

JULIANA PEREIRA SANTOS

**FISIOLOGIA E BIOQUÍMICA DE
JAMBO-VERMELHO SOB APLICAÇÃO
DE REGULADORES VEGETAIS**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA - MT

2018

	JULIANA PEREIRA SANTOS	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2018
--	------------------------	----------------	-----------------



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS
AMAZÔNICOS**



JULIANA PEREIRA SANTOS

**FISIOLOGIA E BIOQUÍMICA DE
JAMBO-VERMELHO SOB APLICAÇÃO
DE REGULADORES VEGETAIS**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Lúcia Filgueiras Braga.

ALTA FLORESTA - MT

2018

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na Publicação

Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias

Catálogo na fonte: Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

S237f SANTOS, Juliana Pereira

Fisiologia e bioquímica de jambo-vermelho sob aplicação de reguladores vegetais / Juliana Pereira Santos – Alta Floresta, 2018.

72 f.; 30 cm.(ilustrações) Il. color. (sim)

Artigo Científico – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Campus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2018.

Orientador (a): Dr^a. Lúcia Filgueiras Braga.

1. *Syzygium malaccense*. 2. Ácido Giberélico e Stimulate®. 3. Fisiologia da germinação. 4. Bioquímica de plantas. 5. Análise de crescimento. I. Juliana Pereira Santos. II. Fisiologia e Bioquímica de Jambo-vermelho sob aplicação de reguladores vegetais.

CDU 581

FISIOLOGIA E BIOQUÍMICA DE JAMBO- VERMELHO SOB APLICAÇÃO DE REGULADORES VEGETAIS

JULIANA PEREIRA SANTOS

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 05/março/2018.

Prof^a. Dr^a. Lúcia Filgueiras Braga
Orientadora – UNEMAT/ PPGBioAgro/ Alta Floresta

Prof^a. Dr^a. Ana Aparecida Bandini Rossi
UNEMAT/ PPGBio Agro/ Alta Floresta

Prof^a. Dr^a. Giuseppina Pace Pereira Lima
UNESP/ Botucatu

DEDICATÓRIA

A minha família por todo amor, carinho e apoio durante esta caminhada.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me permitir alcançar esta conquista.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), pela oportunidade de realizar este curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pesquisa de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

À minha orientadora professora Dr^a Lúcia Filgueiras Braga, por todos os ensinamentos e momentos de amizade compartilhados.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos (PPGBioAgro), pelos conhecimentos transmitidos.

À minha mãe Neuza, meu pai José, minha avó Alice, minhas irmãs Jaqueline e Josiane pelo incentivo, apoio e carinho durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu esposo Rafael, por todo carinho, incentivo, apoio e ajuda para que eu alcançasse meus objetivos.

À minha querida amiga Elisabeth Emilia Teixeira Ribeiro, por toda a ajuda, companheirismo e amizade inigualáveis, minha eterna gratidão.

Aos meus colegas do laboratório de Ecofisiologia e Propagação de Plantas da UNEMAT, Maria Cristina, Leticia Queiroz, Givanildo Gonçalves, Aline Ramalho e Arielen Barreto, pela amizade, auxílio e conhecimentos compartilhados durante esta jornada.

Aos meus colegas de curso do PPGBioAgro, com os quais compartilhei momentos de amizade, companheirismo e conhecimento.

Ao Diego Cardoso Berardinelli Monteiro pela ajuda e orientação prestada junto a secretaria do PPGBioAgro.

Ao professor Dr. Rubens Rondon Neto pelos conhecimentos transmitidos e pela oportunidade de estágio.

À professora Adriana Sorato pelo auxílio estatístico.

À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Tenha em mente que tudo que você aprende na escola é trabalho de muitas gerações. Receba essa herança, honre-a, acrescente a ela e, um dia, fielmente, deposite-a nas mãos de seus filhos. ”

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE SIGLAS	xiii
RESUMO.....	xv
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	05
3. CAPÍTULOS.....	09
3.1. REGULADORES VEGETAIS NA GERMINAÇÃO, MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS, TEOR DE PROLINA E ATIVIDADE DA PEROXIDASE DE SEMENTES DE JAMBO COM DIFERENTES TAMANHOS	09
Resumo.....	10
Abstract	10
Introdução	12
Material e Métodos.....	15
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	39
Referências Bibliográficas	40
3.2. REGULADORES VEGETAIS E TAMANHOS DE SEMENTES NO CRESCIMENTO DE JAMBO	47
Resumo.....	48
Abstract	48

