

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
PALOMA AMORIM MIRANDA**

**GERMINAÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE *SCHYZOLOBIUM
PARAHYBA* SOB DOSES DE ÁCIDO GIBERÉLICO (GA₃) E SOLUÇÃO
NUTRITIVA A BASE DE ZINCO E MANGANÊS**

SÃO JOÃO EVANGELISTA-MG

2016

PALOMA AMORIM MIRANDA

**GERMINAÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE *SCHYZOLOBIUM*
PARAHYBA SOB DOSES DE ÁCIDO GIBERÉLICO (GA₃) E SOLUÇÃO
NUTRITIVA A BASE DE ZINCO E MANGANÊS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Me Alisson José Eufrásio de Carvalho

SÃO JOÃO EVANGELISTA-MG

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

M673g Miranda, Paloma Amorim.
2016

Germinação e qualidade de mudas de Schyzolobium Parahyba sob doses de Ácido Giberélico (Ga3) e solução nutritiva a base de Zinco e Manganês. / Paloma Amorim Miranda. – 2016.

36f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2016.

Orientador: Me. Alisson José Eufrásio De Carvalho.

1. Sementes. 2. Guapuruvu. 3. Germinação. 4. IQD. I. Miranda, Paloma Amorim. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 631.8

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais Campus São João Evangelista

Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

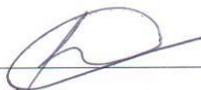
PALOMA AMORIM MIRANDA

**GERMINAÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE *SCHYZOLOBIUM*
PARAHYBA SOB DOSES DE ÁCIDO GIBERÉLICO (GA₃) E SOLUÇÃO
NUTRITIVA A BASE DE ZINCO E MANGANÊS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 12/12/2016

BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista



Prof. Dra. Juliana Jerásio Bianche

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista



Mestrando: Ari Medeiros Braga Neto

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Dedico

Aos meus pais Anair e Antônio que sempre me apoiaram e caminharam comigo, acreditando e vivendo os meus sonhos;

Ao meu irmão Carlos Henrique pelo carinho e apoio.

A minha Madrinha Maria de Lourdes que sempre foi uma inspiração e grande incentivadora na minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus que é autor da minha trajetória, fonte de força e coragem para continuar e nunca desistir diante das dificuldades;

Aos meus pais Anair e Antônio, e minha amada família que sempre foram meu porto seguro.

Ao meu irmão Carlos Henrique pelo carinho e amor;

A minha Madrinha Maria de Lourdes que sempre me apoiou e me guiou na minha caminhada;

Ao Instituto Federal de Minas Geias-Campus São João Evangelista, pela oportunidade de realização do curso;

Ao meu Orientador Alisson José Eufrásio de Carvalho que sempre me apoiou e auxiliou na minha jornada acadêmica;

Aos meus amigos e companheiros que sempre estiveram comigo e me auxiliaram em especial Camila Oliveira, Caíque Menezes, Adriana Carvalho, Silvia Rosa, Renata Santos e Juliana Jerásio Bianche que me auxiliaram e estiveram comigo em grandes momentos e realizações ao longo dessa jornada;

A minha turma AGR 121 que me proporcionou uma caminhada repleta de grandes momentos de alegria;

Aos funcionários do Viveiro do IFMG- SJE pela ajuda e apoio na realização desse trabalho;

Aos meus professores que durante minha graduação foram os semeadores do conhecimento, do incentivo e da determinação para a realização da minha trajetória;

Aos meus amigos de fé do grupo de jovens “Ágape” que sempre me levaram pra perto de Deus nos encontros;

Ao grupo de Oração “Água Viva” e meus irmãos de caminhada que sempre estiveram e compartilharam comigo grandes momentos, sendo estes verdadeiros anjos na minha vida;

E a todos os que fizeram parte e acreditaram em mim ao longo dessa jornada.

“Sábio é o ser humano que tem coragem de ir diante do espelho da sua alma para reconhecer seus erros e fracassos e utilizá-los para plantar as mais belas sementes no terreno de sua inteligência”. (Augusto Cury)

RESUMO

O guapuruvu (*Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake) é uma espécie nativa, pertencente à família *Fabaceae- Caesalpinioideae*, de rápido crescimento porém, suas sementes apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento à água, fenômeno que dificulta o processo germinativo e a propagação das espécies, determinando atraso e desuniformidade na germinação. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência, dos tratamentos sob doses de ácido giberélico (GA₃) e de solução nutritiva a base de zinco (Zn) e manganês (Mn) para imersão de sementes de *S. parahyba* escarificadas, visando à uniformidade e homogeneidade da germinação das sementes, bem como no desenvolvimento e qualidade de mudas. O presente trabalho foi realizado no Instituto Federal de Minas Gerais- campus São João Evangelista, conduzido no setor de Agricultura III (viveiro de mudas florestais) com realização das análises no laboratório de Cultura de Tecidos. Foram necessárias 400 sementes, sendo adotado o delineamento blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2x6, sendo, duas fontes de promotor de germinação e 6 tratamentos mais a testemunha em cinco repetições. Os tratamentos foram: T0: imersão em água destilada por 48 horas; T1: imersão em GA₃ 100 mg.L⁻¹; T2: imersão em solução nutritiva (23,37 mg.kg⁻¹ de Zn + 11,69 mg.kg⁻¹ de Mn); T3: imersão em GA₃ 100mg.L⁻¹ e solução nutritiva (23,37 mg.kg⁻¹ de Zn + 11,69 mg.kg⁻¹ de Mn); T4: imersão em GA₃ 200mg.L⁻¹; T5: solução nutritiva (46,74 mg.kg⁻¹ de Zn + 23,37 mg.kg⁻¹ de Mn); T6: imersão em GA₃ 200 mg.L⁻¹ e solução nutritiva (46,74 mg.kg⁻¹ de Zn + 23,37 mg.kg⁻¹ de Mn). Avaliou-se após a emergência quinzenalmente o Índice de Velocidade de Germinação (IVG%), altura e diâmetro. Após 120 dias de condução, as plantas foram coletadas para determinação da massa fresca (MF) e massa seca (MS) de raízes (R) e parte aérea (PA) e comprimento de raiz (CR), sendo esses dados analisados na definição do IQD. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativas às doses foram testadas pelo teste de tukey a 5% de significância. Não se viu significância nos tratamentos testados, quanto ao IVG %, Diâmetro, MSPA, MSR, CR e IQD, porém houve diferimento na Altura nos tratamentos 4, 6, 1, 5 e 3. A heterogeneidade do lote associada à concentração dos solutos podem ter influenciado no processo de embebição das sementes devido à impermeabilidade do tegumento.

Palavras chave: Sementes. Guapuruvu. Germinação. IQD.

ABSTRACT

The guapuruvu (*Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake) is a native species, belonging to the family Fabaceae- Caesalpinioideae, of fast growth, but its seeds present dormancy due to the impermeability of the tegument to the water, a phenomenon that hinders the germination process and the propagation of Species, determining delay and unevenness in germination. The objective of the present work was to evaluate the efficiency of treatments under doses of gibberellic acid (GA3) and nutrient solution based on zinc (Zn) and manganese (Mn) for immersion of scarified *S. parahyba* seeds, aiming at the uniformity and Homogeneity of seed germination, as well as in the development and quality of seedlings. The present work was carried out in the Federal Institute of Minas Gerais - Campus São João Evangelista, conducted in the agricultural sector III (nursery of forest seedlings) with analysis carried out in the tissue culture laboratory. A total of 400 seeds were required, and the randomized complete block design (DBC) was used in a 2x6 factorial scheme, two sources of promoter of germination and 6 treatments plus the control in five replications. The treatments were: T0: immersion in distilled water for 48 hours; T1: immersion in GA3 100 mg.L⁻¹; T2: immersion in nutrient solution (23.37 mg.kg⁻¹ of Zn + 11.69 mg.kg⁻¹ of Mn); T3: immersion in GA3 100mg.L⁻¹ and nutrient solution (23.37 mg.kg⁻¹ Zn + 11.69 mg.kg⁻¹ Mn); T4: immersion in GA3 200mg.L⁻¹; T5: nutrient solution (46.74 mg.kg⁻¹ Zn + 23.37 mg.kg⁻¹ Mn); T6: immersion in GA3 200mg.L⁻¹ and nutrient solution (46.74 mg.kg⁻¹ Zn + 23.37 mg.kg⁻¹ Mn). The Germination Speed Index (IVG%), Height and diameter were evaluated during fortnightly emergence. After 120 days of conduction, the plants were collected for determination of fresh mass (MF) and dry mass (DM) of roots (R) and aerial part (PA) and root length (CR), and these data are analyzed in the IQD definition. The data were submitted to analysis of variance and when significant at the doses were tested by the tukey test at 5% of significance. There were no significant differences in the IVG%, Diameter, MSPA, MSR, CR and IQD treatments, but there was a deferral of height in treatments 4, 6, 1, 5 and 3. The heterogeneity of the batch associated to the concentration of the solutes may have influenced the process of imbibition of the seeds due to the impermeability of the integument.

