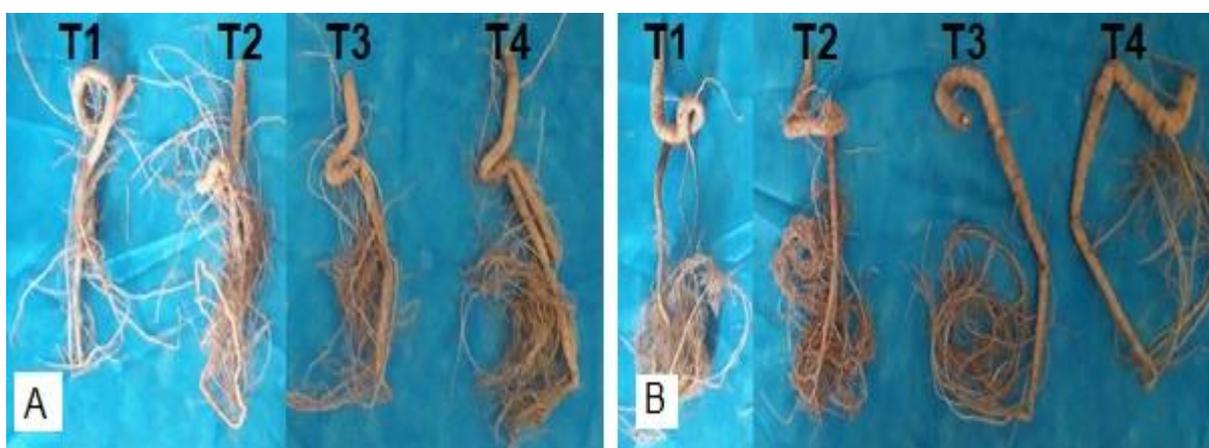
tendência de acréscimo na massa radicular, principalmente após os 120 dias, assim como o observado neste estudo em plantas de *T. roseoalba* aos 230 dias após o semeio. A superioridade de massa radicular em relação à parte aérea foi relatada por alguns autores para diversas espécies do gênero, *T. aurea* 2% (CABRAL et al., 2004), *T. impetiginosa* 40% (SOUZA, 2009), *T. aurea* 11% (OLIVEIRA e GALTIERI, 2011), *T. serratifolia* 30% (GOULART et al., 2017), *T. aurea* 18% (SOUZA, 2019).



**Figura 10.** Massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST) de plantas jovens de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) cultivadas a pleno sol (PS) e a 80% de restrição de luz (RL) aos 120 dias após aplicação (DAA) de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

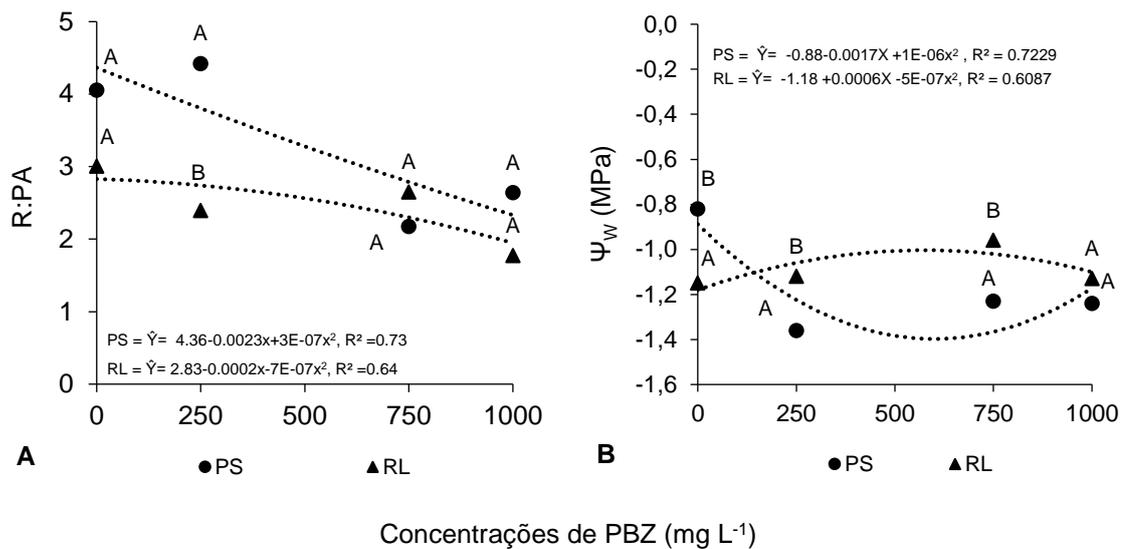
De acordo com Taiz e Zeiger (2009), existe uma hierarquia entre os locais de armazenamento de reservas. De modo que a parte aérea das plantas pode ser priorizada na alocação de carbono, em que, geralmente, os centros de crescimento

são supridos com os fotoassimilados oriundos da fonte mais próxima, assim as raízes são supridas com carbono proveniente das folhas e base do caule. No entanto, nesse estudo o desenvolvimento radicular também foi favorecido pela interação entre os fatores (Figura 11), os resultados apontam que a espécie apresenta uma tendência de armazenar carbono no sistema radicular. Marschner (1995) denominam este processo de “luxury uptake”, que, em condições de campo, o processo ocorre durante o ciclo de vida da planta e fornece uma reserva para períodos de supressão. Esse processo para plantas do gênero *Tabebuia* possivelmente ocorre devido à formação das raízes gemíferas. Neste ensaio, o uso do regulador não foi capaz de inibir a formação dessas raízes em plantas jovens de *T. roseoalba* (Figura 11).



**Figura 11.** Sistema radicular de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith submetidas a diferentes concentrações de paclobutrazol aos 120 dias após a aplicação, em dois ambientes (Pleno sol (A) e 80% de restrição de luz (B)). T1: 0 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; T2: 250 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; T3: 750 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; e T4: 1000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ.

Concentrações mais elevadas (750 e 1000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ) resultaram no decréscimo da relação R:PA em ambas as condições de luz (Figura 12.A), em decorrência do maior acúmulo de massa da parte aérea (MSF e MSC) para esses tratamentos, resultando em uma partição de fotoassimilados mais equilibrada entre raiz e parte aérea. Observou-se elevação do potencial hídrico em plantas tratadas com as concentrações de 250 (-1.12 MPa) e 750 mg L<sup>-1</sup> (-0.96 MPa) em condições de RL (Figura 12.B), o aumento da condutância hidráulica radicular ocasionada pela aplicação do regulador é a possível causa para o aumento do potencial hídrico em plantas tratadas com PBZ (UPRETI et al., 2013).



**Figura 12.** Relação raiz: parte aérea (R: PA) e potencial hídrico ( $\psi_w$ ) de plantas jovens de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) cultivadas a pleno sol (PS) e a 80% de restrição de luz (RL) aos 120 dias após aplicação (DAA) de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

A análise conjunta dos experimentos evidenciou que interação entre os fatores afetou as variáveis de taxa fotossintética (A), concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci) e eficiência da carboxilação (A/Ci). No entanto, a maioria das características de trocas gasosas avaliadas neste estudo não sofreram influência da interação entre os fatores (taxa de transpiração, E; condutância estomática,  $g_s$ ; eficiência no uso da água, A/E; eficiência da carboxilação, A/Ci) (Tabela 6).

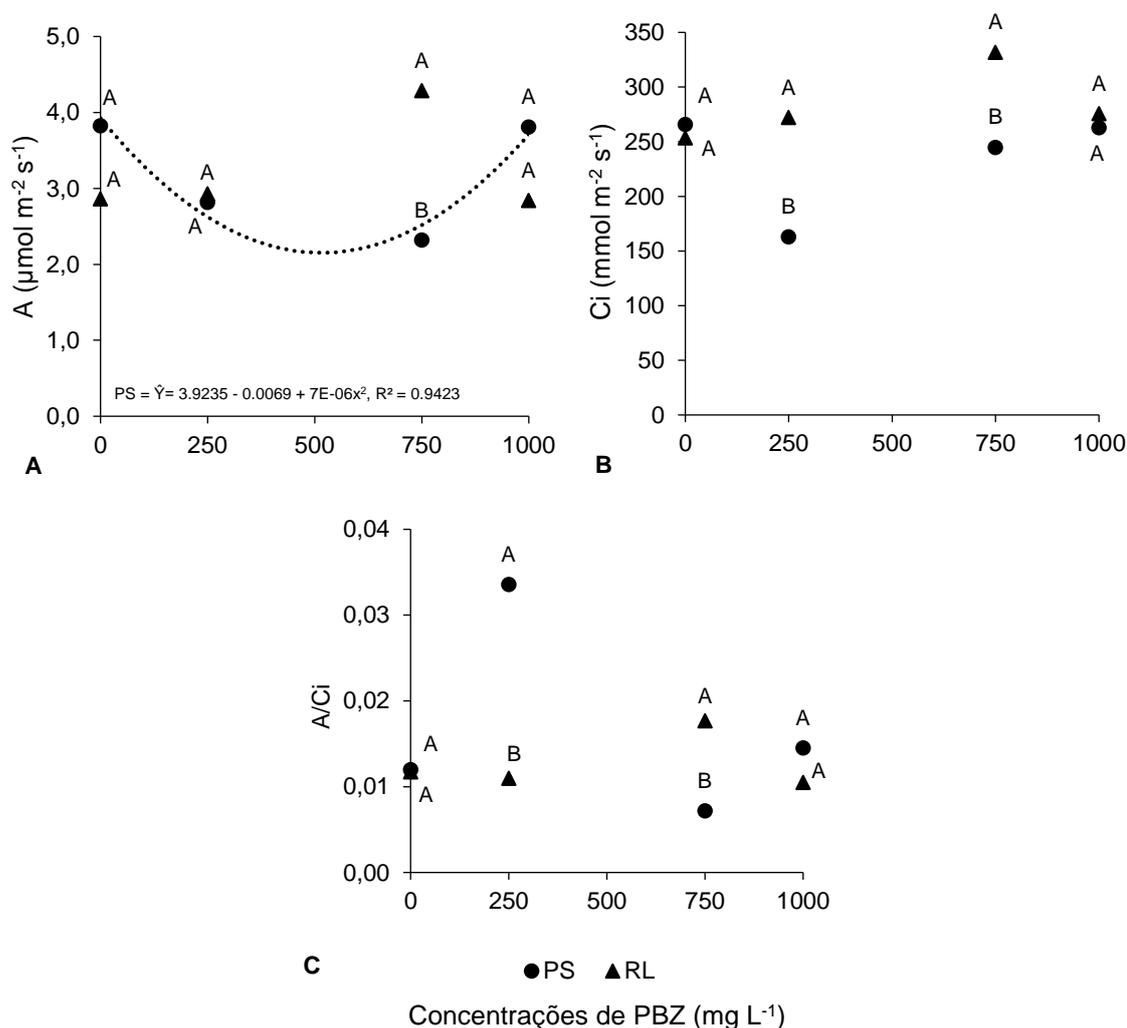
**Tabela 6.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para transpiração (E), condutância estomática ( $g_s$ ), taxa fotossintética (A), concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci), eficiência do uso da água (A/E), eficiência da carboxilação (A/Ci), temperatura da folha ( $T^{\circ}\text{F}$ ) e temperatura da câmara ( $T^{\circ}\text{CAM}$ ) de plantas jovens de Ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas a níveis de luz (NL) e concentrações de paclobutrazol (C). Vitória da Conquista (BA), 2020.