Introdução	49
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	54
Conclusões.....	67
Referências Bibliográficas.....	68
4. CONCLUSÕES GERAIS	72

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
CAPÍTULO 1	
1. Grau de umidade e massa fresca de sementes pequenas e grandes de <i>Syzygium malaccense</i> antes da germinação.....	25
2. Matriz de coeficiente de correlações de Pearson (r), do número de embriões em sementes grandes e pequenas de <i>Syzygium malaccense</i> , com o número de plântulas formadas, aos 30 dias após a semeadura.....	25
3. Porcentagem de emergência de plântulas de <i>Syzygium malaccense</i> originárias de sementes pequenas e grandes tratadas com reguladores vegetais, aos 15 dias após semeadura.....	27
4. Altura aos 30 dias, das plantas de <i>Syzygium malaccense</i> , originárias de sementes pequenas e grandes tratadas com reguladores.	29
5. Valores médios de massa seca total de plantas de <i>Syzygium malaccense</i> originárias de sementes pequenas e grandes, tratadas com reguladores vegetais, aos 30 dias após a semeadura.	30
6. Teor de Açúcar Total Solúvel em eixos embrionários de sementes pequenas e grandes de <i>Syzygium malaccense</i> , em diferentes intervalos de coleta, após aplicação de reguladores vegetais.	32
7. Teores de Prolina em eixos embrionários de sementes pequenas e grandes de <i>Syzygium malaccense</i> , tratadas com reguladores vegetais.	35
8. Atividade da Peroxidase em eixos embrionários de sementes pequenas e grandes de <i>Syzygium malaccense</i> , em diferentes intervalos de coleta, após aplicação de reguladores vegetais.	37

CAPÍTULO 2

1. Comprimento da parte aérea de plantas de *Syzygium malaccense*, aos 30 dias após a sementeira, originárias de sementes pequenas e grandes tratadas com reguladores vegetais após 30 dias da sementeira..... 58
2. Valores médios de massa seca total, relação massa seca aérea e massa seca de raiz (MSA/MSR) e relação entre a altura e diâmetro do coleto (H/D) de plantas de *Syzygium malaccense*, aos 30 dias após a sementeira, originárias de sementes pequenas e grandes tratadas com reguladores vegetais após 30 dias da sementeira..... 60
3. Relação entre altura e diâmetro do coleto (H/D) de plantas de *Syzygium malaccense* originárias de sementes pequenas e grandes tratadas com reguladores vegetais, após 70 dias da sementeira..... 62
4. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis Índice de Qualidade de Dickson (IQD), altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca aérea (MSA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de *Syzygium malaccense* originárias de sementes tratadas com reguladores vegetais, após 30 dias da sementeira. 63
5. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis índice de qualidade de Dickson (IQD), altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca aérea (MSA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), e entre o diâmetro do coleto (DC) e as variáveis massa seca aérea (MSA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de *Syzygium malaccense* originárias de sementes tratadas com reguladores vegetais, após 70 dias da sementeira. 64

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
CAPÍTULO 1	
1. Aspecto externo (A) e interno (B) dos frutos, pesagem (C) e medição da semente (C) de <i>Syzygium malaccense</i>	15
2. Detalhes de <i>Syzygium malaccense</i> : semente iniciando a emissão da radícula (A), semente com vários embriões germinados (B) e os mesmos embriões germinados após serem isolados (C), plântulas formadas em uma semente (D) e o aspecto das plântulas após a separação dos cotilédones (E).....	18
3. Fluxograma do delineamento experimental com duas classes de tamanho de sementes, quatro reguladores hormonais e quatro intervalos de coleta de amostras de <i>Syzygium malaccense</i>	19
4. Aspecto dos eixos embrionários (e raízes) das amostras utilizadas nas análises bioquímicas de <i>Syzygium malaccense</i> : T1 (Controle SP), T2 (GA ₃ 50 mg L ⁻¹ SP), T3 (GA ₃ 100 mg L ⁻¹ SP), T4 (GA/CK/AX 50 mL/kg de SP), T5 (Controle SG), T6 (GA ₃ 50 mg L ⁻¹ SG), T7 (GA ₃ 100 mg L ⁻¹ SG), T8 (GA/CK/AX 50 mL/kg de SG), aos 5, 10 e 15 dias.....	21
5. Distribuição do número de plântulas formadas a partir do número de embriões nas sementes pequenas (A) e grandes (B) de <i>Syzygium malaccense</i> 30 dias após a semeadura.....	23
6. Porcentagem de germinação e Índice de sincronização (A), Tempo médio de germinação e Índice de velocidade de germinação (B) de sementes pequenas e grandes de <i>Syzygium malaccense</i>	26
7. Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Syzygium malaccense</i> submetidas a diferentes reguladores vegetais.....	26
8. Frequência relativa da germinação de sementes pequenas (A) e grandes (B) de <i>Syzygium malaccense</i> submetidas a diferentes reguladores vegetais.....	27