Key words: Seeds. Guapuruvu. Germination. IQD

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo da anova para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG %) para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.....	21
Tabela 2: Resumo da anova para o Diâmetro e altura para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.....	21
Tabela 3: Médias de altura e diâmetro para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.....	22
Tabela 4: Teste de Tukey para as médias de altura em relação ao tempo de medição das mudas.....	23
Tabela 5: Resumo da anova para o Índice de Qualidade de Dikson (IQD) para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.....	24
Tabela 6: Resumo da anova para o teor de Matéria Fresca e Seca da Parte Aérea (MFPA e MSPA) para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.....	25
Tabela 7: Resumo da anova para o teor de Massa seca e Comprimento de Raiz (MSR e COMPR) para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.....	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	GUAPURUVU (<i>SCHYZOLOBIUM PARAHYBA</i>) E SUA PROPAGAÇÃO	14
2.2	ÁCIDO GIBERÉLICO (GA3) NA DORMÊNCIA.....	15
2.3	ZINCO E MANGANÊS E SUA ATUAÇÃO NAS PLANTAS	16
3	METODOLOGIA.....	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5	CONCLUSÃO.....	30
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
	ANEXOS	37

1 INTRODUÇÃO

O guapuruvu (*Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake) é uma espécie nativa, pertencente à família *Fabaceae- Caesalpinioideae*, de rápido crescimento, frequentemente encontrada em remanescentes de matas litorâneas da Bahia até Santa Catarina, utilizada em ornamentação, reflorestamento, indústria madeireira, celulose, brinquedos e acessórios de sapatarias (RIZZINI, C. T. 1971; REITZ, R.; KLEIN, R. M. & REIS, A. 1978; LORENZI, H. 2002.).

As sementes que não germinam sob condições normais (água, oxigênio e temperatura adequada para germinação) são chamadas de dormentes (TAIZ & ZEIGER, 2004; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Conforme comprovado por Ledo (1977), as sementes de *S. parahyba* apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento à água, fenômeno que dificulta o processo germinativo e a propagação das espécies, determinando atraso e desuniformidade na germinação (MAYER, A. M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. 1989; BEWLEY, J. D. & BLACK, M. 1985; POPINIGIS, F. 1985).

Entretanto, a dormência pode ser quebrada e iniciada a germinação em algumas espécies com a utilização de reguladores vegetais Taiz e Zeiger, (2004) & Carvalho e Nakagawa (2000). Dentre os hormônios, as giberelinas, as citocininas e algumas vezes o etileno, funcionam normalmente como agentes promotores de germinação; e o ácido abscísico, como indutor de dormência. A aplicação exógena de alguns reguladores de crescimento, especialmente substâncias dos grupos das giberelinas e citocininas, pode acelerar o processo de germinação de muitas sementes (WEAVER, 1987). Para alguns autores (ROBERTS & SMITH, 1977; BEWLEY, 1978), as giberelinas atuam sobre a síntese de proteínas e de RNA específicos para a germinação, enquanto o ácido abscísico inibiria esse efeito.

Apesar de já existirem métodos eficientes para quebra de dormência de sementes de *S. parahyba*, a uniformidade, homogeneidade e qualidade das mudas produzidas por esses métodos ainda é baixa (DAPONT et al., 2014). Com isso, outros processos devem ser realizados no intuito de amenizar esses problemas. No entanto, há poucos trabalhos relacionados à quebra de dormência de sementes florestais nativas como *S. parahyba* com a aplicação direta de nutrientes essenciais, e no caso de micronutrientes a situação é ainda mais crítica. Contudo, estudos devem ser realizados no intuito de melhorar a qualidade de mudas produzidas, bem como, relacionar diferentes métodos para aumentar a eficiência de quebra de

dormência de *S. parahyba* quanto à germinação de sementes, por ser uma espécie rústica quanto a condições edáficas. Além disso, sua relevância está relacionada também, a poucas pesquisas que relacionam a nutrição de sementes com métodos de quebra de dormência de sementes de espécies florestais nativas.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência, dos tratamentos sob doses de ácido giberélico (GA₃) e de solução nutritiva a base de zinco (Zn) e manganês (Mn) para imersão de sementes de *S. parahyba* escarificadas, visando à uniformidade e homogeneidade da germinação das sementes, bem como no desenvolvimento e qualidade de mudas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GUAPURUVU (*Schyzolobium parahyba*) E SUA PROPAGAÇÃO

O Guapuruvu (*S. parahyba* (Vell.) Blake) pertencente a família das leguminosas, é uma árvore de porte grande podendo atingir 30 metros. A sua madeira pode ser empregada na construção civil e para caixotaria em geral e a casca na medicina popular por possuir propriedades terapêuticas adstringentes (CARVALHO, 2003). Segundo Backes & Irgang (2002), é indicada para plantios em áreas degradadas devido ao seu rápido crescimento, por ser uma espécie pioneira, é importante na recuperação de áreas degradadas com vegetação secundária, especialmente em florestas de galeria além de apresentar um porte arbóreo paisagístico muito atraente na época de floração.

Em um grande número de espécies florestais, a dormência de sementes é um fato comum, sendo esta, em condições naturais, de significativo valor como mecanismo de sobrevivência da espécie. Por outro lado, pode vir a acarretar redução no número de indivíduos no ambiente natural, devido, entre outros fatores à ocorrência de dormência exógena (impermeabilidade tegumentar à água), reduzindo sensivelmente a porcentagem de germinação (SAMPAIO et al., 2001).

A germinação constitui a fase do ciclo de vida que influencia diretamente a distribuição das plantas (SOUZA et al., 2007). Conforme Marcos Filho (2005) & Andrade et al. (2006), a germinação das sementes inicia-se com a embebição, que é o mecanismo de absorção de água. É, ainda, um fenômeno biológico que pode ser definido como a retomada do crescimento do embrião, com subsequente rompimento do tegumento pela radícula (SARAIA, 1998), e posterior desenvolvimento da raiz principal. Visto isso é importante ater-se a esses mecanismos visando desenvolver métodos eficientes na quebra de dormência de sementes.

A atividade fisiológica da semente está diretamente relacionada ao seu teor de água, visto que a captação de quantidade considerável de água é imprescindível para o reinício das atividades metabólicas da semente após a maturidade (MARCOS FILHO, 2005). A embebição é um processo puramente físico, relacionado com as propriedades dos colóides, e depende da ligação da água à matriz da semente (CASTRO & HILHORST, 2004). Dessa forma, pesquisas que contribuam para gerar novos conhecimentos técnicos para diferentes espécies, bem como métodos para padronização dos testes de vigor e germinação são essenciais (ABDO & PAULA, 2006).