FV	GL	E	$g_s$	A	Ci	A/E	A/Ci	$T^{\circ}\text{F}$
<b>Quadrados médios</b>								
NL	1	0,0004	0,0010	1,268	576,00	1,68	0,0001	40,95 *
C	3	0,0857	0,0006	0,983	7211,00	17,98	0,0001	0,150
NL*C	3	0,1827	0,0007	3,092 *	12919,40 *	6,17	0,0003 *	2,523
Resíduo	8	0,0882	0,0005	0,452	4086,8	15,64	0,0001	1,417
CV (%)		41,86	56,99	0,45	24,83	74,90	80,50	4,32

\*, \*\*, significativo a 5% e 1%, pelo teste F, respectivamente.

A taxa fotossintética das plantas jovens de ipê-branco foi elevada em 46% com a aplicação da concentração de  $750 \text{ mg L}^{-1}$  de PBZ em condições de restrição de luz (Figura 13.A), tal resultado pode estar associado à maior concentração interna de  $\text{CO}_2$

nesse tratamento ( $332 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), quando comparadas as plantas tratadas com a mesma concentração em PS ( $245 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (Figura 13.B). A maior relação A/Ci também foi favorecida nessas condições (Figura 13.C), possivelmente em consequência das citocininas endógenas, que favorecerem o aumento da atividade das enzimas rubisco (ribulose-1-5-difosfato carboxilase). A variação da taxa fotossintética para estudos realizados por Abbade et al. (2010) com *T. heptaphyla* ( $2.5$  a  $4.0 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) foi similar ao obtido neste estudo.

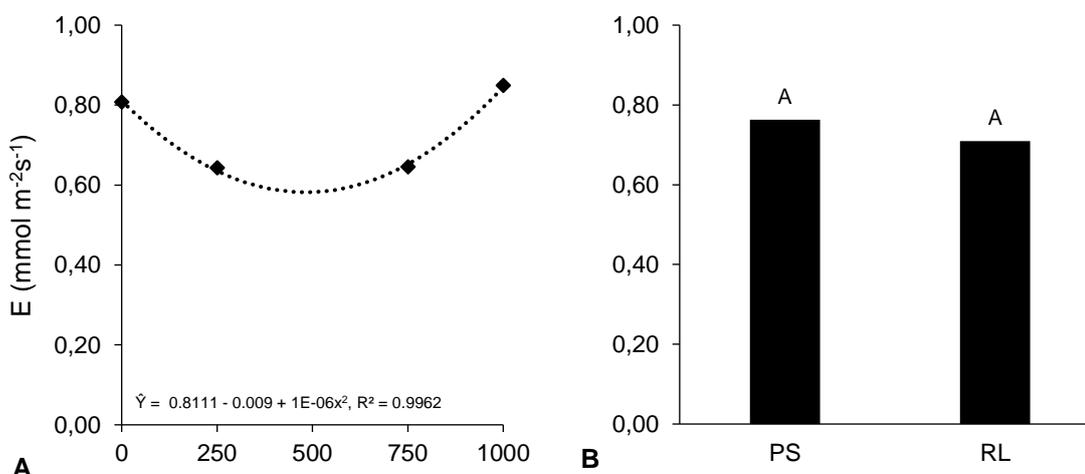


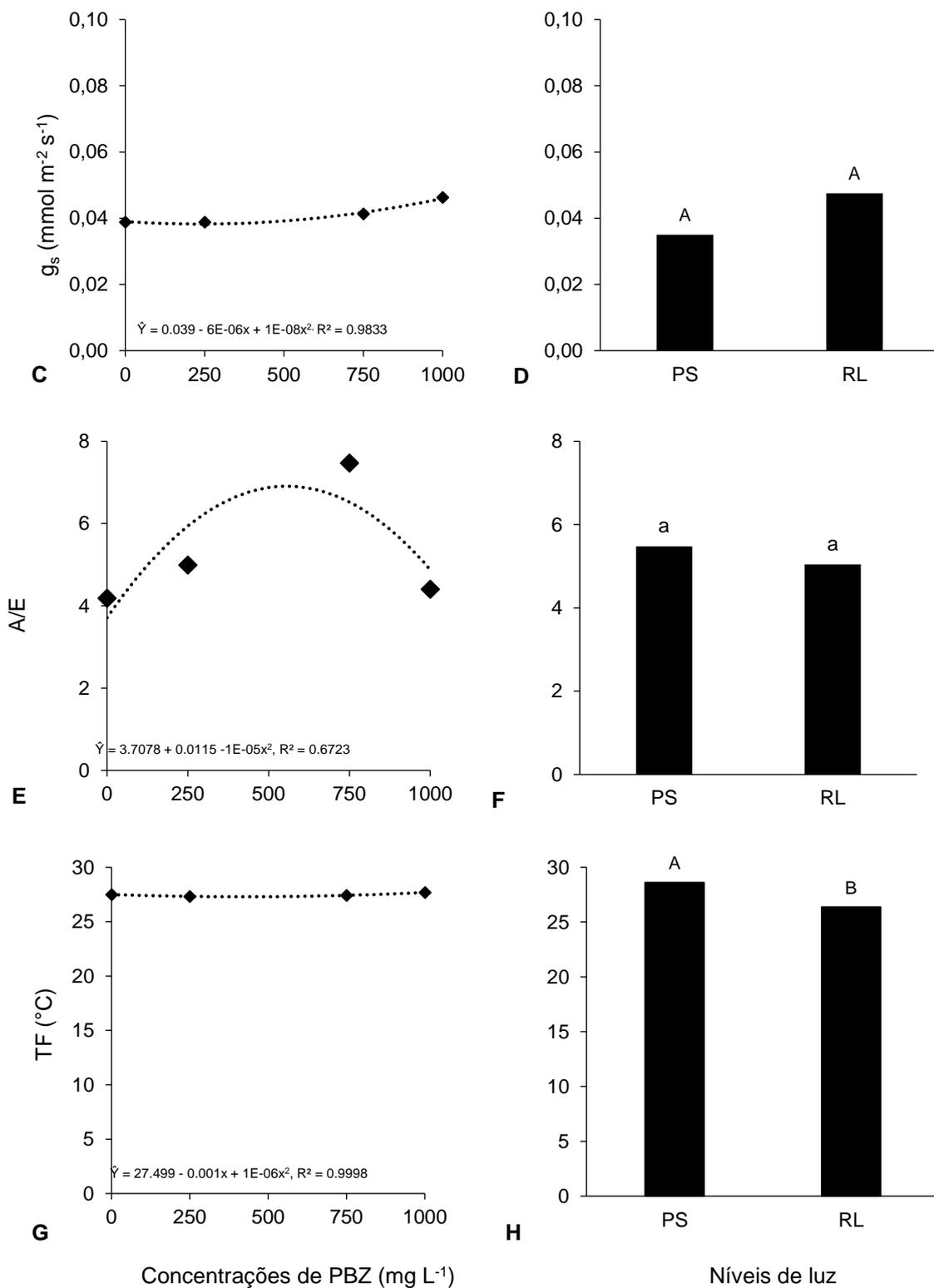
**Figura 13.** Taxa fotossintética (A), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) e eficiência da carboxilação de plantas jovens de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) cultivadas a pleno sol (PS) e a 80% de restrição de luz (RL) aos 120 dias após aplicação (DAA) de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

Apesar de as concentrações não serem significativas para a maior parte das características de trocas gasosas, observou-se uma tendência polinomial para as

variáveis de taxa de transpiração, condutância estomática, eficiência do uso da água e temperatura foliar (Figura 14.A, 14.C, 14.E e 14.G). As concentrações de 250 e 750 mg L<sup>-1</sup> proporcionaram decréscimo para taxa de transpiração. Esses resultados podem ser associados à menor abertura dos estômatos, que acarreta menor fluxo de seiva para a parte aérea das plantas, ocasionando a diminuição do teor de água e oferta de nutrientes. Para Taiz e Zeiger (2013), o fechamento dos estômatos pode ser visto como uma reação positiva para manutenção do teor de água nas plantas. As taxas de condutância estomática obtidas neste estudo corroboram os resultados relatados por Campelo et al. (2015) para *T. heptaphylla* (0.03), e por Oliveira e Galtieri (2011) para *T. serratifolia* (0.07). No entanto, os referidos autores obtiveram taxa de E elevadas (6.5, 3.78 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, respectivamente) quando comparadas a este estudo, em que as taxas foram inferiores a 1 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Figura 14.A).

Apesar de a relação entre a temperatura foliar e as concentrações de paclobutrazol ser definida pela equação de primeiro grau crescente (Figura 14.G), foi verificada elevação da eficiência do uso da água (Figura 14.E), principalmente para as concentrações em que foi contrastado o decréscimo na taxa de transpiração e na abertura estomática. De acordo com Freire (2016), a *T. aurea* apresenta em média 2,3 em eficiência do uso da água. No entanto, a espécie tende a aumentar sua eficiência (3,3) quando exposta a condições de déficit hídrico. Neste estudo, a eficiência do uso da água se manteve acima de 4.0 para todas as plantas tratadas com PBZ.





**Figura 14.** Taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs), eficiência do uso da água (A/E), eficiência da carboxilação (A/Ci), temperatura das folhas (TF) de plantas jovens de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) cultivadas a pleno sol (PS) e a 80% de restrição de luz (RL) aos 120 dias após aplicação (DAA) de paclobutrazol (PBZ). Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

O fator luz também não acarretou diferenças para as características de transpiração, condutância estomática e eficiência no uso da água (Figura 14. B, 14.D e 14.F). Temperatura foliar mais elevada foi registrada nas plantas mantidas em pleno sol (Figura 14.H), ocasionadas por maior incidência de luz, a temperatura mais amena gerada pela restrição de luz acarretou a redução da temperatura foliar. Segundo Borges et al. (2014), para *T. heptaphylla*, a restrição de luz não influencia a condutância estomática da espécie, mas proporciona aumento da transpiração.

#### 5.4. Ensaio IV: Restrição da biossíntese de giberelinas em mudas de ipê-branco antes do transplântio

Para as mudas de ipê-branco mantidas em tubetes não houve efeito do regulador para a maioria das características de morfológicas avaliadas (altura, diâmetro do coleto e número de folhas), com exceção para o índice Spad e área foliar total (Tabela 7). Para a relação entre o índice Spad, em função das concentrações de PBZ, definiu-se modelo linear, com acréscimos em relação ao aumento das concentrações do regulador (Figura 15.D), a área foliar total em relação às concentrações de PBZ delineou-se modelo cúbico (Figura 15.E).