9. Porcentagem de emergência de plântulas originárias de sementes pequenas e grandes de <i>Syzygium malaccense</i> (A) e número médio de plântulas originárias de sementes tratadas com reguladores vegetais (B) 30 dias após semeadura.....	29
10. Teores de Proteína Total Solúvel (A) e Prolina (B) em eixos embrionários de <i>Syzygium malaccense</i> , em diferentes intervalos de coleta.	34

CAPÍTULO 2

1. Diâmetro do coleto (A), número de folhas (B), área foliar (C) e número de plantas formadas (D) em cada semente pequena ou grande de <i>Syzygium malaccense</i> , após 30 e 70 dias da semeadura.	55
2. Número de folhas (A), área foliar (B) e número de plantas formadas (C) em cada semente de <i>Syzygium malaccense</i> tratadas com reguladores vegetais, após 30 e 70 dias da semeadura.....	56
3. Massa seca de raiz e aérea de plantas de <i>Syzygium malaccense</i> originárias de sementes pequenas e grandes, aos 30 e 70 dias após a semeadura.	53
4. Massa seca de raiz de plantas de <i>Syzygium malaccense</i> originárias sementes tratadas com reguladores vegetais, após 30 dias da semeadura.	59
5. Massa seca total e relação entre massa seca aérea e massa seca da raiz (MSA/MSR) de plantas de <i>Syzygium malaccense</i> , aos 70 dias após a semeadura, originárias de sementes pequenas e grandes.....	61
6. Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de plantas de <i>Syzygium malaccense</i> originárias de sementes tratadas com reguladores vegetais, após 30 e 70 dias da semeadura.	63
7. Aspecto das plantas de <i>Syzygium malaccense</i> aos 70 dias após a semeadura: T1 (Controle SP), T2 (GA ₃ 50 mg L ⁻¹ SP), T3 (GA ₃ 100 mg	

L⁻¹ SP), T4 (GA/CK/AX 50 mL/kg de SP), T5 (Controle SG), T6 (GA₃ 50 mg L⁻¹ SG), T7 (GA₃ 100 mg L⁻¹ SG), T8 (GA/CK/AX 50 mL/kg de SG). 65

LISTA DE SIGLAS

AF: Área Foliar.

ALT: Altura de planta.

ATS: Açúcar Total Solúvel.

AX: Auxina.

CAPES: Coordenação de Pesquisa Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

cm: centímetro.

cm²: centímetro quadrado.

cm³: centímetro cúbico.

CK: Citocinina.

C.V.: Coeficiente de Variação.

DAS: Dias após a semeadura.

DMC: Diâmetro de coleto.

D.M.S: Diferença Mínima Significativa.

Ê: Índice de Sincronização.

Frg: Frequência relativa de germinação.

g: grama.

GA: Giberelina.

GA₃: Ácido giberélico.

H/D: Relação entre altura da planta e diâmetro do coleto.

H₂O: Água.

H₂O₂: Peróxido de Hidrogênio.

IQD: Índice de Qualidade de Dickson.

IVG: Índice de Velocidade de Germinação.

Kg: Kilograma.

Log₂: Logaritmo na base 2.

M: molar.

mg L⁻¹: miligrama por litro.

mg g⁻¹: miligrama por grama.

mL: mililitro.

mm: milímetro.

m³: metro cúbico.

MSA: Massa seca aérea.

MSR: Massa seca da raiz.

MST: Massa seca total.

MSA/MSR: Relação massa seca aérea e Massa seca da raiz.

NF: Número de folhas.

ni: Número de sementes germinadas/emergidas.

nm: nanômetro.

O₂: Oxigênio.

pH: potencial hidrogeniônico.