O Guapuruvu é uma espécie que apresenta dormência tegumentar, o que gera impermeabilidade nas sementes e dificuldades do rompimento, pela radícula, para que ocorra a germinação. Visto isso pode-se dizer que isso irá acarretar desuniformidade de produção de mudas dessa espécie, além de afetar a qualidade da muda devida a dificuldade que a impermeabilidade tegumentar causa na embebição e respiração do embrião no momento da germinação trazendo danos no desenvolvimento da muda.

Entre os processos mais comuns para superação da dormência de sementes estão a escarificação química, escarificação mecânica, estratificação fria e quente, choque térmico, exposição à luz intensa, imersão em água quente e embebição em água fria (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972; FOWLER & BINCHETTI, 2000). Os métodos mais utilizados na quebra de dormência das sementes do *S. parahyba* tem sido: escarificação mecânica ou imersão das sementes em água a 96°C, fora do aquecimento, sendo em seguida mantidas na mesma água até atingir a temperatura ambiente e por mais 48 horas (Mori et al., 2012). Outra opção é a imersão das sementes por 2 minutos em água a 80°C ou 90°C, fora do aquecimento, sendo em seguida mantidas por 12 horas na mesma água.

Bruno et al. (2001), em sua revisão, observaram que o tratamento das sementes com água quente ou fervente é muito utilizado em várias espécies florestais, tendo sido comprovada a sua eficiência na superação da dormência de várias espécies, como *Mimosa scabrella* Benth., *Acacia* sp., *Acacia mearnsii* Willd e *Parkinsonia aculeata* (DC) O. Kuntze. Entretanto, apesar de ser um método vantajoso, de baixo custo e eficiente para superar a dormência de sementes, pode ter pouca eficiência ou até inibir a germinação de algumas espécies de leguminosas, como *Senna macranthera* (Colladon) Irwin e Barneby, *Copaifera langsdorfii* Desf. *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong. e *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.

2.2 ÁCIDO GIBERÉLICO (GA3) NA DORMÊNCIA

O uso de hormônios como as giberelinas (BEVILAQUA et al., 1993) e as citocininas (CUNHA & CASALI, 1989), na fase de germinação podem melhorar o desempenho de sementes de várias espécies, principalmente em condições adversas. A giberelina faz com que a raiz primária rompa os tecidos que restringem o seu crescimento, como o endosperma, o tegumento da semente ou do fruto, enquanto que as citocininas, essenciais para complementar a ação das giberelinas, são caracterizadas pela habilidade em induzir a divisão celular e na promoção do crescimento da radícula (CROZIER et al., 2001; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Conforme Castro et al. (2005), a giberelina estimula a produção de enzimas hidrolíticas, as quais quebram o amido e outras substâncias, permitindo a retomada do crescimento do eixo embrionário, quebrando os mecanismos de dormência fisiológica. Adicionalmente, Garcia e Cícero (1992), ressaltam que a dormência encontrada em gramíneas é devido à impermeabilidade ao oxigênio de estruturas como o pericarpo, o tegumento e as paredes celulares, restringindo as trocas gasosas.

A aplicação e a eficiência desses tratamentos dependem da intensidade de dormência, que é bastante variável entre espécies, procedências e anos de colheita (ALBUQUERQUE et al., 2007). Além disso, dentro de um mesmo lote, pode haver sementes dormentes e não dormentes, de modo que o método deve ser efetivo na quebra da dormência, sem prejudicar as sementes não dormentes (EIRA et al., 1993).

2.3 ZINCO E MANGANÊS E SUA ATUAÇÃO NAS PLANTAS

Outro fator que tem grande relevância, porém tem tido poucos estudos relacionados é o efeito dos nutrientes minerais contidos nas próprias sementes sobre o estabelecimento. Os nutrientes armazenados na semente suprem a demanda para o estabelecimento da plântula em seus estádios iniciais. Entretanto, o desenvolvimento das plantas geradas pode também depender da fertilidade do solo, ressaltando a utilização do *S. parahyba* na recuperação de áreas degradadas, que podem influenciar na qualidade das sementes. A concentração de nutrientes minerais nas sementes, também, pode afetar a fixação biológica de nitrogênio atmosférico das plantas por elas geradas, principalmente no caso das leguminosas (FRANCO & DAY, 1980; FRANCO & MUNNS, 1981; JACOB NETO & FRANCO, 1989). Além disso, pesquisas com várias espécies mostraram que a matéria seca das plântulas e a produção da planta subsequente podem ser incrementadas pelo aumento dos níveis de nutrientes da semente (TRIGO et al., 1997).

Os micronutrientes são caracterizados por serem absorvidos em pequenas quantidades (da ordem de alguns miligramas por quilograma de matéria seca da planta). Isso é devido ao fato de eles não participarem de estruturas da planta, mas sim da constituição de enzimas ou pela atuação como seus ativadores (DECHEN & NACHTIGALL, 2006). Para vários dos micronutrientes, tais como ferro, manganês, cobre e zinco, suas concentrações na planta em relação a outros metais são mais importantes do que a quantidade absoluta presente (TISDALE; NELSON, 1966 *apud* ARNON, 1974 p. 106).

Segundo Malavolta et al. (1997), o Mn desempenha papel fundamental na elongação celular. Em situação de deficiência, pode inibir a síntese de lipídeos ou metabólitos secundários, como o ácido giberélico e os isoprenóides. O Mn participa como catalizador em atividades enzimáticas como: malato desidrogenase, fosfatase ácida, superóxido desmutase, entre outras (BURNELL, 1988).

O manganês está relacionado à formação da lignina (MARSCHNER, 1995), que, por sua vez, é uma das substâncias presentes na parede celular, conferindo-lhe impermeabilidade (MCDOUGALL et al., 1996), exercendo assim, efeito significativo sobre a capacidade e a velocidade de absorção de água através do tegumento, interferindo desse modo, na quantidade de lixiviados liberados para o meio externo durante a fase de embebição do processo de germinação de sementes. Associando esse fato a dormência da semente de *S. parahyba*. Panobianco et al. (1999) constataram em sementes de soja com baixo teor de lignina no tegumento, valores mais altos de condutividade elétrica devido à maior quantidade de substâncias lixiviadas para água em que as sementes haviam sido imersas.

A principal função do Zn no metabolismo das plantas é a de componente e ativador enzimático (FAQUIN, 2005), sendo essencial para a atividade, regulação e estabilização da estrutura proteica ou uma combinação destas (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

Dentre os sistemas enzimáticos afetados pelo Zn têm-se: a anidrase carbônica, a qual catalisa a dissolução do CO₂ na fotossíntese; diversas desidrogenases, como álcool, lactato, malato e glutamato desidrogenase; as aldolases, que são encarregadas do desdobramento do éster difosfórico da frutose; a superóxido dismutase, importante na remoção dos radicais superóxido (O₂⁻) e, conseqüentemente, na proteção das membranas das proteínas contra oxidação e; a RNA polimerase, essencial na síntese de proteínas (DECHEN & NACHTIGALL, 2006; MALAVOLTA, 2006; KIRKBY & RÖMHELD, 2007; ALLOWAY, 2008).

Além disso, o Zn está envolvido no metabolismo de auxinas, particularmente, do ácido indolacético (AIA). Provavelmente, a influência do Zn nesse metabolismo está relacionada com o triptofano, o qual requer Zn em sua formação e, que parece ser o precursor na biossíntese de AIA (FAQUIN, 2005; KIRKBY & RÖMHELD, 2007; ALLOWAY, 2008).

Plantas cultivadas em condição de deficiência de zinco, geralmente, produzem sementes com baixo conteúdo e concentração desse nutriente e quando semeadas em solo deficiente, as plântulas são menos vigorosas refletindo em baixo rendimento na colheita. O aumento do conteúdo de zinco nas sementes tem efeito positivo no aumento do rendimento nessas condições (RENGEL e GRAHAM, 1995; GENC et al., 2000).