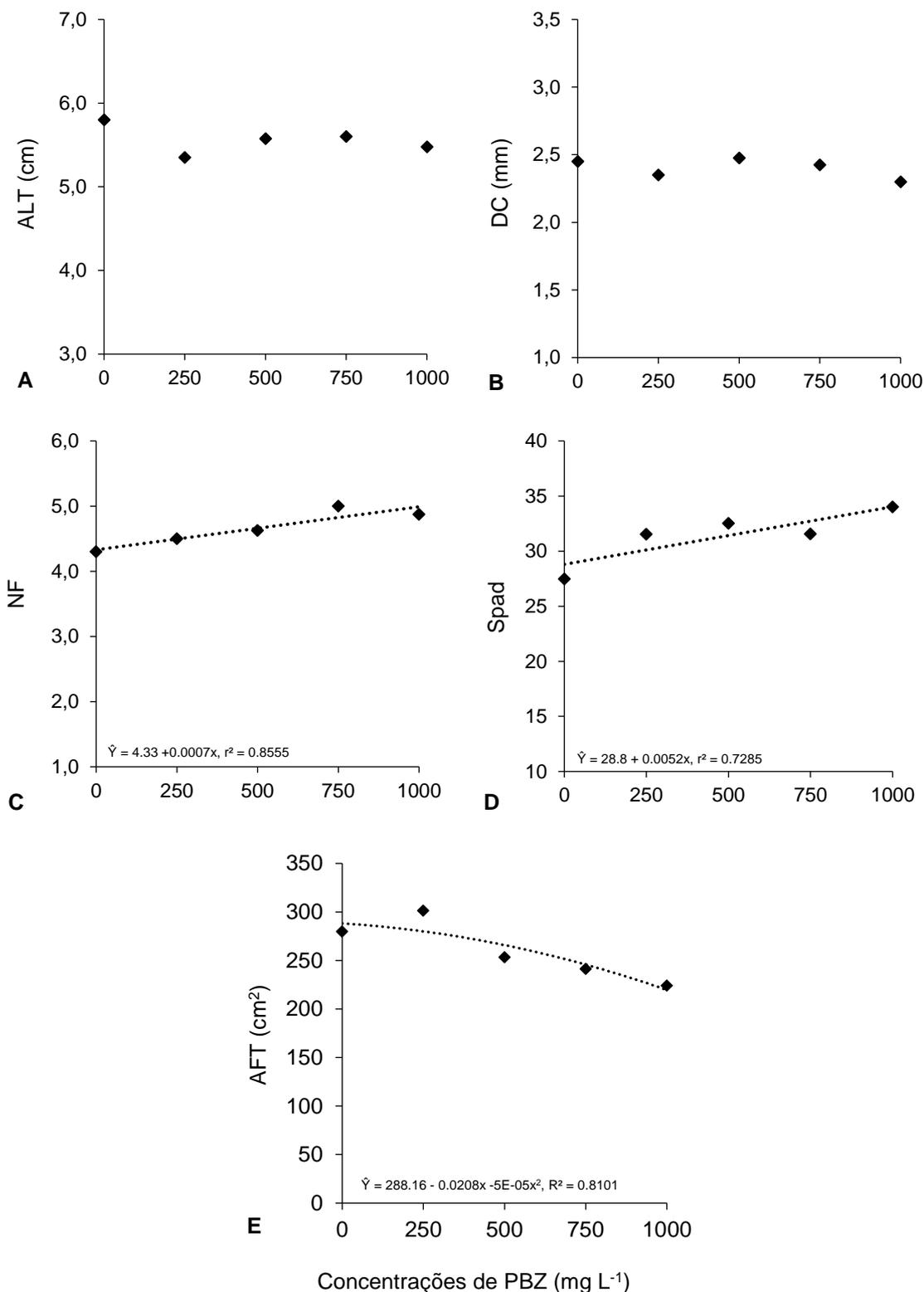
**Tabela 7.**Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), Spad (SPAD) e área foliar total (AFT) de mudas de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*(Ridl.) Sandwith) mantidas em tubetes aos 30 dias após aplicação de paclobutrazol via imersão. Vitória da Conquista (BA), 2020.

FV	GL	ALT	DC	NF	SPAD	AFT
<b>Quadrados médios</b>						
<b>Concentração</b>	4	0,1107	0,0212	1,9780	23,468*	126,42 *
<b>Resíduo</b>	15	0,2603	0,0383	1,7306	5,992	2,57
<b>CV (%)</b>		9,17	8,15	6,88	7,79	5,29

\*, significativo a 5% pelo teste F.

Para o presente estudo, a elevação inicial da área foliar total foi associada à tendência de aumento de número de folhas induzido pelo aumento das concentrações de PBZ (Figura 15.C). Essa tendência de elevação no número de folhas se manteve ao longo do gradiente de concentração. Entretanto, os decréscimos de área foliar total foram verificados após o ponto de máximo (301,16 cm<sup>2</sup>) em função da elevação do regulador. De acordo com Rodrigues et al. (2016), o efeito do PBZ para os meristemas responsáveis pela formação do parênquima paliçádico foliar em relação ao PBZ é

bastante restrito. A causa foi relacionada ao pequeno grau de mobilidade das moléculas de PBZ nos tecidos vegetais (ESPINDULA et al., 2010), que se reduz com o crescimento e desenvolvimento de gemas (PRICINOTTO e ZUCARELI, 2014). Dessa forma, para o presente estudo, as menores concentrações de PBZ induziram acréscimos positivos em relação ao controle, devido ao estímulo à emissão de folhas, por meio do estímulo à biossíntese de citocininas (FORGHANI et al., 2018). Para as maiores concentrações, haveria um equilíbrio entre estímulo do PBZ para brotações e restrição induzida pelo PBZ para o alongamento celular, resultando em acréscimo de folhas, porém decrescente área foliar. Incremento linear do índice de cor verde (Spad) em função do aumento das concentrações de PBZ foram verificadas (Figura 15.D). Estudos realizados por Sankar et al. (2013) em folhas de *Arachis hypogaea* comprovam que o uso do PBZ aumenta mais de 100% a espessura foliar, contribuindo para maior acúmulo de clorofila.



**Figura 15.** Altura das mudas (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), índice de coloração verde (SPAD) e área foliar total (AFT) de mudas de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) mantidas em tubetes aos 30 dias após aplicação de paclobutrazol. Vitória da Conquista (BA), 2020.

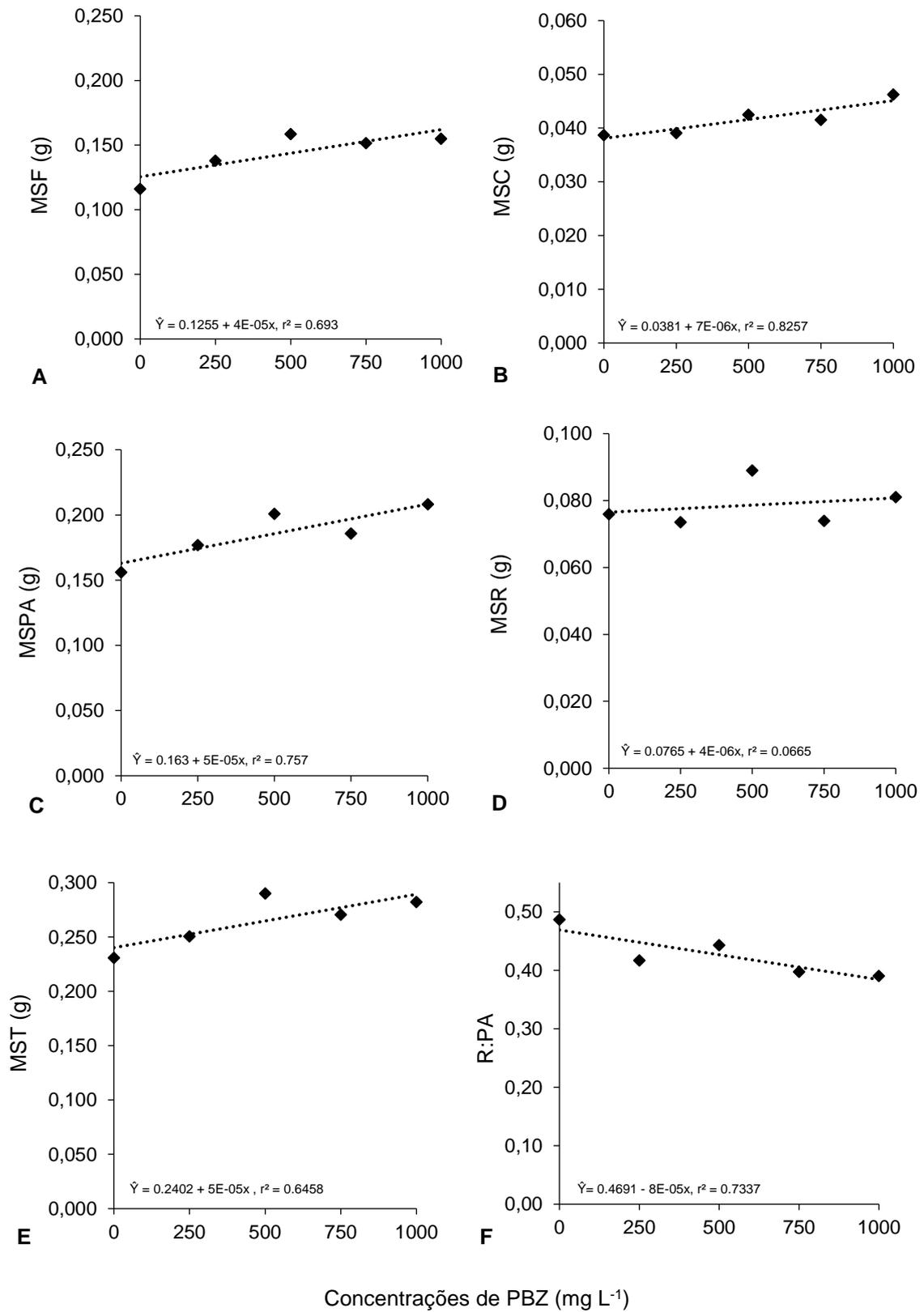
Apesar de não registrado efeito para grande parte das características morfológicas, todas as avaliações relativas ao acúmulo de massa seca foram afetadas pela aplicação do regulador (Tabela 8), sendo caracterizados por modelos matemáticos lineares (Figura 16.A, 16.B, 16.C, 16.D e 16.E). Para a relação entre o efeito das concentrações e a razão raiz: parte aérea definiu-se modelo matemático linear, com decréscimos (Figura 16.E).

**Tabela 8.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e relação raiz: parte aérea (R:PA) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) mantidas em tubetes aos 30 dias após aplicação de diferentes concentrações de paclobutrazol via imersão. Vitória da Conquista (BA), 2020.

FV	GL	MSF	MSC	MSR	MSPA	MST	R:PA
<b>Quadrados médios (<math>\times 10^{-5}</math>)</b>							
<b>Concentração</b>	4	120 *	5,1*	21,4*	168*	1457 *	900 *
<b>Resíduo</b>	15	1,0	0,9	1,4	6,0	15,0	039
<b>CV (%)</b>		2,51	7,55	4,89	4,30	5,89	4,74

\*, significativo a 5% pelo teste F.

Os resultados divergentes no incremento de massa da parte aérea com a aplicação do PBZ podem estar relacionados com características genéticas da espécie, que estimulam o incremento no acúmulo de massa em todos os compartimentos da planta em condições de alterações hormonais (Figura 16.C). Acréscimos na parte aérea também foram percebidos em plantas de feijão após a aplicação do regulador (OLIVEIRA, 2016). De acordo com o mesmo autor, esses resultados podem ser associados ao ótimo estado nutricional e capacidade de crescimento apresentado pelas plantas, bem como o espaço de tempo entre a aplicação e as avaliações que pode ter influenciado na dissipação do regulador, e conseqüentemente no desaparecimento dos efeitos proporcionados.