PPGBioAGRO: Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

PTS: Proteína Total Solúvel.

SP: Semente pequena.

SG: Semente grande.

t: tempo.

TMG: Tempo Médio de Germinação.

U: Unidades.

UNEMAT: Universidade do Estado de Mato Grosso.

V/V: Volume por volume.

%: porcentagem.

μmol: micromol.

RESUMO

SANTOS, Juliana Pereira. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, março de 2018. **Fisiologia e bioquímica de Jambo-vermelho sob aplicação de reguladores vegetais**. Orientadora: Lúcia Filgueiras Braga.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a germinação e bioquímica das sementes, e o crescimento das plantas de *Syzygium malaccense*, cujas sementes foram tratadas com reguladores vegetais antes da semeadura. Para avaliar a germinação as sementes foram divididas em duas classes de tamanho (sementes pequenas – 13,66 a 26,33 mm e sementes grandes – 26,34 a 39,00 mm) e quatro concentrações de reguladores vegetais (Controle – sementes imersas em água destilada por 24 horas, GA₃ 50 mg L⁻¹, GA₃ 100 mg L⁻¹ e GA/CK/AX 50 mL/kg semente), constituindo oito tratamentos. Avaliou-se a porcentagem de germinação e emergência, IVG, TMG, índice de sincronização, frequência relativa da germinação, nº de embriões presentes e plântulas formadas, altura e massa seca total das plantas. Para a bioquímica, foram coletadas amostras dos oito tratamentos, em quatro intervalos de tempo (0, 5, 10 e 15 dias) e determinado os teores de açúcar e proteína total solúvel, prolina e atividade da peroxidase. Para avaliação do crescimento aos 30 e aos 70 dias após a semeadura, utilizaram-se plantas originárias dos oito tratamentos, determinando-se: número de folhas, área foliar, diâmetro do coleto, comprimento de parte aérea, massa seca da parte aérea e de raiz, massa seca total, relação massa seca da parte aérea/massa seca da raiz, relação altura da planta/diâmetro do coleto, Índice de Qualidade de Dickson (IQD) e correlação entre o IQD e as variáveis que o determinam. O período de tempo necessário para emergência de *S. malaccense* é de 15 dias independente do tamanho das sementes. O uso de sementes grandes deve ser priorizada por apresentaram maior porcentagem e velocidade de germinação/emergência, menor TMG, e melhor sincronização, decorrente da mobilização mais rápida dos açúcares solúveis, formando mais plântulas com maior altura e massa seca. A degradação das reservas de proteína ao longo do tempo constitui importante fonte de energia para germinação de *S. malaccense*, podendo o concomitante acúmulo de prolina durante o processo ser indicador do vigor das sementes. A aplicação de

reguladores nas sementes, especialmente GA₃ aumenta a mobilização de açúcares solúveis, aumentando também a velocidade de germinação, e é recomendada sua utilização quando for utilizado sementes pequenas, por reduzir a atividade da enzima peroxidase e favorecer o aumento da emergência, altura e massa seca das plântulas. O uso de reguladores vegetais reduziu a ocorrência de ROS, protegendo as células de *S. malaccense* de danos oxidativos. As sementes grandes de *S. malaccense* formam plantas com parâmetros morfológicos mais adequados para mudas, e o uso de regulador vegetal dispensável para esse tamanho de semente. O uso de regulador vegetal é indicado para a produção de plantas de *S. malaccense* quando ocorrer maior número de sementes com medidas características de sementes pequenas, pois, a relação massa seca da parte aérea/massa seca da raiz, massa seca total e comprimento de parte aérea foram favorecidos com a aplicação de GA/CK/AX neste tamanho de semente.

Palavras-chave: *Syzygium malaccense*, Ácido Giberélico e Stimulate[®], Fisiologia da germinação, Bioquímica de plantas, Análise de crescimento.

ABSTRACT

SANTOS, Juliana Pereira. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, março de 2018. **Physiology and biochemistry of Jambo-red under application of plant regulators**. Adviser: Lúcia Filgueiras Braga.