A deficiência de micronutrientes, especialmente a de manganês e zinco, pode reduzir a atividade metabólica devido à demanda em processos fisiológicos, como componentes de enzimas essenciais e também comprometer a manutenção estrutural e a integridade funcional das membranas (RÖMHELD e MARSCHNER, 1991). Logo a deficiência desses nutrientes, podem acarretar produção de sementes com concentrações baixas de zinco e manganês, resultando em plântulas com baixo vigor. O aumento do conteúdo de zinco nas sementes tem efeito positivo no aumento do rendimento nessas condições (RENGEL e GRAHAM, 1995; GENC et al., 2000).

Em várias funções nas plantas, o manganês e o zinco são determinantes ou integrantes de diversos processos, tais como síntese de proteínas, permeabilidade de membranas, absorção iônica, respiração, síntese de amido e controle hormonal.

3 METODOLOGIA

O projeto teve uma parte realizada nos laboratórios de Cultura de Tecidos e Laboratório de Sementes do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) Campus São João Evangelista. Para o processo de semeio e condução das mudas utilizou-se o setor de Agricultura III da própria Instituição.

O experimento foi conduzido com a utilização de sementes de *S. parahyba* adquiridas no viveiro de mudas florestais da própria instituição. Foram necessárias 400 sementes distribuídas entre os tratamentos, incluindo a testemunha. Essas sementes foram coletadas em diferentes datas ao longo de 2016, sendo algumas coletadas no mês de janeiro, algumas em março e outras em no mês junho, mostrando assim uma heterogeneidade do lote. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2x6, sendo, duas fontes de promotor de germinação e 6 tratamentos mais a testemunha em cinco repetições. Cada repetição foi composta por 10 sementes, selecionadas quanto aos aspectos físicos, escolhendo as sementes sem danos e com bom aspecto morfológico.

Os tratamentos consistiram na utilização de doses de ácido giberélico (GA₃) e de solução nutritiva a base de zinco (Zn) e manganês (Mn) para imersão de sementes de *S. parahyba* escarificadas, visando à uniformidade e homogeneidade da germinação das mesmas. Os tratamentos foram: T0: imersão em água destilada por 48 horas; T1: imersão em GA₃ 100mg.L⁻¹; T2: imersão em solução nutritiva (23,37 mg.kg⁻¹ de Zn + 11,69 mg.kg⁻¹ de Mn); T3: imersão em GA₃ 100mg.L⁻¹ e solução nutritiva (23,37 mg.kg⁻¹ de Zn + 11,69 mg.kg⁻¹ de Mn); T4: imersão em GA₃ 200mg.L⁻¹; T5: solução nutritiva (46,74 mg.kg⁻¹ de Zn + 23,37 mg.kg⁻¹ de Mn); T6: imersão em GA₃ 200mg.L⁻¹ e solução nutritiva (46,74 mg.kg⁻¹ de Zn + 23,37 mg.kg⁻¹ de Mn).

As soluções foram preparadas no Laboratório de Cultura de Tecidos do IFMG. A solução de ácido giberélico foi preparada nas concentrações necessárias para a realização dos diferentes tratamentos. Foram seguidas as normas do laboratório para preparo das soluções. O GA₃ foi pesado em balança de precisão e, posteriormente, dissolvido em álcool isopropílico 70% com o auxílio de um béquer e um agitador. As diluições necessárias foram realizadas em água destilada. A solução nutritiva foi preparada por meio da diluição de sulfato de zinco e sulfato de manganês em água destilada nas concentrações desejadas. Os nutrientes foram pesados em balança de precisão e posteriormente diluídos em um béquer contendo água destilada.

Todas as sementes passaram por processo de escarificação térmica por 24 horas em água quente a 80 °C (MORI et al., 2012) para redução da impermeabilidade do tegumento, com isso, possibilitando uma melhor embebição das soluções aos tratamentos testados. Após a escarificação térmica das sementes foram submetidas às soluções tratamentos, sendo submersas por 48 horas, posteriormente sendo levadas ao viveiro, realizado o semeio em substrato comercial a base de palha de coco. O substrato foi colocado em tubetes de 290 cm³ e acondicionado em suportes. Os tubetes foram desinfestados por meio da imersão em solução de hipoclorito de sódio 1 %, devido aos mesmos já terem sido utilizados para outras culturas. Os tubetes foram colocados em viveiro com cobertura de sombrite 50 %, sendo usado sistema microaspersão cuja aplicação ocorreu duas vezes ao dia, com um período de 15 minutos.

Durante o período de desenvolvimento das mudas foram avaliados: IVG das sementes semeadas onde foi calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada 15 dias, dividido pelo número de dias decorridos entre a sementeira e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962).

$IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + (G_3/N_3) + \dots + (G_n/N_n)$, em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

$G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$ = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

$N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ = número de dias da sementeira à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Figura 1: Germinação de sementes de Guapuruvu.



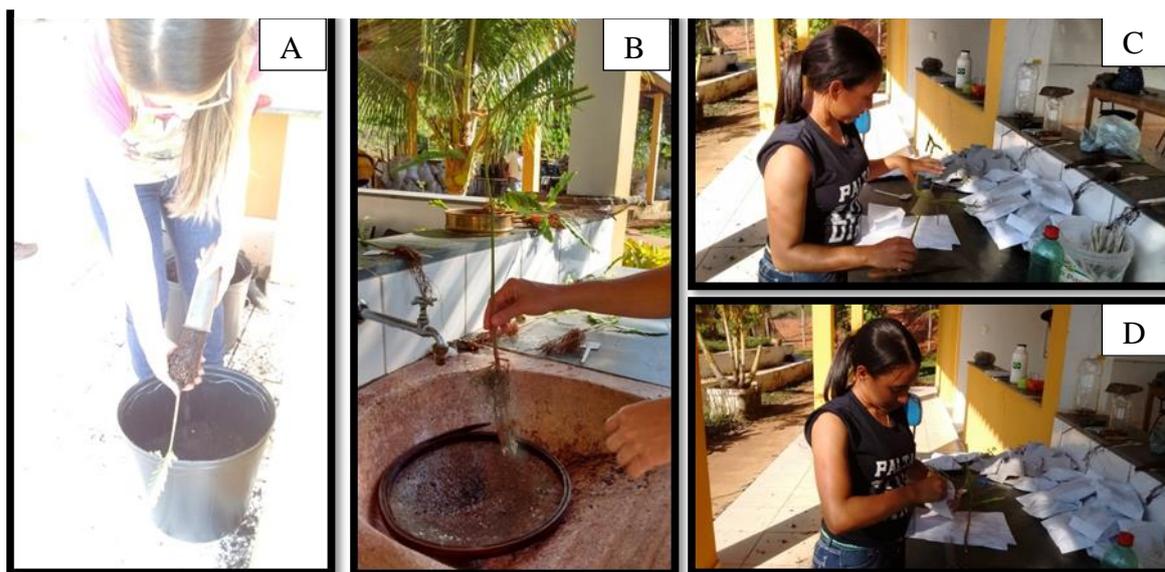
Avaliou-se também o número do estande de mudas; diâmetro do coleto com auxílio de um paquímetro; altura das mudas com auxílio de régua graduada. Essas variáveis foram analisadas a cada 15 dias após o semeio, por um período de 120 dias. Foi avaliado o Índice de Qualidade de Dickson- IQD, que é determinado em função da altura da parte aérea (ALT), do diâmetro do colo (DIAM), fitomassa seca da parte aérea (MSPA) que é dada pela soma da

fitomassa seca do coleto (MSC) e a fitomassa seca das folhas (MSF) e da fitomassa das raízes (MSR), por meio da fórmula (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \text{MST}_g / (\text{ALT}_{\text{cm}} / \text{DIAM}_{\text{mm}}) + (\text{MSPA}_g / \text{MSR}_g)$$

Após 120 dias de condução, as plantas foram coletadas para determinação da massa fresca e massa seca de raízes e parte aérea. As raízes foram separadas da parte aérea por meio de corte na região do coleto. As raízes foram lavadas em água corrente eliminando todas as partículas de substrato impregnadas. À sombra, sobre uma lona plástica, as raízes foram colocadas para escorrer o excesso de água e em seguida, mensurado o comprimento e o peso fresco, sendo também realizada a determinação da matéria fresca da parte aérea. Para determinação da massa seca das raízes e da parte aérea foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante.