**Figura 16.** Massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e relação raiz: parte aérea (R:PA) de mudas de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) mantidas em tubetes aos 30 dias após aplicação de paclobutrazol. Vitória da Conquista (BA), 2020.

Para acúmulo de massa nas raízes, foi verificado incremento linear (Figura 16.D). O efeito mais acentuado do PBZ poderia ter ocorrido nas raízes das mudas mantidas em tubetes se expostas a um período mais prolongado ao regulador. No entanto, cabe ressaltar o efeito do regulador em inibir a presença de raízes gemíferas em todos os tratamentos com o PBZ (Figura 17). A espécie apresentou regularidade na relação raiz: parte aérea, sendo entre 39% e 48% da biomassa total referente à massa seca da raiz, podendo ser um indicativo de adaptação relacionada a fatores genéticos, comportamento similar foi observado para *Tabebuia impetiginosa* (PEREIRA, 2008).



**Figura 17.** Sistema radicular das mudas de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) mantidas em tubetes aos 30 dias após aplicação de paclobutrazol via imersão. (A) 0 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; (B) 250 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; (C) 500 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; (D) 750 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; (E) 1000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ. Vitória da Conquista (BA), 2020.

### 5.5. Ensaio V: Efeito do inibidor de giberelina em mudas de ipê-branco após o transplântio

Para as características de crescimento das mudas mantidas em vasos aos 30 dias após o transplântio, observou-se significâncias para as variáveis de índice de Spad, comprimento da nervura central das folhas e área foliar total, para as quais definiu-se modelos polinomiais de segunda ordem (Tabela 9). As variáveis de

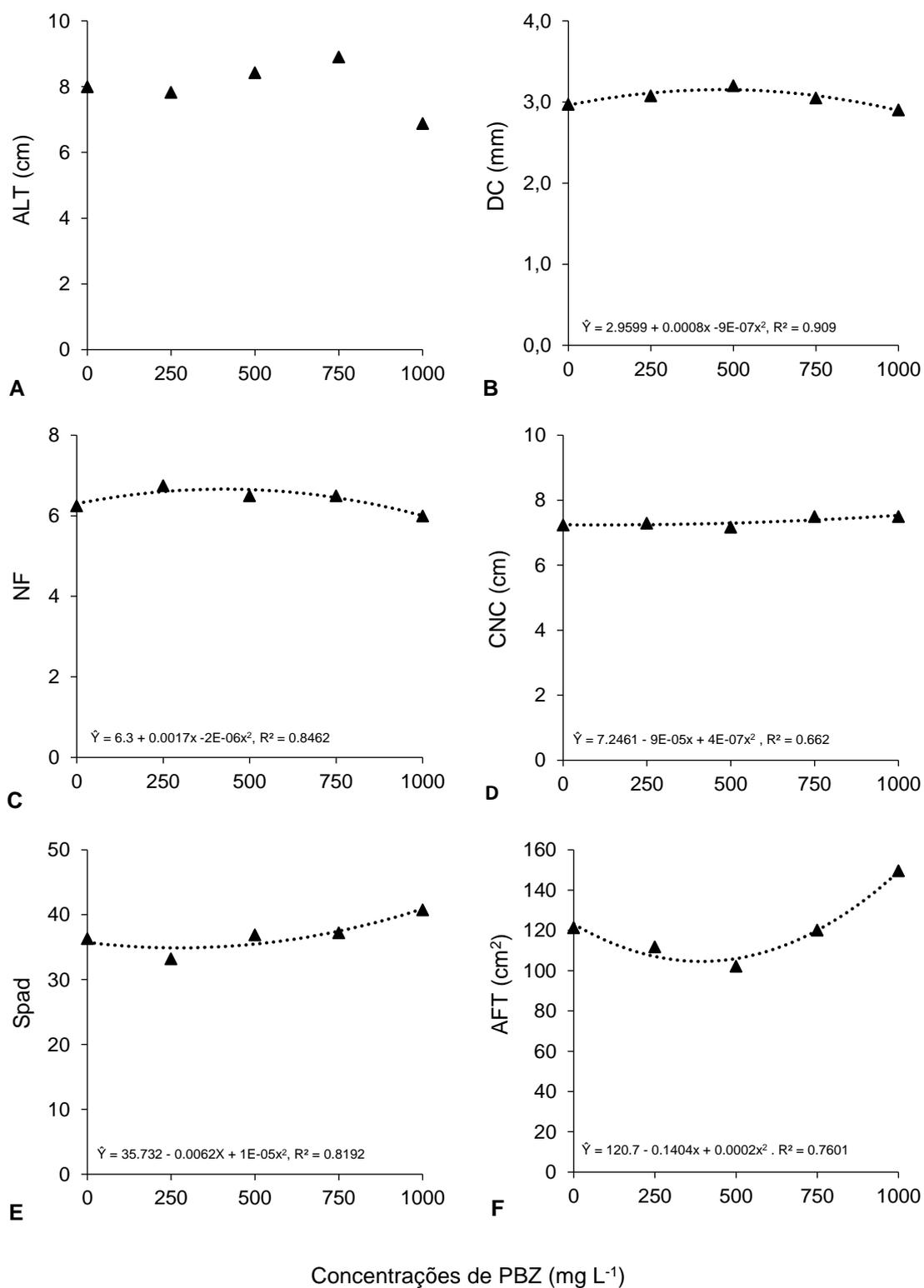
diâmetro do coleto e número de folhas apresentaram tendências polinomiais de segunda ordem, apesar dos tratamentos não se diferirem (Figura 18.B e 18.C).

**Tabela9.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC), índice de coloração verde (spad), número de folhas (NF) e áreas foliar total (AFT) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes concentrações de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

FV	GL	ALT	DC	NF	SPAD	CNC	AFT
<b>Quadrados médios</b>							
<b>Concentração</b>	4	2,289	0,194	1,00	38,579 *	2300,42*	5,420*
<b>Resíduo</b>	15	3,091	0,145	0,650	29,296	51,100	0,390
<b>CV (%)</b>		21,99	12,85	12,90	8,39	15,11	23,36

\*, significativo a 5% pelo teste F.

Assim como para as mudas mantidas em tubete após a aplicação do PBZ, as plantas transplantadas depois da aplicação do regulador, não acarretaram em significâncias para altura, diâmetro do coleto e número de folhas (Figura 18.A, 18.B e 18.C). Para o índice Spad, o incremento só foi verificado com a aplicação da maior concentração de PBZ (Figura 18.E), as concentrações inferiores não diferem da testemunha, tais resultados podem ter sido influenciados pelo tamanho do recipiente, visto que o aumento do índice spad foi percebido para todas as concentrações de PBZ nas mudas mantidas em tubetes. Os resultados para área foliar total desse ensaio (Figura 18.F) apresentou comportamento semelhante às plantas jovens mantidas em condições de restrição de luz submetidas à ação do regulador no ensaio III. De modo que esses resultados podem estar associados ao espalhamento do regulador no recipiente (vaso) em que as mudas foram mantidas. Observou-se o efeito do regulador na morfologia das folhas, para as quais verificou-se o aumento de 4% no comprimento da nervura central das mudas tratadas com 750 e 1000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ (Figura 18.E).



**Figura 18.** Altura das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC), índice de coloração verde (spad), número de folhas (NF), comprimento da nervura central das folhas (CNC) e áreas foliar total (AFT) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes concentrações de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

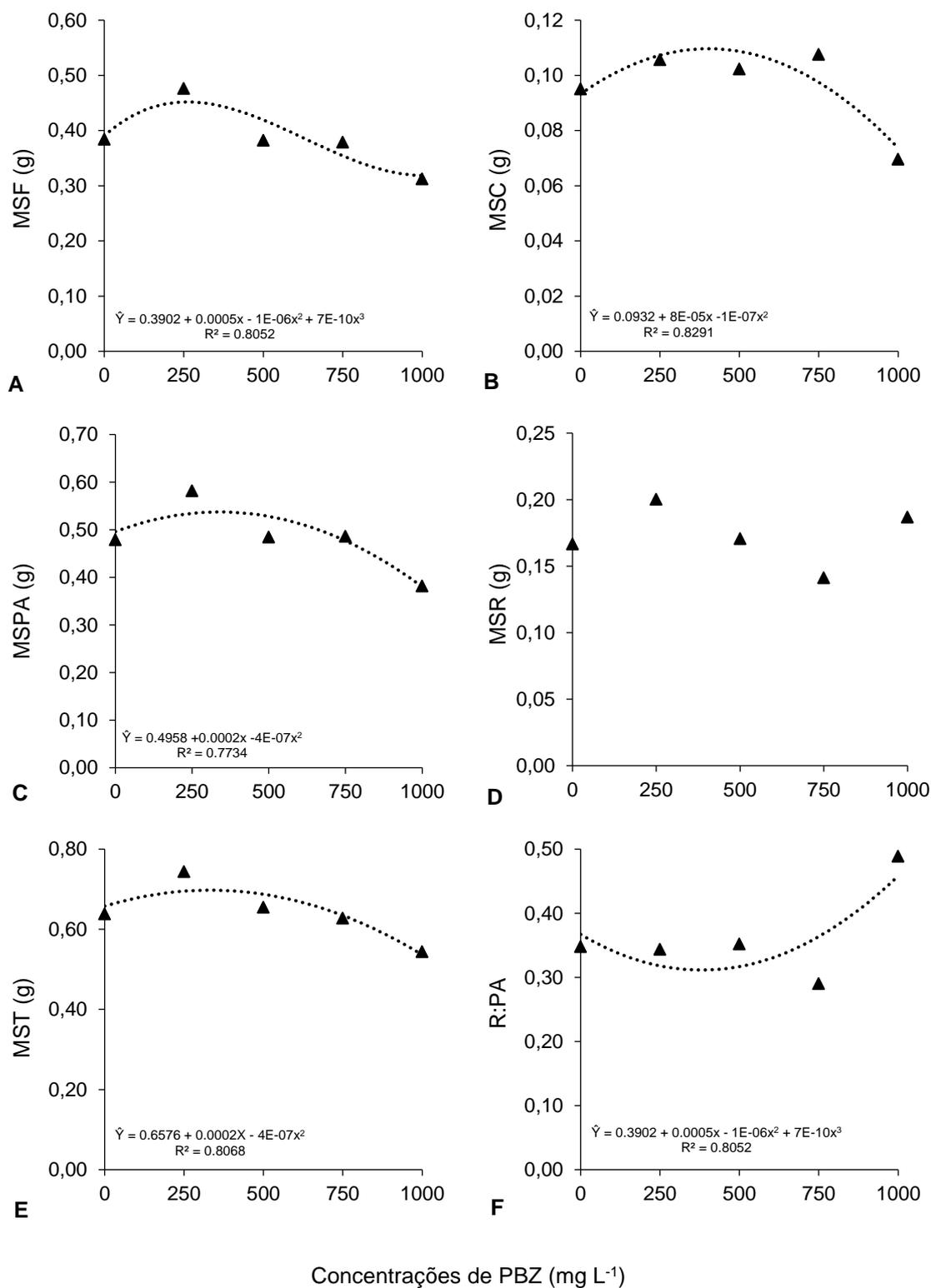
Os principais efeitos em relação às modulações das plantas foram percebidos no acúmulo de massa seca das folhas, caule, parte aérea, raiz, total e na relação raiz: parte aérea das mudas (Tabela 10). Para as quais foram definidos modelos matemáticos quadráticos para massa do caule, da parte aérea e total, e cúbicos para massa das folhas e relação raiz: parte aérea (Figura 20).