The objective of the present study was to evaluate seed germination and biochemistry the growth of *Syzygium malaccense* plants, whose seeds were treated with plant regulators before sowing. To evaluate the germination, the seeds were divided into two size classes (small seeds - 13.66 to 26.33 mm and large seeds - 26.34 to 39.00 mm) and four concentrations of plant regulators (Control - seeds emerged for 24 hours in distilled water, GA₃ 50 mg L⁻¹, GA₃ 100 mg L⁻¹ and GA/CK/AX 50 mL/ kg seed), constituting eight treatments. The percentage of germination and emergence, germination speed index (GSI), germination average time (GAT), synchronization index, relative frequency of germination, number of embryos present and seedlings formed, height and total dry mass of the plants were evaluated. For the biochemistry, samples were collected from the eight treatments, in four time intervals (0, 5, 10 and 15 days) and determined the levels of sugar and total soluble protein, proline and peroxidase activity. To evaluate the growth, we used plants originating from the eight treatments. For the evaluation of the growth at 30 and 70 days after sowing, plants originating from the eight treatments were used, determining: number of leaves, leaf area, collection diameter, shoot length, aerial and root dry mass, total dry mass, dry mass ratio of root/dry mass of root, relation plant height/collection diameter, Dickson Quality Index (IQD) and correlation between the IQD and the variables that determine it. The time required for emergence of *S. malaccense* is 15 days regardless of seed size. The use of large seed must be prioritized because they presented higher percentage and germination/emergence speed, lower GAT, and better synchronization, due to the faster mobilization of soluble sugars, forming more seedlings with higher height and dry mass. Degradation of protein reserves over time is an important energy source for *S. malaccense* germination, and the concomitant accumulation of proline during the process may be indicative of seed vigor. The application of regulators in the seeds, especially GA₃ increases the mobilization of soluble sugars, also increasing the speed of

germination, and is recommended when small seeds are used, reducing the activity of the enzyme peroxidase and favoring the increase of the emergence, height and dry mass of the seedlings. The use of plant regulators reduced the occurrence of ROS, protecting *S. malaccense* cells from oxidative damage. The large seeds of *S. malaccense* form plants with morphological parameters more adequate for seedlings, and the use of plant regulator dispensable for this size of seed. The use of plant regulator is indicated for the production of *S. malaccense* plants when larger number of seeds occur with SP characteristics, since the dry weight ratio of aerial part/root dry mass, total dry weight and part length were favored with the application of GA/CK/AX in this seed size.

Key-words: *Syzygium malaccense*, Gibberellic acid and Stimulate[®], Physiology of germination, Plant biochemistry, Growth analysis.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Syzygium malaccense (L.) Merr. & L.M. Perry, espécie frutífera da família Myrtaceae, popularmente conhecida como Jambo-vermelho, é nativa da Índia e da Malásia, considerada exótica na África e América, e encontrada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, e em regiões quentes do Sudeste (COSTA et al., 2006; ALMEIDA et al., 2008).

A árvore de *S. malaccense* mede entre 12 e 18 m de altura, apresentando tronco reto, copa densa e flores vermelhas, o que lhe confere aspecto ornamental. Devido ao seu porte apresenta potencial para uso na arborização de parques, praças e canteiros centrais largos (BRASIL, 2012). A espécie é cultivada para uso em reflorestamentos e sistemas agroflorestais (RUDGE, 2008), ocorrendo em locais com abundância de chuva durante o ano (WHISTLER e ELEVITCH, 2006), exibindo crescimento rápido e produção abundante de frutos, a partir do sexto ano de plantio (ALMEIDA et al., 2008).

Os frutos de *S. malaccense* são carnosos e ricos em proteínas, fibras, vitaminas A, B1, B12, além de cálcio, ferro e fósforo (WHISTLER e ELEVITCH, 2006; MELO et al., 2009), apresentando uso medicinal como adstringente, estimulante do apetite, diurética e para o combate de anemias. Já em estudos farmacológicos, o extrato aquoso obtido da casca e caule, demonstra potencial antiviral contra os vírus da Herpes Simplex-1, da estomatite vesicular e do HIV-1, além do isolamento de bactérias como *Staphylococcus aureus* e *S. pyogenes* (LOCHER et al., 1995; LOCHER et al., 1996). Os extratos etanoicos da casca e do caule de *S. malaccense* também evidenciaram potencial contra caramujos adultos de *Biomphalaria glabrata*, hospedeiro intermediário da esquistossomose (OLIVEIRA et al., 2006).