Figura 2: Realização de análises destrutivas, A: retirada das plantas do tubetes; B: lavagem das raízes; C: Realização das medições; D: separação da parte aérea da raiz.



Os dados, obtidos das sementes de Guapuruvu submetidas a diferentes soluções, foram submetidos à análise de variância segundo o teste F e quando significativos a 5%, às médias foram comparadas segundo o teste de Tukey a 5%, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) não foi influenciado pelos tratamentos ($p < 0,05$) (Tabela 1), entretanto pode-se observar que o T1 (imersão em GA_3 $100mg.L^{-1}$) apresentou a maior média, o que pode ser explicado, pelo fato da giberelina ser responsável principalmente por estimular o alongamento celular, fazendo com que a radícula rompa o tegumento da semente. Na germinação, a giberelina promove a produção e/ou reativação de várias enzimas hidrolíticas envolvidas na solubilização das reservas do endosperma (TAIZ & ZEIGER, 2010).

Analisando a qualidade das sementes utilizadas no plantio, sendo essas obtidas no viveiro da instituição, compreende-se a existência de uma heterogeneidade dentro do lote usado que também pode ter interferido no índice de velocidade de germinação das mesmas. Carneiro & Aguiar (1993), afirmam que a rapidez de deterioração das sementes de algumas espécies nativas é muito elevada, e o período em que a viabilidade pode ser mantida varia de algumas semanas a poucos meses, de tal maneira que as pesquisas sobre armazenamento de sementes de espécies florestais nativas assumem caráter de extrema importância. Entretanto Ribeiro & Santos (1996), afirmam que o zinco (Zn) é um ativador enzimático, as sementes portadoras de menor nível de qualidade podem apresentar melhorias na germinação e no vigor, quando enriquecidas com esse micronutriente. Segundo Nonogaki et al. (2010), considerando-se que a atividade enzimática e o bom funcionamento das membranas celulares são indispensáveis para a germinação, visto que interferem na síntese e degradação de compostos durante a mobilização das reservas, assim como na expansão, divisão e crescimento celular, que ocorrem durante a germinação. Já o Manganês (Mn) está relacionado com a síntese de lipídios e metabólitos secundários, podendo citar a giberelina, que também participa como ativador enzimático e no desenvolvimento das raízes.

Bradford (1995), afirma que o tegumento das sementes exerce papel importante na embebição, quando esta é impedida, em virtude da impermeabilidade do tegumento, a germinação não ocorre. Visto que as médias não diferiram entre si, pode-se dizer que devido à impermeabilidade tegumentar das sementes de guapuruvu, essa seja uma das prováveis causas da interferência na embebição das soluções que foram testadas. Embora tenham passado pelo processo de escarificação térmica, a fim de facilitar o processo de embebição, provavelmente não foi eficaz, impedindo a absorção de água e impondo restrição mecânica ao crescimento do embrião, retardando o processo germinativo (JELLER & PEREZ, 1999), sendo o tegumento um provável obstáculo para a saída da radícula e do epicótilo.

Tabela 1: Resumo da anova para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG %) para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.

F.V.	G.L.	QM
Bloco	4	8,7468 ^{ns}
Tratamentos (t)	6	6,3821 ^{ns}
Erro	24	95,8212
Total	34	
CV (%)	69,60	

^{ns}: não significativo a 5,0% de probabilidade pelo teste F.

Foi observado efeito significativo isolado das variáveis tratamento, tempo e interação entre tratamento e tempo de avaliação sobre a altura das plantas de guapuruvu ($p < 0,05$) (Tabela 2). Foi observado efeito de tempo e não foi observado efeito de tratamento e interação entre tratamento e tempo de avaliação sobre o diâmetro das plantas de guapuruvu ($p < 0,05$) (Tabela 2). Pode-se constatar que os tratamentos 4 e 6 apresentaram altura superior em relação aos demais tratamentos, sendo o T4 à apresentar a maior média (Tabela 3), podendo-se justificar através de Amen (1968) *apud* Weaver (1987), que a dormência e a germinação encontram-se entre as muitas respostas de crescimento que são controladas pelo balanço entre promotores e inibidores de crescimento. Logo, entende-se que as giberelinas são mais frequentemente associadas à promoção de crescimento da haste e, a aplicação dessas pode induzir aumento na altura das plantas. Os resultados observados demonstram esse efeito de crescimento das plantas que receberam o tratamentos 4 (GA_3 200 mg.L⁻¹) que recebeu maior dosagem do hormônio.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para os diferentes atributos avaliados nas plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.

F.V.	G.L.	Q.M.	
		Diâmetro	Altura
Bloco	4	0,87	209,44
Tratamentos (t)	6	0,29 ^{ns}	574,93*
Erro 1	24	0,44	124,99
Tempo	6	51,52*	9036,40*
Tratamento*Tempo	36	0,16 ^{ns}	83,31*
Erro 2	168	0,16	51,85
CV 1 (%)	34,59		
CV 2 (%)	22,28		

*significativo não significativo a 5,0% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} não significativo a 5,0% de probabilidade pelo teste F

Analisando T6 (GA_3 200 mg.L⁻¹ + 46,74 mg.kg⁻¹ de Zn + 23,37 mg.kg⁻¹ de Mn), além da ação da giberelina, constata-se a presença da solução nutritiva na qual o Mn atua principalmente na multiplicação dos cloroplastos e como ativador de enzimas reguladoras da

síntese de hormônios, e o Zn participa no metabolismo de carboidratos e está presente no citoplasma e nos cloroplastos facilitando a transferência de CO_2/HCO_3 para a fixação de CO_2 . Presume-se que estes resultados estejam relacionados com a participação do Zn na rota metabólica de síntese do ácido indolacético (AIA), o principal regulador de crescimento da classe das auxinas, envolvido no crescimento vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2010). Visto que esses nutrientes estão também diretamente relacionados com a produção de fotoassimilados constata-se que participam ativamente no crescimento das plantas.

Tabela 3: Médias de altura e diâmetro para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.

Tratamentos	Médias	
	Altura	Diâmetro
T0	26,82 b	4,61 a
T1	33,40 ab	4,71 a
T2	27,38 b	4,76 a
T3	32,23 ab	4,52 a
T4	37,58 a	4,60 a
T5	32,64 ab	4,77 a
T6	36,21 a	4,70 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Os demais tratamentos não influenciaram na altura das plantas mesmo na presença da giberelina e da solução nutritiva, podendo-se relacionar ao fato desses tratamentos apresentarem as menores doses em sua formulação. Pode-se sugerir esse investimento em altura segundo Faquin, (2005); Kirkby e Römheld, (2007); Alloway, (2008), a uma provável influência do Zn no metabolismo do triptofano, o qual requer Zn em sua formação e, que parece ser o precursor na biossíntese de AIA (Ácido Indolacético). Analisamos o efeito dos hormônios nas plantas vemos que a auxina desempenha um papel na regulação do crescimento. Salami & Kenefick (1970), trabalhando com plântulas de milho, observaram que a adição de triptofano em plantas deficientes em zinco resultou em aumento na produção da parte aérea.

Observando as funções do zinco pode-se associar ao trabalho de Bar-Akiva & Lavon (1969), que estudando a deficiência de zinco em plantas de citros (*Citrus sp.*), num experimento realizado em casa-de-vegetação com solução nutritiva contendo ou não zinco, concluíram que anidrase carbônica foi utilizada como um inibidor da deficiência de zinco e teve baixa atividade nesta situação. Sendo assim o zinco tem um papel importante no crescimento, devido estar ligado a produção de AIA, o que no presente trabalho pode ser observado no tratamento 6 onde a giberelina associada a solução nutritiva contribuiu para o crescimento significativo da parte aérea, devido a provável associação dos hormônios de crescimento.