**Tabela 10.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e relação raiz parte aérea (R:PA) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes concentrações de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

FV	GL	MSF	MSC	MSR	MSPA	MST	R:PA
<b>Quadrados médios</b>							
<b>Concentração</b>	4	0,0130 *	0,0009 *	0,1081 *	0,1040*	0,2030 *	0,0189 *
<b>Resíduo</b>	15	0,0023	0,0002	0,030	0,025	0,0534	0,0035
<b>CV (%)</b>		12,73	14,94	34,31	26,78	32,53	18,76

\*, significativo a 5% pelo teste F.

O efeito do regulador foi nítido para a concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup>, onde observou-se massa nas folhas, caule e conseqüentemente na parte aérea (Figura 19.A, 19.B e 19.C), acarretando menor acúmulo de massa total (MST) (Figura 19.E). Estudos realizados com *Coffea arabica* também restringiram acúmulo de biomassa (MSPA e MST) em plantas tratadas com concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup> (D'ARÊDE et al., 2017). Para os demais ensaios não foi percebida eficácia em inibir acúmulo de massa na parte aérea das plantas. Esses resultados podem ter ocorrido pela idade das plantas, modo de aplicação e recipiente utilizados nesse ensaio.



**Figura 19.** Massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação raiz: parte aérea (R:PA) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (ridl.) sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes concentrações de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

O ganho de massa nas raízes com a aplicação da maior concentração utilizada nesse ensaio proporcionou maior relação raiz: parte aérea, onde o peso do sistema radicular correspondeu a 49% do peso total das mudas (Figura 19.D), alguns reguladores de crescimento são capazes de ativar o sistema antioxidantes das plantas alterando a relação fonte dreno, favorecendo o crescimento relativo das raízes (SRIVASTASVA et al., 2016). A aplicação do regulador e posterior transplântio das mudas para vasos não inibiram o surgimento das raízes gemíferas nas concentrações de 250 e 750 mg L<sup>-1</sup> (Figura 19), mas para as concentrações de 500 e 1000L<sup>-1</sup> não foi expressiva o surgimento das raízes gemíferas plagiotrópicas, apenas leves tortuosidades.



**Figura 20.** Sistema radicular das mudas de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) submetidas à aplicação paclobutrazol via imersão aos 30 dias após transplântio. (T1) 0 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; (T2) 250 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; (T3) 500 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; (T4) 750 mg L<sup>-1</sup> de PBZ; (T5) 1000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ. Vitória da Conquista (BA), 2020.

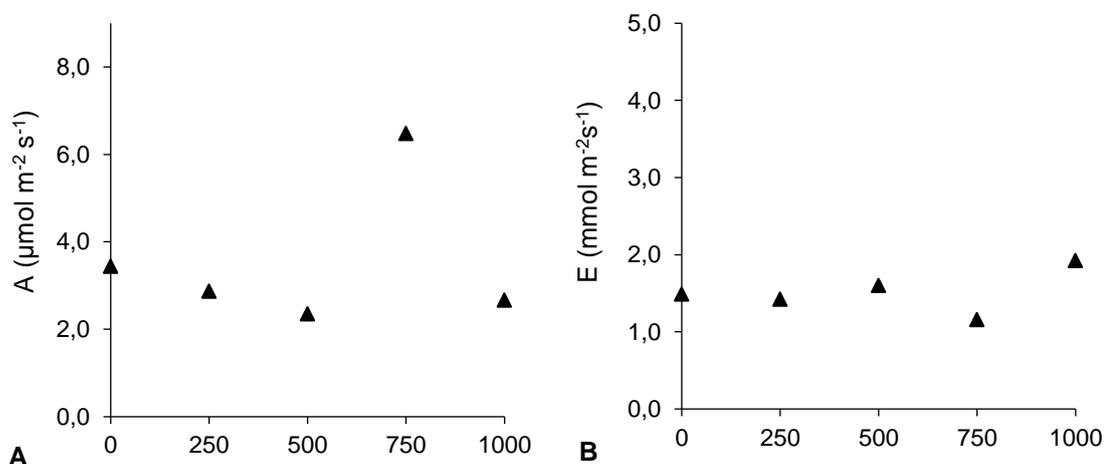
O efeito da concentração do regulador afetou a maioria das características de trocas gasosas: taxa fotossintética, taxa de transpiração, concentração interna de CO<sub>2</sub>, eficiência do uso da água, eficiência da carboxilação e temperatura, não sendo possível definir modelo matemático para essas variáveis. Não houve diferença significativa para características de condutância estomática e potencial hídrico das plantas aos 30 dias após transplântio e aplicação do PBZ (Tabela 11).

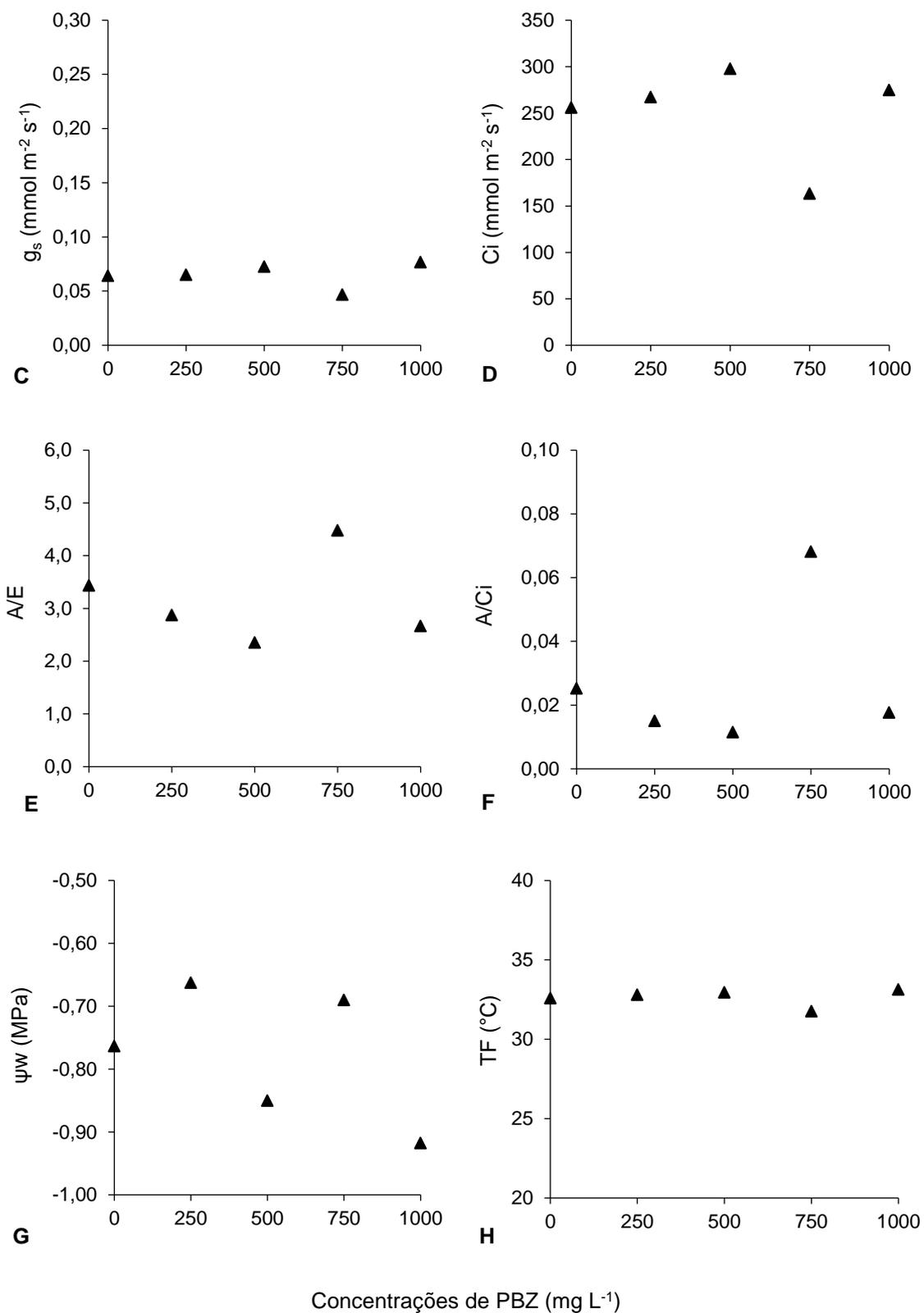
**Tabela 11.** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para fotossíntese (A), Taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de carboxilação (Ci), eficiência do uso da água (A/E), eficiência da carboxilação (A/Ci), potencial hídrico ( $\psi_w$ ) e temperatura das folhas (TF) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes concentrações de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

FV	GL	A	E	g <sub>s</sub>	Ci	A/E	A/Ci	$\psi_w$	T° F
<b>Quadrados médios</b>									
<b>Concentração</b>	4	12,057*	0,352*	0,0006	11646,61*	11,842*	0,0008*	1,223	1,114*
<b>Resíduo</b>	15	1,150	0,108	0,0002	1952,39	0,819	0,0001	1,382	0,160
<b>CV (%)</b>		23,00	21,73	24,01	17,19	26,36	49,18	17,73	1,23

\*, significativo a 5% pelo teste F.

A aplicação de paclobutrazol na concentração de 750 mg L<sup>-1</sup> proporcionou acréscimo na taxa fotossintética (46%) (Figura 21.A), conseqüentemente elevação na eficiência do uso da água (46%) e a eficiência da carboxilação (57%) das plantas submetidas a esse tratamento (Figura 21.E e 21.F). Em diversas espécies cultivadas, a taxa fotossintética é elevada pela aplicação do regulador. A ausência de efeito do PBZ para condutância estomática pode estar associada à plasticidade da espécie, assim como o verificado para *Toona ciliata* (cedro australiano) submetido à aplicação do regulador (MOHAN et al., 2015).





**Figura 21.** Fotossíntese (A), Taxa de transpiração (E), condutância estomática ( $g_s$ ), taxa de carboxilação ( $C_i$ ), eficiência do uso da água ( $A/E$ ), eficiência da carboxilação ( $A/C_i$ ), potencial hídrico ( $\psi_w$ ) e temperatura das folhas (TF) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (ridl.) sandwith) aos 30 dias após transplântio submetidas a diferentes concentrações de paclobutrazol (PBZ). Vitória da Conquista (BA), 2020.

## 6. CONCLUSÕES

O crescimento inicial de plântulas de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith) não é afetado pela compactação dos solos até 1,91 g cm<sup>3</sup>.

A espécie *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith apresenta plasticidade fenotípica que permite adaptação a contrastantes intensidades luminosas. O sombreamento de 80% de restrição de luz eleva a taxa de emergência e o crescimento inicial.