Pesquisas demonstram que a propagação da espécie não é favorecida com o uso de estaquia, alporquia e enxertia (ALMEIDA et al., 2010), e a germinação de sementes é sua principal forma de propagação. Cada fruto contém uma única semente poliembriônica, com tamanho desuniforme, mas proporcional ao do fruto, podendo dar origem a mais de uma plântula por semente, porém, a emergência inicia-se em média aos 36 dias, e ocorre de forma irregular (COSTA et al., 2006). A ausência de uniformidade no tamanho das sementes, é resultado de fatores como temperatura, disponibilidade de água e

nutrientes, intensidade luminosa e duração do fotoperíodo que afetam o desenvolvimento e o acúmulo de reservas durante a formação da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), influenciando a qualidade fisiológica e a velocidade de germinação (FLORES et al., 2014).

De acordo com Pagliarini et al. (2014), sementes maiores são mais vigorosas, produzindo plântulas de melhor qualidade, quando comparadas a sementes de tamanhos inferiores. Considerando esta premissa, o método de classificar as sementes por tamanho permite padronizar a emergência das plântulas e o tamanho das mudas (SILVA et al., 2010). No entanto, a desuniformidade da emergência, também pode estar relacionada à variação na concentração dos hormônios de crescimento, que sofrem influência do ambiente externo (LEÃO et al., 2012) e geram respostas bioquímicas que interferem na germinação das sementes (ZUCARELI et al., 2014).

A padronização da emergência é importante, pois sincroniza as etapas de plantio e colheita (GOMES, 2014), permitindo ao produtor planejar a produção e reduzir o tempo da muda no viveiro. Para o alcance desta uniformidade, é possível fazer o uso de reguladores vegetais, o que segundo Silva et al. (2014), estimula e melhora a germinação das sementes e promove o crescimento de plantas jovens. Reguladores vegetais são compostos orgânicos, sintéticos ou de ocorrência natural nas plantas, que influenciam processos fisiológicos, modificando o crescimento e o desenvolvimento das espécies vegetais (MERLIN, 2012). Entre os reguladores mais conhecidos estão as auxinas, giberelinas e citocininas (TAIZ e ZEIGER, 2013), já a mistura de dois ou mais reguladores vegetais, ou destes com outras substâncias como aminoácidos, nutrientes e vitaminas é denominado de estimulante vegetal (SANTOS et al., 2017).

As auxinas aumentam a capacidade de germinação das sementes e o vigor das plântulas (AKBARI et al., 2007). Estão envolvidas no alongamento celular, diferenciação vascular, iniciação da raiz, dominância apical e na estimulação da produção de etileno (DURNER, 2013). As giberelinas atuam na indução da germinação e do alongamento celular (TAIZ e ZEIGER, 2013), sua aplicação em sementes, tende a acelerar a germinação e uniformizá-la, porque induz a produção de hidrolases para o enfraquecimento das estruturas ao redor do embrião (LAVAGNINI et al., 2014). Em *Syzygium samarangense* Merr. &

Perry, a aplicação de GA₃ favoreceu o desenvolvimento de gemas, o crescimento do fruto, sua coloração e aumentou a proporção de clorofila nas folhas (MONERUZZAMAN et al., 2011). As citocininas estão envolvidas no processo germinativo e na eficiência de eventos pós-germinativos (ZUCARELI et al., 2014). Seu uso permite antecipar a germinação de sementes (PICOLLOTO, et al., 2007), pois acelera o desenvolvimento do embrião, atua na diferenciação, alongamento celular e promove o crescimento das raízes (ZUCARELI et al., 2014).

O estimulante vegetal Stimulate[®], composto pelos reguladores vegetais GA/CK/AX, é um dos mais usuais para a produção de mudas de espécies florestais e sua formulação contém: Cinetina (0,009%), Ácido Giberélico (0,005%), Ácido Indolbutírico (0,005%) e ingredientes inertes (99,98%). Em virtude da concentração das substâncias que os estimulantes apresentam, pode ocorrer aumento da absorção e da utilização de água e nutrientes pelas plantas, favorecendo seu crescimento e desenvolvimento mesmo em condições adversas. Os estimulantes quando aplicados via semente, proporcionam maior uniformidade da germinação e plântulas com melhor qualidade, devido ao melhor desenvolvimento do sistema radicular e produção de matéria seca superior a sementes não tratadas (CASTRO e VIEIRA, 2003).