O diâmetro das plantas não foi influenciado pelos tratamentos (Tabela 2). Provavelmente as plantas investiram no crescimento em altura em detrimento do crescimento em diâmetro. De acordo com Carneiro (1995), as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. A relação H/D é uma característica morfológica importante para definir a qualidade das mudas, representando o equilíbrio de desenvolvimento das mudas (SILVA, 2003). Embora os resultados demonstrem não ter significância no diâmetro apresentado pelas mudas, pela influência dos tratamentos, viu-se significância no quesito tempo que de acordo com Carneiro (1995) o se avaliar a relação H/D, em qualquer fase do período de produção das mudas, o valor deve estar entre 5,4 e 8,1, podendo-se observar que, as mudas do presente trabalho, estão de acordo com essa relação que o autor propõe. Entretanto é necessário que haja harmonia entre esses dois parâmetros, pois com o crescimento das mudas será necessário uma sustentação para as mesmas, que o diâmetro deverá fornecer para que não ocorra tombamento.

Analisando a relação tempo dentro dos tratamentos para a altura das plantas (Tabela 4), pode-se ver que nos 60 dias após a emergência, quando se iniciou a coleta de dados, observou-se que não houve diferença entre os tratamentos, porém aos 75 dias T1, T3, T5, T4 e T6 sobressaíram em relação aos demais, sendo que os dois últimos apresentaram maiores médias, o que se manteve aos 90 e 105 dias. Todavia aos 120 dias voltou-se a existir uma estabilidade entre as plantas, fazendo com que não houvesse diferença quanto ao crescimento.

Tabela 4: Teste de Tukey para as médias de altura em relação ao tempo de medição das mudas.

Tempo	Tratamentos						
	0	1	2	3	4	5	6
30	7,88 a	7,77 a	9,66 a	7,98 a	8,09 a	9,02 a	9,09 a
45	15,37 a	14,03 a	14,33 a	14,33 a	15,73 a	15,02 a	15,05 a
60	25,30 a	27,33 a	21,88 a	27,20 a	33,38 a	24,66 a	30,65 a
75	27,77 b	37,63 ab	26,68 b	36,51 ab	45,85 a	34,65 ab	41,88 a
90	30,19 c	41,42 abc	36,14 bc	44,82 ab	52,00 a	44,59 ab	58,83 a
105	38,09 b	49,10 ab	38,84 b	42,66 b	57,35 a	51,63 ab	58,25 a
120	43,2 a	56,53 a	44,15 a	52,11 a	50,60 a	48,92 a	47,97 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Tratamentos 0: imersão em água destilada por 48 horas; T1: imersão em GA₃ 100 mg.L⁻¹; T2: imersão em solução nutritiva (23,37 g.kg⁻¹ de Zn + 11,69 mg.kg⁻¹ de Mn); T3: imersão em GA₃ 100 mg.L⁻¹ e solução nutritiva (23,37 g.kg⁻¹ de Zn + 1,691 mg.kg⁻¹ de Mn); T4: imersão em GA₃ 200 mg.L⁻¹; T5: imersão em solução nutritiva (46,74 g.kg⁻¹ de Zn + 23,37 mg.kg⁻¹ de Mn). T6: imersão em GA₃ 200 mg.L⁻¹ e solução nutritiva (46,74 g.kg⁻¹ de Zn + 23,37 mg.kg⁻¹ de Mn).

Carneiro (1995) reuniu vários estudos que correlacionavam altura das mudas com a sobrevivência no campo, mostrando que mudas maiores têm maior vigor, mas este parâmetro deve estar relacionado aos outros de igual importância, como o diâmetro. A razão altura/diâmetro, por exemplo, que expressa o equilíbrio de desenvolvimento das mudas no

viveiro, sendo que como o diâmetro apresentado não se mostrou significativo provavelmente poderá influenciar na qualidade das mudas.

Na avaliação do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) não foi observada diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$). Segundo Azevedo et al. (2010), este índice é utilizado por considerar o vigor e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda. Visto que não houve diferença significativa entre a matéria seca da parte aérea (Tabela 6), das raízes (Tabela 7) e do diâmetro (Tabela 2) nas medições das mudas, não foi observado alterações para o IQD. Para Carneiro (1995), o aumento da porcentagem de sobrevivência em campo decorre do uso de mudas de melhor padrão de qualidade sendo que, muitas vezes, o replantio torna-se dispensável se houver baixa taxa de mortalidade. Carneiro (1995) ainda ressalta que a operação de replantio é muito onerosa, podendo ser evitada em plantios realizados com mudas de qualidade.

Tabela 5: Resumo da anova para o Índice de Qualidade de Dikson (IQD) para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.

F.V.	G.L.	QM
Bloco	4	0,0094 ^{ns}
Tratamentos (t)	6	0,0143 ^{ns}
Erro	24	0,15
Total	34	
CV (%)	49,08	

^{ns}: não significativo pelo texto F a 5 % de probabilidade.

Segundo Fonseca et al. (2002), para obter um parâmetro de qualidade das mudas, devemos levar em consideração a avaliação de algumas variáveis das características morfológicas e fisiológicas das mudas já que estas influenciam significativamente no padrão de qualidade. Os atributos morfológicos mais importantes na classificação de qualidade de mudas florestais são altura, massa seca da parte aérea, diâmetro do coleto e massa seca do sistema radicular. Entretanto nenhum atributo deve ser usado como critério único para determinar qualidade de muda, pois há dependência entre os atributos mencionados (OMAR, 2005).

Tabela 6: Resumo da anova para o teor de Matéria Fresca e Seca da Parte Aérea (MFPA e MSPA) para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.

F.V.	G.L.	MFPA	MSPA
Bloco	4	6,13	1,47
Tratamentos (t)	6	2,46 ^{ns}	0,67 ^{ns}
Erro	24	0,17	7,42
Total	34		
CV (%)		53,39	52,08

^{ns}: não significativo pelo texto F a 5 % de probabilidade.

Não foi observado efeito dos tratamentos sobre o acúmulo de MFPA e MSPA ($p < 0,05$). Entretanto nos tratamentos T1 e T6 observou-se os maiores valores de média de matéria fresca e seca da parte aérea (Tabela 6), quando comparado com as demais. A giberelina é responsável pela regulação de vários processos fisiológicos tais como a germinação de sementes, mobilização das reservas do endosperma, crescimento da parte aérea e florescimento, rege diretamente a transcrição do estado juvenil para o maduro e o estabelecimento do fruto (TAIZ; ZEIGER, 2004). Já os micronutrientes que compõem a solução nutritiva testada (Zn e Mn) estão intimamente ligados à fotossíntese realizada pelas plantas. Porém, não foi observada influência desses componentes no crescimento das plantas. Arteca, (1996) & Bewley, (1997) relatam que o ácido giberélico tem função na mobilização de reservas do endosperma durante o desenvolvimento das plântulas.

Observou-se o crescimento significativo em altura das plantas nos tratamentos com giberelina (Tabela 2), pode-se observar que esse efeito contribuiu para um maior acúmulo de massa nesses tratamentos que se destacaram quando comparada com os demais, embora não tenha ocorrido diferença entre as médias observadas (Tabela 3). Também verificou-se que os tratamentos a base da solução nutritiva em diferentes dosagens dos micronutrientes, contribuíram para a obtenção de médias satisfatórias de mudas de guapuruvu, pois estes estão ligados diretamente com a ocorrência da fotossíntese e ações enzimáticas dentro da planta, onde contribuem para o acúmulo de massa durante o desenvolvimento.

Não foi observado efeito dos tratamentos no acúmulo de massa seca e crescimento das raízes ($p < 0,05$), que pode ser observado na Tabela 6. Na fase de produção das mudas devem ser tomados cuidados visando evitar deformações nas raízes secundárias e danos no sistema radicular (MATTEI, 1994), os quais podem comprometer o crescimento futuro da planta após o seu transplântio e, assim, a produtividade e a estabilidade das árvores no campo (CARNEIRO, 1995). O desenvolvimento inicial das mudas e a sobrevivência no campo são parâmetros comumente usados para verificar a qualidade das plantas após o transplântio e são dependentes de um sistema radicular bem formado (MATTEI, 1994). A partir da raiz primária originam-se as raízes secundárias ou laterais (OMAR, 2005).