A restrição da biossíntese de giberelinas, associada aos regimes de luz, não ocasiona alterações no crescimento de plantas jovens de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith.

A restrição da biossíntese de giberelinas afeta a partição de biomassa nas folhas, caule e raízes. Não há inibição das raízes gemíferas para as plantas jovens submetidas à restrição da biossíntese de giberelinas.

A restrição de biossíntese de giberelinas em *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith antes e após o transplante não ocasiona modulações de crescimento.

A partição de fotoassimilados é afetada pelo uso do regulador, ocorrendo inibição da expressão das raízes gemíferas na fase de muda mantida em tubete, e na fase de transplante, quando submetidas à inibição de biossíntese de giberelinas, por meio da aplicação de 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup> de Paclobutrazol.

## 7. REFERÊNCIAS

ABBADE, L.C.; PAIVA, P.D de O.; PAIVA, R. Germinação de sementes de ipê-branco em diferentes substratos e meios de cultura. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 22, n. 3,4, p. 162-167, 2010.

ABBADE, L.C.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de Bignoníaceae, *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich S. and *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 87-92 87, 2012.

ALAMEDA, D.; VILLAR, R. Linking root traits to plant physiology and growth in *Fraxinus angustifolia* Vahl. seedlings under soil compaction conditions. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 79, p. 49-57, 2012. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2012.01.004.

ALAMEDA, D.; VILLAR, R. Moderate soil compaction: implications on growth and architecture in seedlings of 17 woody plant species. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 103, p. 325-331, 2009.

ALMEIDA, L.P.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; ZANELA, S.M.; VIEIRA, C.V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.

ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; LIMA, E.C.; MAGALHÃES, M.M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 53-57, 2003.

AMINI, S.; ZIARATNIA, S. M. Effect of plant growth regulators on control of saffron (*Crocus sativus* L.) corm dormancy. **Journal of Horticulture and Postharvest Research**, [S.l.], n. 2, v. 2, p. 167-176, 2019.

ARAÚJO, L.H.B. de. **Avaliação da compactação do solo no crescimento inicial de espécies florestais da Caatinga**. Macaíba-RN: UFRN, 2015, 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ARAÚJO, L.H.B.; SILVA, G.G.C.; NÓBREGA, C.C.; OLIVEIRA, E.M.M.; PIMENTA, A.S. Effect of Soil Compaction on Aerial and Root Growth of *Tabebuia caraiba* Mart. Bur. **International Journal of Agriculture Sciences**, v. 10, n. 6, p. 5589-5592, 2018.

ATROCH, E.M.A.C.; SOARES, A.M.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BASTO, S.; RAMÍREZ, C. Effect of light quality on *Tabebuia rosea* (Bignoniaceae) seed germination. **Universitas Scientiarum**, v. 20, n. 2, p. 191-199, 2015.

BAUSHER, M.G.; YELENOSKY, G. Sensitivity of potted citrus plants to top sprays and soil applications of paclobutrazol. **Hortscience**, Alexandria, v. 21, p. 141-143, 1987.

BEJARANO, M.D.; VILLAR, R.; MURILLO, A.M.; QUERO, J.L. Effects of soil compaction and light on growth of *Quercus pyrenaica* Willd. (Fagaceae) seedlings. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 110, p. 108-114, 2010.

BLANCO-TOURIÑÁN, N., LEGRIS, M., MINGUET, E.G., COSTIGLILO-ROJAS, C., NOHALES, M.A., INIESTO, E., LOCASCIO, A. COP1 destabilizes DELLA proteins in Arabidopsis. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 2020.

BOCCHESI, R.A.; OLIVEIRA, A.K.; MELOTTO, A.M.; FERNANDES, V.; LAURA, V.A. Efeito de diferentes tipos de solo na germinação de sementes de *Tabebuia heptaphylla*, em casa telada. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 62-67, 2008.

BONFIM-SILVA, E. M.; ANICÉSIO, E. C. A.; SILVA, F. C. M.; DOURADO, L. G. A.; AGUERO, N. F. Compactação do solo na cultura do trigo em Latossolo do cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 7, p.1-8, 2011.

BORGES, V.P. **Ecofisiologia de *Tabebuia heptaphylla* (Vellozo) Toledo em ambientes contrastantes de luz**. Cruz das Almas-BA: UFRB, 2012, 73 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

BORGES, V.P.; COSTA, M.A.P. de C.; RIBAS, R.F. Emergência e crescimento inicial de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo em ambientes contrastantes de luz. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 523-531, 2014.

BUNDCHEN, M. **Estrutura foliar, conteúdo de clorofila e composição nutricional de espécies arbóreas em uma área de interface floresta ombrófila mista/floresta estacional decidual**. Curitiba-PR: UFPR, 2012, 95 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Paraná.

CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C. de A.; SIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, 241-251 p, 2004.

CAMPELO, D.H.; LACERDA, C.F.; SOUSA, J.A.; CORREIA, D.; BEZERRA, A.M.E.; ARAÚJO, J.D.M.; NEVES, A.L.R. Trocas gasosas e eficiência do fotossistema II em plantas adultas de seis espécies florestais em função do suprimento de água no solo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 39, n. 5, p. 973-983, 2015.

CASTRO-MARIN, G.; TIGABU, M.; GONZALEZ-RIVAS, B.; ODEN, P.C. Germination requirements and seedling establishment of four dry forest species from Nicaragua. **Tropical Ecology**, Varanasi, v. 52, n. 1, p. 1-11, 2011.

CÉSAR, F.R.C.F.; MATSUMOTO, S.N.; VIANA, A.E.S.; BONFIM, J.A. Morphological plasticity of three coffee cultivars under light gradient. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 121-131, 2013.

CHAVES FILHO, J.T.; BORGES, J.D. Ocorrência de raízes gemíferas em *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sandwith (Bignoniaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 1789-1797, 2018.

COLLEVATTI, R.G.; DORNELAS, M. Clues to the evolution of genome size and chromosome number in *Tabebuia alliance* (Bignoniaceae). **Plant Systematics and Evolution**, [S.I.], v. 302, n. 5, p. 601-607, 2016.

COSTA, S.; LOHMANN, L.G.; BURIL, M.T. Flora of Pernambuco, Brazil: *Tabebuia alliance* and tribe *Jacarandae* (Bignoniaceae). **Biota Neotropica**, [S.I.], v. 19, n. 4, p. 1-16, 2019.

CUNHA, D.V.P. da. **Crescimento inicial de clones de *Eucalyptus urophylla* submetidos à aplicação de paclobutrazol e diferentes regimes hídricos**. Vitória da Conquista (BA): UESB, 2016, 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

D'ARÊDE, L.O.; MATSUMOTO, S.N.; SANTOS, J.L.; VIANA, A.E.S.; RAMOS, P.A.S. Morfofisiologia do crescimento vegetativo inicial de cafeeiros arábica submetidos a aplicação via foliar de paclobutrazol. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 451-462, 2017.

DANTAS, B.F.; LOPES, A.P.; SILVA, F.F.S. da; LÚCIO, A.A.; BATISTA, P.F.; PIRES, M.M.M. de L.; ARAGÃO, C.A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 03, p. 413-423, 2009.

DAVANSO, V.M.; MEDRI, M.E.; SOUZA, L.A.D.; COLLI, S. *Tabebuia avellanadae* Lor. ex Griseb. (Bignoniaceae) submitted at the flooding and the "Ethrel" and silver nitrate application. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 57-64, 2003.

DEGAN, P.; AGUIAR, I.B.; SADER, R.; PERECIN, D.; PINTO, L.R. Influência de métodos de secagem na conservação de sementes de ipê-branco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, p.492-496, 2001.

DJAKOVIC-PETROVIC, T.; WIT, M.D.; VOESENEK, L.A.; PIERIK, R DELLA protein function in growth responses to canopy signals. **The Plant Journal**, v. 51, n. 1, p. 117-126, 2007.

DUTRA, T.R.; GRAZZIOTTI, P.H.; SANTANA, R.C.; MASSAD, M.D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

ECKELMANN, W.; BARITZ, R.; BIALOUSZ, S.; BIELEK, P.; CARRE, F.; HOUŠKOVÁ, B.; JONES, R.J.A.; KIBBLEWHITE, M.G.; KOZAK, J.; LE BAS, C.; TÓTH, G.; TÓTH, T.; VÁRALLYAY, G.; YLI HALLA, M.; ZUPAN, M. Common criteria for risk area identification according to soil threats. **European Soil Bureau Research Report**, Luxembourg, n. 20, p. 94, 2006.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of *Okra* seed. **Proceeding of American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 71, n. 3, p. 428-434, 1958.

ENGEL, V.L.; PAGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, Piracicaba, v. 10, n. 43, p. 1-10, 1990.

ESPINDULA, M.C.; ROCHA, V.S.; SOUZA, L.T. de; SOUZA, M.A.; CAMPANHARO, M.; GROSSI, J.A.S. Rates of nitrogen and growth retardant trinexapac-ethyl on wheat. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 41, p. 2045-2052, 2010.

FAGAN, E.B.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; CHAUFUN JÚNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia vegetal: reguladores vegetais**. 1ª Edição, Andrei Editora, 2015, 300 p.

FERRARI, S.; FURLANI JUNIOR, E.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; SANTOS, D. M. A. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 365-371, 2008.

FLETCHER, R.A.; GILLEY, A.; SANKLA, N.; DAVIS, T.D. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Horticultural Reviews**, New York, v. 24, p. 55-138, 2000.

FOLONI, J. S. S.; LIMA, S. L.; BULL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 49-57, 2006.

FORGHANI, A.H.; ALMODARES, A.; EHSANPOUR, A.A. Potential objectives for gibberellic acid and paclobutrazol under salt stress in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench cv. Sofra). **Applied Biological Chemistry**, [S.I.], v. 61, n. 1, p. 113-124, 2018.

FRAGA, D.A.C. de. **Rustificação de mudas de *Cordia trichotoma* e *Tabebuia roseo-albapor jasmonato e flexões caulinares***. Marechal Cândido Rondon-PN: Unioeste,

2017, 90 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

FREIRE, F.C. de J. **Características fisiológicas de mudas de craibeira sob condições de deficiência hídrica**. Rio Largo-AL, 2016, 64 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas.

GANDOLPHI, G.; BITTENCOURT JR, N.S. Sistema reprodutivo do Ipê-Branco: *Tabebuia roseo-alba* (Ridley) Sandwith (Bignoniaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 840–851, 2010.

GARCIA, S.F.; OLIVEIRA, C. de; SILVA, B.M. da S. Emergência de plântulas de *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1419-1422, 2012.

GENTRY, A.H. Bignoniaceae, Part I. Tribes *Crescentieae* and *Tourrettieae*. **Flora Neotropica Monograph**, [S.l.], v. 25, p. 1-130, 1980.

GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007. 416 p.

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, J.A.; RAMÍREZ-GARDUZA, F.; ROBERT, M.L.; O'CONNOR-SÁNCHEZ, A.; PEÑA-RAMÍREZ, Y.J. Adventitious shoot induction from adult tissues of the tropical timber tree yellow Ipê primavera (*Tabebuia donnell-smithii* rose [bignoniaceae]). **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, [S.l.], v. 46, n. 5, p. 411-421, p. 2010.