Os reguladores vegetais atuam sobre diferentes processos do desenvolvimento vegetal, e um dos meios para compreensão das suas ações quando aplicado exogenamente, se baseia na análise de mudanças químicas nas células relacionadas com o incremento da planta (PAIXÃO, 2016). As alterações bioquímicas em sementes podem ser visualizadas, através de modificações na mobilização e consumo de reservas de carboidratos, proteínas, açúcares e atividade de enzimas envolvidas no processo de germinação (ATAÍDE, 2013). Os açúcares totais solúveis fornecem energia para respiração e carbono para produção de metabolitos essenciais (GIMENEZ, 2012), enquanto as proteínas armazenadas, que representam o componente mais importante do protoplasma, depois da água, são essenciais para formação de novos tecidos (MARCOS FILHO, 2015). Pereira et al. (2015) destacam que analisar os teores de reservas das sementes é uma forma confiável de determinar o potencial fisiológico das sementes, pois, maior mobilização e teores de amido, proteína e açúcares durante a germinação são associados a sementes mais vigorosas.

O vigor das sementes também pode ser determinado pela atividade de enzimas antioxidantes como a peroxidase, que pode identificar danos degenerativos, e ser utilizada para separar as sementes em lotes de qualidade (BORBA et al. 2014). Entre as funções que a enzima participa tem-se o alongamento e regulação celular (HARTER et al., 2014), neutralização do oxigênio reativo e oxidação de fenólicos para facilitar a germinação (ANDRADE et al., 2015) reduzindo danos da peroxidação lipídica nas plantas (BOSSOLONI et al., 2017).

Durante o desenvolvimento da planta, as células em formação também podem sofrer danos osmóticos, e o aminoácido prolina atua protegendo estas células (TROVATO et al., 2008), mantendo as atividades fisiológicas, com degradação imediata após o alívio do estresse (PINTÓ-MARIJUAN e MUNNÉ-BOSCH, 2013). Estudos demonstram que esse aminoácido apresenta diversificação funcional, onde além de atuar como um soluto compatível ao estresse osmótico e salino, também pode extinguir a ROS (Espécies Reativas ao Oxigênio) e a ERN (Espécies Reativas ao Nitrogênio), mitigando danos oxidativos do sistema glutatona (SHARMA e DIETZ, 2006).

Deste modo, este trabalho avaliou a emergência e aspectos bioquímicos de sementes de *Syzygium malaccense*, bem como o crescimento inicial das plantas, sob influência do tamanho das sementes e da aplicação de reguladores vegetais.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKBARI, G.; SANAVY, S.A.M.M.; YOUSEFZADEH, S. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Paquistão, v.10, n.15, p.2557-2561, 2007.

ALMEIDA, E.J. de; SCALOPPI, E.M.T.; JESUS, N. de; MARTINS, A.B.G. Propagação de Jambeiro Vermelho (*Syzygium malaccense* L.) por estaquia de ramos herbáceos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.1, p.39-45, 2008.

ALMEIDA, E.J. de; SCALOPPI, M.T.; JESUS, N. de; BENASSI, A.C.; GANGA, R.M.D.; MARTINS, A.B.G. Propagação vegetativa de jambeiro vermelho [*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, Edição Especial, p.1658-1663, 2010.

ANDRADE, A.O.; SILVA, M.A.P. da; SANTOS, M.A.F. dos; GENERINO, M.E.M.; TORQUATO, I.H.S. Potencial alelopático de *palicourea rígida* kunth na germinação e desenvolvimento de *Lycopersicon esculentum* MILL. **Cadernos de Ciência e Cultura**, Crato, v.14, n.2, p.25-34, 2015.

ATAÍDE, G. da M. **Fisiologia, bioquímica e anatomia de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott. (Fabaceae) germinadas sob diferentes temperaturas**. 2013. 100f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

BOSSOLANI, J.W.; SÁ, M.E. de; MERLOTI, L.F.; BETTIOL, J.V.T.; OLIVEIRA, G.R.F. de; PEREIRA, D. dos S. Bioestimulante vegetal associado a indutor de resistência nos componentes da produção de feijoeiro. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v.11, n.4, p.307-214, 2017.

BORBA, I.C.G. de; BANDEIRA, J. de M.; MARINI, P.; MARTINS, A.B.N.; MORAES, D.M. de. Metabolismo antioxidativo para separação de lotes de sementes de diferentes graus de homogeneidade. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.12, n.1, p.20-26, 2014.