Tabela 7: Resumo da anova para o teor de Massa seca e Comprimento de Raiz (MSR e COMPR) para plantas de guapuruvu submetidas a diferentes soluções.

F.V.	G.L.	MSR	COMPR
Bloco	4	0,27	0,85
Tratamentos (t)	6	0,06 ^{ns}	2,28 ^{ns}
Erro	24	2,09	10,45
Total	34		
CV (%)		54,54	18,23

^{ns}: não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

A relação entre massa seca da parte aérea e massa seca da raiz é considerada um índice eficiente e seguro para expressar padrão de qualidade de muda (PARVAINEN *apud* FONSECA et al., 2002). A muda de qualidade deveria ter uma baixa razão entre massa seca de parte aérea e de raiz para assegurar a sobrevivência da muda no campo (THOMPSON, 1985). Experimentos desenvolvidos nos EUA com *Pinus taeda* L. demonstraram razão massa seca de parte aérea e raiz variando de 5,5 em outubro para 3,8 em janeiro, e finalmente para 2,8 em março (GARNER & DIERAUF *apud* THOMPSON, 1985). Caldeira et al. (2008), fala que é importante analisar essa relação quando as mudas vão para o campo, pois a parte aérea das mudas não deve ser muito superior que a parte aérea da raiz, em função dos possíveis problemas no que se refere à absorção de água para a parte aérea. Brissette (1984), afirmou que num encontro de pesquisadores ficou estabelecido como sendo 2,0 a melhor relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o respectivo peso de matéria seca de raiz. No presente trabalho embora não tenha tido significância averiguando a relação entre massa seca da parte aérea e raiz podemos observar essa interação, demonstrando assim que embora o sistema radicular das mudas submetidas em diferentes tratamentos não tenha tido um que se sobressaísse, as raízes das mudas dão suporte necessário para que as plantas se desenvolva corroborando com o autor acima.

Considerando a ocorrência de diferentes reações metabólicas relacionadas ao teor de água da semente, trabalhos são desenvolvidos envolvendo a adição de água até as sementes atingirem determinado estado metabólico, os quais são referidos como condicionamento fisiológico de sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Quando comparamos às soluções a base do hormônio e micronutrientes (Mn+Zn) com a água pura, observamos uma diferença na concentração das soluções que influenciaram no momento da embebição. Com isso, constata-se influência do potencial osmótico que consiste na quantidade de solutos dissolvidos na água, os quais reduzem o potencial hídrico (menor movimento da água) na medida em que aumentam a concentração, causando um gradiente de energia com a água no estado puro (potencial zero), ou seja, sem solutos (TAIZ e ZEIGER,

2004). Logo os tratamentos que continham GA₃ e a solução nutritiva apresentaram maior concentração quando comparado com a testemunha. Porém com a provável ineficiência do tratamento térmico na quebra da impermeabilidade do tegumento da semente, pode-se justificar numa interferência no momento da embebição das sementes e conseqüentemente no desempenho dos tratamentos.

5 CONCLUSÃO

Os tratamentos estudados não influenciaram no IVG, IQD, MFPA, MSPA, MSR e comprimento do sistema radicular.

Em geral, os tratamentos com embebição em GA₃ (200mg.L⁻¹) e na interação entre GA₃ e solução nutritiva (GA₃ 200mg.L⁻¹+ 46,74 mg.kg⁻¹ de Zn + 23,37 mg.kg⁻¹ de Mn) promoveram maiores alturas das plantas de guapuruvu.

A heterogeneidade do lote associada à concentração dos solutos podem ter influenciado no processo de embebição das sementes devido à impermeabilidade do tegumento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus*– Spreng – Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.135-140, 2006.
- ALBUQUERQUE, K.S.; GUIMARÃES, R.M.; ALMEIDA, Í.F. & CLEMENTE, A.C.S. Métodos para a quebra da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Ciência e Agrotecnologia**, vol. 31, n. 6, p. 1716-1721. 2007.
- ALLOWAY, B. J. Zinc in soils and crop nutrition. 2 ed. Bruxelas: International Zinc, 135p. 2008.
- ARNON, I. Mineral nutrition of maize. Berna: International Potash Institute, 452p. 1974.
- ARTECA, R.N. Seed germination and seedling growth. Chapter 4. In Plant growth substances: principles and applications. Chapman & Hall, New York. p.104-123. 1996.
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl) em viveiro. **Acta Amazonica**, v. 40, n, 1, p. 157-164, 2010.
- BACKES, P.; IRGANG, B. Árvores do Sul. Guia de Identificação & Interesse Ecológico. As principais espécies nativas sul-brasileiras. Santa Cruz do Sul. Instituto Souza Cruz, 2002.
- BAR-AKIVA, A. & LAVON, R. Carbonic anhydrase activity as an indicator of zinc deficiency in citrus leaves. *J Horti Sci* 44: 359–362.1969.
- BEWLEY, J.D. Seed germination and dormancy. *Plant Cell* 9:1055-1066. 1997.
- BEWLEY, J. D. & BLACK, M. Seeds physiology of development and germination. New York: Plenum. 367p. 1985.
- BEVILAQUA, G.A.P.; PESKE, S.T.; SANTOS FILHO, B. G. & BAUDET, L. Desempenho de sementes de arroz irrigado tratadas com regulador de crescimento. II. Efeito na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 15, n. 1, p. 75-80. 1993.
- BODSWORTH, S.; BEWLEY, J. D. Osmotic priming of seeds of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperatures. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 59, n. 5, p. 672-676, 1981.
- BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, Y.; GALILI, G. (Ed.) Seed development and germination. New York: Marcel Dekker, cap.3, p.351-356. 1995.
- BRUNO, R.L.A; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.P. & PAULA, R.C. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpinioefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília: ABRATES, v.23. n.2.p.136-143. 2001.

BRISSETTE, J. C. Summary of discussions about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria. Proceedings... New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, p. 127-128. 1984.

BRISSETTE, J. C. Summary of discussions about seedling quality. In: Southern Nursery Conferences, Alexandria. Proceedings New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1984. p.127-128. 1984.

BURNELL, J. N. The biochemistry of manganese in plants. In: GRAHAM, R. D.; HANNAM, R. J.; UREN, N. C. (Ed.). Manganese in soils and plant. Dordrecht: Kluwer Academic, p. 125-137. 1988.

CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N. FENILLI, T.A.B. & HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria* ; 9(1): 27-33. 2008.

CARNEIRO, J.G.A. & AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (coords.). Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, p.333-350. 1993.

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

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, v.1. 1039 p. 2003.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal, Funep, 588p. 2000.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. e PERES, L.E.P. Manual de fisiologia vegetal: teoria e pratica. Piracicaba: Agronômica Ceres, 640 p. 2005.

CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e Reativação do Metabolismo. In: Germinação: do básico ao aplicado (A. Gui Ferreira; Borghetti, F., orgs.) Artimed, Porto Alegre, p149-162. 2004.

CHEROBINI, E. A. L.; Avaliação da Qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/10/TDE-2007-09-14T194006Z-826/Publico/EDICLEIACHEROBINI.pdf> Acesso em 14/05/2016. Dissertação de mestrado.

CUNHA, R. & CASALI, V.W. Efeito de substâncias reguladoras do crescimento sobre a germinação de sementes de alface. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, vol.1, n.2, p.121-132. 1989.

CROZIER, A.; KAMIYA, K.; BISHOP, G. & YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: Buchanan, B.B.; Gruissem, W. e Russel, L.J. (eds). Biochemistry & molecular biology of plants. Courier Companies Inc., New York, USA, p.850-929. 2001.

DAPONT, E. C. et al. Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 598-605, 2014.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DECHEN, A. R., NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: Fernandes, M. S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 327-354. 2006.

EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A. & MELLO, C.M.C. Quebra da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong.-Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 15, n. 2, p. 177-182. 1993.

FACCHINELLO, P.A; COSTA, M. F.; IOCHIMS, D. A.; DOTTO, D. B.; FLORIANO, E. P. Comparação de dois métodos de quebra de dormência de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell). Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/1368>>. Acesso em: 19 de maio de 2016.

FERREIRA, D. F. Sistemas de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 145p. 2006.

FERREIRA, R. A. et al. Comparação da viabilidade de sementes de *Schizolobium parahyba* (vell.) blake - leguminosae caesalpinioideae, pelos testes de germinação e tetrazólio. **Rev. bras. sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 83-89, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101312222007000300011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 19 de maio 2016.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523. 2002.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. Colombo: EMBRAPA-Florestas, doc. 40, 2000.

FRANCO, A. A. & DAY, J. M. Effects of lime and molybdenum on nodulation and nitrogen fixation of *Phaseolus vulgaris* L. in acid soils of Brasil. *Turrialba*, 30:99-105, 1980.

FRANCO, A. A. & MUNNS, D.N. Response of *Phaseolus vulgaris* L. to molybdenum under acid conditions. *Soil Science Society American Journal*. 45:1144- 1148, 1981.

FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: UFLA/FAEPE, 179p. 2005.

GARCIA, J. & CÍCERO, S.M. Quebra de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Scientia Agrícola**, vol. 49, n.1, p. 9-13. 1992.

GENC, Y.; McDONAL, G.K.; GRAHAM, R. Effect of seed content on early growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) under low and adequate soil zinc supply. **Australian Journal of Agricultural Research**, Canberra, v.51, n.1, p.37-45, 2000.

GRUBER, Y. B. G. Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* var. *plathyphylla*). 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

HEENAN, D. P.; CAMPBELL, L. C. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. **Plant Cell Physiol.**, v. 21, n. 4, p. 731-736, 1980.

HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 5, n. 2, p. 353- 425, 1977.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 3, n. 3/4, p. 881-888, 1975.

JACOB-NETO, J. & FRANCO, A. A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) a molibdênio, zinco e a inoculação em latossolo vermelho-escuro no campo. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA SOBRE Rhizobium, XII, 1984, Resumo. Campinas-SP, ALAR, P. 123. 1984.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito da salinidade e semeadura em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, p.219-225, 1997.

KIRKBY, E. A. & RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. Encarte Técnico, Informações Agronômicas 118. INPI, 24p. 2007.

KRAMER, Paul J. & KOZLOWSKI, T. Fisiologia das árvores. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 745 p. 1972.

LEDO A. A. M. Estudo da causa de dormência em sementes de guapuruvú (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake) e orelha de negro (*Enterolobium contortisilliquum* (Vell.) Morong.) e métodos para sua quebra. (Dissertação de Mestrado). Viçosa: UFV. 57p. 1977.

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

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa: Plantarum**, v.1, 368p. 2002.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e cultivo de plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 4 ed. **Nova Odessa, São Paulo: Plantarum**, v. 2. 352 p. 1992.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science, Madison**, v. 2, n. 1, jan./feb. 176-177p. 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional da planta: princípios e aplicações. 2. Ed. Piracicaba: Potafos, 319p. 1997.

MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba, Fealq. 2005.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. San Diego: Academia, 889 p. 1995.

MATTEI, V.L. Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por semeadura direta. **Ciência Floresta**. Santa Maria, v. 4, n.1, p.9-21, 1994.

McDOUGALL, G.J.; MARRISON, I.M.; STEWART, D.; HILLMAN, J.R. Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. **Journal Science Food Agriculture, London** v.70, n.2, p. 133-150, 1996.

MAYER, A. M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. The germination of seeds. New York: Pergamon Press. 270p.1989.

MENDONÇA, V. Z.; PENHA, Alessandra dos Santos. Quebra de dormência de sementes do “Guapuruvu” (*Schyzolobium parahyba*- Leguminosae) e sua importância na restauração de áreas degradadas. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil. Setembro, 2009. São Lourenço-MG. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_ixceb/283.pdf>. Acesso em: 18 de maio de 2016.

MORI, E. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. & FREITAS, N. P. Sementes florestais Guia para germinação de 100 espécies nativas. Instituto Refloresta. 1ª edição. São Paulo – SP 54p. 2012.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G.W. e BEWLEY, J.D. (2010) – Germination - Still a mystery. **Plant Science**, vol. 179, n. 6, p. 574–581.

OMAR, D. Indicadores de qualidade de mudas. Capítulo III. Dourados, 2005. Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Agronomia, Santa Maria, p.1-4, 2005.

PANOBIANCO, M. et al. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignina content. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 3, p. 945-949, 1999.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN. 289p. 1985.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. & REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. *Sellowia*, 28/30:1-320. 1978.

RENGEL, Z.; GRAHAM, R. D. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn-deficient soil. II. Grain yield. **Plant and soil**, Netherlands, v. 173, p. 267-274, 1995.

RIBEIRO, N. D. & SANTOS, O. S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. *Ciência Rural*, 26 (1): 159-165. 1996.

RIZZINI, C. T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edgard Blucher. 294p. 1971.

ROMHELD, V.; MARSCHNER, H. Functions of micronutrients in plants. In: MORTVEDT, J. J. (Ed.). *Micronutrients in agriculture*. Madison: Soil Science Society of America, p. 297-328. 1991.

ROBERTS, E. M.; SMITH, R. D. Dormancy and the pentose pathway. In: A.A. KHAN, ed. The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Amsterdam: Elsevier, p. 385-441. 1977.

SAMPAIO, L. S. V.; PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P.; COSTA, J. A.; GARRIDO, M. S.; MENDES, L. N. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K. – Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.184-190, 2001.

SALAMI, A.U. & KENEFICK, D.G. Stimulation of growth in zinc-deficient corn seedlings by the addition of tryptophan. *Crop Sci.* 10:291-294. 1970.

SARAIA M. L. N. / Doutorado - UFSCar (Depto Botânica). Israel Gomes Vieira / Coordenador do Setor de Sementes IPEF Gelson Dias Fernandes / Laboratorista (LARGEA/LCF/ESALQ/USP). Informativo Sementes IPEF- Abril 1998.

SOUZA, E. B; PACHECO, M. V; MATOS, V. P; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes de *adenanthera pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.3, p.437-443, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Artimed, 2004. 719p.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. Plant Physiology. Sunderland, Sinauer Associates. 2010.

TRIGO, L.F.N.; PESKE, S.T.; GASTAL, M.F.; VAHL, L.C.; TRIGO, M.F.O. Efeito do conteúdo de fósforo na semente de soja sobre o rendimento da planta resultante. **Revista Brasileira de Sementes**, 19(1):111-115. 1997.

TRIGO, L.F.N.; PESKE, S.T.; GASTAL, M.F.; VAHL, L.C.; TRIGO, M.F. O Efeito do conteúdo de fósforo na semente de soja sobre o rendimento da planta resultante. **Revista Brasileira de Sementes**, 19 (1):111-115. 1997.

THOMPSON, B. E. Seedling morphological evaluation. Research Associate, Silvicultural Research, International Paper Company, Corporate Research Center, P.O. Tuxedo Park, New York, p.65-68 1985.

WEAVER, R.J. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. 5.ed. Mexico: Trillas, 622p. 1987.

ANEXOS



Figura 1 e 2: Sementes em processo de embebição.



Figura 3: Plantas germinadas.



Figura 4: Crescimento das mudas de *S. parahyba*.



Figura 5: Realização de medições de diâmetro e de altura das mudas de *S. parahyba*.



Figura 6: desenvolvimento das mudas.



Figura 7 e 8: Determinação de comprimento de Raiz.



Figura 9: sementes em processo de germinação.



Figura 10: Armazenamento de parte aérea e sistema radicular em sacos de papel.



Figura 11: determinação de peso de matéria seca de raiz e parte aérea.