GOULART, L.M.L.; PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; DUARTE, M.L. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta a fertilização nitrogenada. **Floresta e Ambiente**, Curitiba, v. 24, 2017.

GOUVÊA, P.R. dos S. **Ecofisiologia de plantas jovens de *Garcinia Brasiliensis* Mart.(Clusiaceae) submetidas a diferentes regimes hídricos e a alta temperatura**. Manaus-AM, 2016, 74 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) - Instituto Nacional da Amazônia.

GROSE, S.O.; OLMSTEAD, R.G. Taxonomic revisions in the polyphyletic genus *Tabebuia* s.l. (Bignoniaceae). **Systematic Botany**, [S.l.], v. 32, n. 3, p. 660-670, 2007.

HAYASHI, A.H.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Resprouting from roots in four Brazilian tree species. **International Journal of Tropical Biology**, [S.l.], v. 57, p. 789-800, 2009.

HAYASHI, A.H.; PENHA, A.S.; RODRIGUES, R.R.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Anatomical studies of shoot bud-forming roots of Brazilian tree species. **Australian Journal of Botany**, [S.l.], v. 49, n. 6, p. 745-751, 2001.

HETHERINGTON, S.; JONES, K.M. Effectiveness of paclobutrazol in retarding height growth of *Eucalyptus globulus* seedlings. *Canadian Journal of Forest Resources*, Ottawa, v. 20, p. 1811-1813, 1990.

HUANG, J.; CHEN, Z.F.; YIN, L.Y.; LI, M. Q.; WANG, L.H.; TENG, W.C. Effects of three plant exogenous hormones on the biomass and chlorophyll fluorescence parameters and photosynthetic characteristics of *Tabebuia chrysantha* seedlings. *Plant Science Journal*, [S.l.], v.36, n.5, p. 745-754, 2018.

ILLOUZ-ELIAZ, N.; RAMON, U.; SHOHAT, H.; BLUM, S.; LIVNE, S.; MENDELSON, D.; WEISS, D. Multiple gibberellin receptors contribute to phenotypic stability under changing environments. *The Plant Cell*, v. 31, n. 7, p. 1506-1519, 2019.

IMATOMI, M.; SOUZA, J.P.; GUALTIERI, S.C.J.; FERREIRA, A.G. The role of root buds in the regeneration of *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae) in the Cerrado, São Carlos, São Paulo State, Brazil. *Hoehnea*, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 345-352, 2014.

JACOMASSI, E.; MOSCHETA, I.S.; MACHADO, S.R. Morfoanatomia e histoquímica de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). *Acta Botanica Brasílica*, Feira de Santana, v. 21, p. 575-597, 2007.

JIANG, H., SHUI, Z., XU, L., YANG, Y., LI, Y., YUAN, X., LIU, C. Gibberellins modulate shade-induced soybean hypocotyl elongation downstream of the mutual promotion of auxin and brassinosteroids. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2020.

JIMÉNEZ-GONZÁLEZ, F.J.; VELOZA, L.A.; SEPÚLVEDA-ARIAS, J.C. Anti-infectious activity in plants of the genus *Tabebuia*. *Universitas Scientiarum*, Colombia, v. 18, n. 3, p. 257-267, 2013.

JIN, H.; PANG, L.; FANG, S.; CHU, J.; LI, R.; ZHU, Z. High ambient temperature antagonizes ethylene-induced exaggerated apical hook formation in etiolated *Arabidopsis* seedlings. *Plant, Cell & Environment*, Hoboken, v. 41, n. 12, p. 2858-2868, 2018.

JOSELIN, J.; BRINTHA, T.S.S.; FLORENCE, A.R.; JEEVA, S. Phytochemical evaluation of Bignoniaceae flowers. *Journal of Chemical & Pharmaceutical Research*, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 106-111, 2013.

KISSMANN, C.; SCALON, S.P.Q.; TEODÓSIO, T.K. Condicionamento das sementes e sombreamento na emergência e no crescimento de plantas de *Bixa orellana* L. *Revista de Ciências Agrárias*, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 48-56, 2013.

LAVEE, S.; HASKAL, A. Partial fruiting regulation of *Olive* trees (*Olea europea* L.) with paclobutrazol and gibberellic acid in the orchard. *Advances in Horticultural Science*, Florença, v. 7, n. 2, p. 83-86, 1993.

LENHARD, N.R., PAIVA NETO, V.B., SCALON, S.D.P. Q. & ALVARENGA, A.A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, n. 43, p. 178-186, 2013.

LIDÓN, A.G.; BERNAL, I.M.; MARTÍNEZ, A.C.; FERNÁNDEZ, F.J.B.; CASTILLO, I.P. Influencia del Paclobutrazol em patrones de cítricos. **Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales**, Madri, v. 16; p. 59-69, 2001.

LIMA JÚNIOR., É.C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E.M.; VIEIRA, C.V.; BARBOSA, J.P. R.A.D. Aspectos fisioanatômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 33-41, 2006.

LIMA, A.L.D. S., ZANELLA, F.; CASTRO, L.D.M.D. Growth of *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. and *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) under different shading levels. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p 43-48. 2010.

LÖFKE, C.; ZWIEWKA, M.; HEILMANN, I.; Asymmetric gibberellin signaling regulates vacuolar trafficking of PIN auxin transporters during root gravitropism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, USA, v. 110, p. 3627–3632, 2013.

LOLAEI, A.; MOBASHERI, R.B.; TEYMORI, N. Role of Paclobutrazol on Vegetative and Sexual Growth of Plants. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, [S.I.], v.5, n.9, p. 958-961, 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo das plantas arbóreas e nativas do Brasil. v.1, ed. 5. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008, 384 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo das plantas arbóreas e nativas do Brasil. v.1, ed. 7. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2016, 384 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 367 p.

MACEDO, C.; MAGRIN, F.; MAUTA, D.; DE VARGAS, M.; GRACIANO, L.; HAWERROTH, F. Uso de reguladores de crescimento em mudas de pessegueiro. **Anais...VII SIEPEX-Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão da UERGS**, Brasil, ago. 2017.

MACEDO, M.C. de; ROSA, Y.B.C.J.; ROSA JUNIOR, E.J.; SCALON, S. de P.Q.; TATARA, M.B. Produção de mudas de ipê-branco em diferentes substratos. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 1, p. 95-102, 2011.

MAGANHOTTO, C.M.S.S.; FAY, E.F.; VIEIRA, R.F. Degradação do paclobutrazol em solos tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1223-1227, 2003.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARIMON, B.S.; MARIMON JR., B.H.; FELDPAUSCH, T.R.; OLIVEIRA-SANTOS, C.; MEWS, H.A.; LOPEZGONZALEZ, G.; LLOYD, J.; FRANCAZAK, D.D.; OLIVEIRA, E.A.; MARACAHIPES, L.; MIGUEL, A.; LENZA, E.; PHILLIPS, O.L. Disequilibrium and hyperdynamic tree turnover at the forest cerrado transition zone in southern Amazonia. **Plant Ecology & Diversity**, London, v. 7, n. 1-2, p. 281-292, 2014.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTÍNEZ, C.; ESPINOSA-RUIZ, A.; PRAT, S. Gibberellins and plant vegetative growth. **Annual Plant Reviews**, [S.l.], v. 49, 2018.

MARTÍNEZ-TRINIDAD, T.; WATSON, W.T.; BOOK, R.K. Impacto f paclobutrazol on root-pruned live Oak. **HortTechnology**, Alexandria, v. 21, n. 1, p. 46-50, 2011.

MARTINS, L.; LAGO, A.A.; CÍCERO, SM. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabebuia avellanedae* e *Tabebuia impetiginosa* submetidas à ultra-secagem. **Revista brasileira de sementes**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 626-634. 2011.

MAZZELLA, M.A.; CASAL, J.J.; MUSCHIETTI, J.P.; FOX, A.R. Hormonal networks involved in apical hook development in darkness and their response to light. **Frontiers of Plant Science**, [S.l.], v. 5, p. 52, 2014.

MELLO JÚNIOR, J.C.F.; BORGES, M.R.T. Leaf traits and plastic potential of plant species in a light-edaphic gradient from restinga in southern Brazil. **Acta Biológica Colombiana**, Bogotá, v. 21, n. 1, p. 51-62, 2016.

MELO, W.A.; LIMA-RIBEIRO, M.S.; TERRIBILE, L.C.; COLLEVATTI, R.G. Coalescent simulation and paleodistribution modeling for *Tabebuia rosealba* do not support South American dry forest refugia hypothesis. **PloS one**, [s.i.], v. 11, n. 7, 2016.

MENDONÇA, R.A.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do Cerrado. In. Sano, SM & Almeida, SP. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, 1998, p. 289-556.

MOHAN, R.; VYAS, D.; BHAT, H.A.; KAUR, T.D.; DHAR, A. Exploring possibilities of induction of water stress tolerance in mulberry in rainfed condition by application of paclobutrazol. **Journal of Global Biosciences**, Maharashtra, v. 4, n. 9, p. 3301-3310, 2015.

MONTEIRO, E.B.; SILVA, A.C.D.; SOUZA, A.P.; TANAKA, A.A.; FERNEDA, B.G.; MARTIM, C.C. Water requirements and crop coefficients of tropical forest seedlings in different shading conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.20, n. 8, p. 709-715, 2016.

MORAES, C.B. de; CARIGNATO, A.; UESUGI, G; ABÍLIO, F.M.; PALOMINO, E.C.; MORI, E.S. Variabilidade genética e alterações morfológicas em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* sob o efeito de paclobutrazol. **Revista Científica**, Botucatu, v. 42, n. 4, p. 396-403, 2014.

MOURA, P. M. de et al. Efeito da compactação em dois solos de classes texturais diferentes na cultura do rabanete. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 107-112, 2008.

NAKHOODA, M.; WATT, M. P.; MYCOCK, D. Auxin stability and accumulation during in vitro shoot morphogenesis influences subsequent root induction and development in *Eucalyptus grandis*. **Plant Growth Regulation**, Gewerbestrasse, v. 65, n. 2, p. 263-271, 2011.

NELSON, S.K.; STEBER, C.M. Gibberellin hormone signal perception: down-regulating DELLA repressors of plant growth and development. **Annual Plant Reviewonline**, 153-187, 2018.

NERY, F.C.; PRUDENTE, D. de O.; ALVARENGA, A.A. de; PAIVA, R.; NNERY, M.C. Desenvolvimento de mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliens* Cambess.) sob diferentes condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n.3, p. 187-192, 2016.

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

OLIVEIRA, A.I.V. **Tópicos na produção de mudas de Ipê “*Tabebuia* spp.”**. Chapadinho-MA: UFMA, 2017, 52 p. Graduação em Agronomia -Universidade Federal do Maranhão.

OLIVEIRA, A.K.M.; GUALTIERI, S.C.I. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades de luminosas. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 2, p. 90-103, 2011.

OLIVEIRA, D.L. de. **Paclobutrazol e restrição hídrica na vegetação e florescimento da oliveira (*Olea europaea* L.)**. Lavras-MG: UFLA, 2010, 123 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras.

OLIVEIRA, L.S. de. **Uso de inibidores de giberelinas em feijoeiro comum**. Vitória da Conquista (BA): UESB, 2016, 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

ONO, E.O.; NAKAMURA, T.; MACHADO, S.R.; RODRIGUES, J.D. Aplicação de brassinoesteróide em plantas de ipê (*Tabebuia alba*). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 187-194, 2000.

PACHECO, F.V. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (FABACEAE) e *Chorisia speciosa* A.St.-Hil (MALVACEAE) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.5, p.945-953, 2013.

PAGLIARINI, M.K. **Germinação de sementes, adubação e níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *Stilbocarpa*)**. São Paulo-SP: Unesp, 2012, 98 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista.

PENHA, A.S. **Influência da propagação vegetativa a partir de raízes gemíferas nas características populacionais de espécies arbóreas em fragmentos de florestas tacionais semidecíduais**. Campina-SP: Unesp, 2004, 135 p. Dissertação (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas.

PEREIRA JÚNIOR, L.R.; ANDRADE, A.P. de; ARAÚJO, K.D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro, PB. **Revista Holos**, Natal, v. 28, p. 73-87, 2012.

PEREIRA, V.C. **Atividade agonista do extrato de *Tabebuia heptaphylla* sobre os receptores proliferadores peroxissomais Alfa (PPAR  $\alpha$ ), Beta/Delta (PPAR  $\beta/d$ ) e Gama (PPAR  $\gamma$ )**. Brasília-DF: UNB, 2008, 110 p. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília.

PINTO, J.R.S.; SILVA, M.L.; DOMBROSKI, J.L.D.; COSTA, I.H.M.; FARIAS R.M. de. Índice de velocidade de emergência e desenvolvimento inicial de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. submetidos a diferentes tipos de substratos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 174-179, 2011.

PRICINOTTO, L.F.; ZUCARELI, C. Paclobutrazol no crescimento e desempenho produtivo da soja sob diferentes densidades de semeadura. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 65-74, 2014.

RABELO, N. A. **Método de Análise** (Cadernos Didáticos; 12). Goiânia: Ed. UCG, 2000. 88p.

RADEMACHER, W. Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. **Journal of Plant Growth Regulation**, Gewerbestrasse, v. 34, p. 845-872, 2015.

RAMOS, A.D.; ACEDO JR, A.L. Effect of paclobutrazol treatment on some leaf physiological and biochemical characteristics of rejuvenated coffee (*Coffea arabica* L.) trees. **Annals of Tropical Research**, Baybay, v. 38, n. 2, p. 74-82, 2016.

RAVEN, P.H.; EICHHORN, S.E.; EVERT, R.F. **Biology of plants**. 8ª Edição. Editora W. H. Freeman and Company Publishers. 2014.

REIS, S.M.; MARIMON-JÚNIOR, B.H.; SANTOS, C.O.; OLIVEIRA, B. de. MARIMON, B.S. Desenvolvimento inicial e qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. sob diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 11-20, 2016.

RIBEIRO, A.F.F.; MATSUMOTO, S.N.; RAMOS, P.A.S.; SANTOS, J.L.D. dos; TEIXEIRA, E.C.; D'ARÊDE, L.O.; VIANA, A.E.S. Paclobutrazol e restrição hídrica no crescimento e desenvolvimento de plantas de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 534-543, 2017.

RIBEIRO, D.M.; MULLER, C.; BEDIN, J. ROCHA, G.B.; BARROS, R.S. Effects of autoclaving on the physiological action of Paclobutrazol. **Agricultural Sciences**, Hubei, v. 2, n. 3. P. 191-197. 2011.

RICCI, M. dos S. F.; COSTA, J. R.; OLIVEIRA, N. G. de. Utilização de componentes principais para analisar o comportamento do cafeeiro a pleno sol e sombreado. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 44-54, 2011.

RODRIGUES, L.C.A.; CASTRO, M. de; PEREIRA, F. J.; MALULEQUE, I. F.; BARBOSA, J. P. R.A. D.; ROSADO, S. C. da S. Effect of paclobutrazol on leaf anatomy and gas exchange of *Toona ciliata* clones. **Australian Forestry**, Macquarie, v. 79, p. 241-247, 2016.

RODRIGUES, R.R.; TORRES, R.B.; MATTHES, L.A.F.; PENHA, A.S. Tree species sprouting from root buds in a semideciduous forest affected by fires. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [S.l.], v. 47, n. 1, p. 127-133, 2004.

ROSOLEM, C.A.; FERNANDEZ, E.M.; ANDREOTTI, M.; CRUSCIOL, C.A.C. Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 821-828, Brasília, 1999.

SAMARAKOON, U.C.; FUNNELL, K.A.; WOOLLEY, D.J.; MORGAN, E. R. Influence of photoperiod regime and exogenous plant growth regulators on crown bud formation in gentian. **Scientia Horticulturae**, [S.l.], v. 182, p. 56-64, 2015.

SANKAR, B.; KARTHISHWARAN, K.; SOMASUNDARAM, R. Leaf anatomy changes in peanut plants in relation to drought stress with or without paclobutrazol and abscisic acid. **Journal Phycology**, Hoboken, v. 5, p. 25–29, 2013.

SANTOS, D.L.; SUGAHARA, V.Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl). Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand – Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 87-92, 2005.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; RIGONI, M.R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SIEBENEICHLER, S.C.; FREITAS, G.A.D.; SILVA, R.R.D.; ANDORIAS, G.C. CAPELLARI, D. Características morfológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) sob condições de luminosidade. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.

SILVA, B.M.S.; LIMA, J.D.; DANTAS, V.A.V.; MORAES, W. de S.; SABONARO, D.Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 06, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, D.B.; VIEIRA, R.F.; CORDEIRO, M.C.T.; PEREIRA, E.B.C.; PEREIRA, A.V. Propagação vegetativa de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. (mama-cadela) por estacas de raízes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 151-156, Botucatu, 2011.

SILVA, M.L.; AZEVEDO, A.A.; OTONI, W.C.; CARVALHO, I.F.; ROSSI, A.A.B.; SILVA, G.M.; CASTRILLON, S.I. Morphoanatomy of Shoot-Bud Forming Root Systems of Poaia (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) – Rubiaceae. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2015.

SIQUEIRA, D.L. da; SALOMÃO, L.C.C.; CECON, P.R.; BARROS, Z. de J.; FERNANDES, A.R. Distribuição da massa de matéria seca em limoeiro 'Volkameriano' submetido a diferentes doses de paclobutrazol e ácido giberélico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 6, p. 512-517, 2008.

SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinario de sementes e emergencia de plântulas de *Tabebuia rosea* (Bertoloni) A.P. de Candolle (Bignoniaceae), uma espécie exótica com potencial invasor. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n. 2, p. 229-238, 2007.

SOUMYA, P.R.; KUMAR, P.; PAL, M. Paclobutrazol: a novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant. **Indian Journal of Plant Physiology**, New Delhi, v. 22, n. 3, p. 267-278, 2017.

SOUZA, A.F. **Crescimento e alocação de biomassa e eficiência do uso de água por mudas de *Eucalyptus urograndis*, *Tabebuia impetiginosa*, *Calophyllum brasilienses* e *Toona ciliata***. Campo Grande-MS: UFMS, 2009, 65 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

SOUZA, C.V.D. **Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas jovens de *Tabebuia avellanedae*** Lorentz ex Griseb. Botucatu-SP: Unesp, 2013, 12 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.

SOUZA, L.S. Propagação vegetativa de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore pela miniestaquia. Mossoró-RN: UFERSA, 2019, 35 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Semi-árido.

SRIVASTAVA, A.K., RATNAKUMAR, P., MINHAS, P.S., SUPRASANNA, P. Plant biorregulators for sustainable agriculture: 94 integrating redox signaling as a possible unifying mechanism. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 137, in press, 2016.

STOCKMAN, A.L., BRANCALION, P.H.S., NOVENBRE, A.D.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand.-Bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.l.] v. 29, n. 3, p. 139-143, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 5ª ed, Trad, de E, R, Santarém, Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.

TANIS, S.R.; MCCULLORINGH, D.G.; CREGG, B.G. Effects of paclobutrazol and fertilizer na the physiogy, growth na biomass allocation of tree *Fraxinus* species. **Urban Forestry & Urban Greening**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 590-598, 2015.

TIRADO-CORBALÁ, R.; SLATER, B.K. Soil compaction effects on the establishment of three tropical tree species. **Aboriculture Urban Forestry**, Atlanta, v. 36, n. 4, p. 164-170, 2010.

TWORKOSKI, T. J. AND J. P. STERRETT. Modification of root bud growth in Canada thistle with selected plant growth regulators: effects on translocation of glyphosate. **Journal Plant Growth Regul.** v. 6, p. 221-232, 1987.

UBEDA, T.S.; FEDERICI, F.; CASIMIRO, I.; BEEMSTER, G.T.; BHALERAO, R.; SWARUP, R.; BENNETT, M.J. A sinalização de giberelina na endoderme controla o tamanho do meristema da raiz de *Arabidopsis*. **Current Biology**, v. 19, n. 14, p. 1194-1199, 2009.

UGBABE, G.E.; AYODELE, A.E.; AJOKU, G.A.; KUNLE, O.F.; KOLO, I. Preliminary phytochemical and antimicrobial analyses of the leaves of Nigerian Bignoniaceae Juss. **Global Research Journals**, Lagos, n.1, p. 1-5, 2010.

UPRETI, K. K.; REDDY, Y. T. N.; PRASAD, S. R. S.; BINDU, G. V.; JAYARAM, H. L.; RAJAN, S. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. Totapuri. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 150, p. 414-418, 2013.

VALADÃO, M.B.X; MARIMON JR., B.H.; MORANDI, P.S.; REIS, S.M. OLIVEIRA, B.; OLIVEIRA, E.A.; MARIMON, B.S. Initial development and biomass partitioning of *Physocalymma scaberrimum* Pohl (Lythraceae) under different shading levels. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 101, p. 129-139, 2014.

VIANA, R.S.; SILVA, P.H.; MUTTON, M.A.; MUTTON, M.J.R.; GUIMARÃES, E.R.; BENTO, M. Efeito da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) variedade SP81-3250. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 65-71, 2008.

WAIDMANN, S.; SARKEL, E.; KLEINE-VEHN, J. Same same, but different: growth responses of primary and lateral roots. **Journal of Experimental Botany**, Amsterdam, v. 71, n. 8, p. 2397-2411, 2020.

WATSON, G.W.; Tree roots system enhancement with paclobutrazol. **Journal of arboriculture**, Atlanta, v. 22, n. 5, p. 211-217, 1996.

WONG, W.S.; TAN, S.N.; GE, L.; CHEN, X.; LETHAM, D.S.; YONG, J.W.H. The importance of phytohormones and microbes in biostimulants: mass spectrometric evidence and their positive effects on plant growth. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 1149, p. 49-60, Bélgica, 2016.

YANES, C.V.; OROZCO, A.; ROJAS, M.; SÁNCHEZ, M.E.; CERVANTES, V. **La reproducción de las plantas: semillas y meristemos**. México: FCE, 1997. 168 p.

ZURCHER, E.; LIU, J.; DONATO, M.; GEISLER, M., MULLER, B. Plant development regulated by cytokinin sinks. **Science**, [S.I.], v. 353, n. 6303, p. 1027-1030, 2016.