BRASIL. Decreto n. 5.144, de 15 de fevereiro de 2012. **Dispõe sobre a arborização pública na área urbana e sedes de distrito do município de Cuiabá e dá outras providências**. Cuiabá, MT, fev 2012.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, V. (Ed.). **Feijão irrigado: tecnologia de produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. p.1-29.

COSTA, R.S.C.; OLIVEIRA, I.V. de M.; MÔRO, F.V.; MARTINS, A.B.G. Aspectos morfológicos e influência do tamanho da semente na germinação de Jambo-

vermelho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.117-120, 2006.

DURNER, E.F. **Principles of Horticultural Physiology**. New Jersey: CABI, 2013. 405p.

FLORES, A.V.; BORGES, E.E. de L. e; GONÇALVES, J.F. de C.; GUIMARÃES, V.M.; ATAÍDE, G. da M.; BARROS, D. de P.; PEREIRA, M.D. Efeito do substrato, cor e tamanho de sementes na germinação e vigor de *Melanoxylon brauna*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.34, n.78, p.141-147, 2014.

GIMENEZ, J.I. **Condicionamento osmótico e GA3 na germinação de sementes de araticum de terra fria (*Annona emarginata* (Schltdl.) H.Rainer)**. 2012. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Botucatu – SP.

GOMES, G.R. Família Cactaceae: breve revisão sobre sua descrição e importância. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, Londrina, v.1, n.2, p.1-10, 2014.

HARTER, L.S.H.; HARTER, F.S.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G.E.; VILLELA, F.A. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.80-85, 2014.

LAVAGNINI, C.G.; DI CARNE, C.A.V.; CORREA, F.; HENRIQUE, F.; TOKUMO, L.E.; SILVA, M.H.; SANTOS, P.C.S. Fisiologia vegetal - hormônio giberelina. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.25, n.1, p.48-52, 2014.

LEÃO, E.F.; PEIXOTO, N.; MORAIS JÚNIOR, O. P. de. Emergência de plântulas de pequi em função da planta matriz e uso de Ácido Giberélico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.4, p.416-423, 2012.

LOCHER, C.P.; BURCH, M.T.; MOWER, H.F.; BERESTECKY, J.; DAVIS, H.; VAN POEL, B. Anti-microbial activity and ant-complement activity of extracts obtained from selected Hawaiian medicinal plants. **Jornal of Ethnopharmacology**, v.19, n.1, p.23-32, 1995.

LOCHER, C.P.; WITVROUW, M.; BÉTHUNE, M.P. de; BURCH, M.T.; MOWER, H.F.; DAVIS, H.; LASURE, A.; PAUWELS, R.; CLERCQ, E. de; VLIETINCK, A.J. Antiviral activity of Hawaiian medicinal plants against human immunodeficiency Virus Type-1 (HIV-1). **Phytomedicine**, Nova York, v.2, n.3, p.259-264, 1996.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MELO, R.R. de; ARAÚJO, E.R.S. de; SILVA, A.A.L. da; RANDAU, K.P.; XIMENES, E.C.P. de A. Características farmacobotânicas, químicas e biológicas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & I. M. Perry. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v.90, n.4, p.298-302, 2009.

MERLIN, T.P. de A. **Uso de reguladores vegetais e Bioestimulantes para a abreviação de produção do porta-enxerto Limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck)**. 2012. 90f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu – SP.

MONERUZZAMAN, K.M.; HOSSAIN, A.B.M.S.; NORMANIZA, O.; BOYCE, A.N. Growth, yield and quality responses to gibberellic acid (GA₃) of Wax apple *Syzygium samarangense* var. *Jambu air madu* fruits grown under field conditions. **African Journal of Biotechnology**, Lagos, v.10, n.56, p.11911-11918, 2011.

OLIVEIRA, A.M. de; HUMBERTO, M.M. dos S.; SILVA, J.M. da; ROCHA, R. de F. de A.R.; SANT'ANA, A.E.G. Estudo fitoquímico e avaliação das atividades moluscicida e larvicida dos extratos da casca do caule e folha de *Eugenia malaccensis* L. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.16, supl., p.618-624, 2006.

PAIXÃO, A.P. **Caracterização fisiológica, bioquímica e anatômica em genótipos de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch) em função da aplicação de cloreto de mepiquat**. 2016.177f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira – SP.

PAGLIARINI, M.K.; NASSER, M.D.; NASSER, F.A. de C.M.; CAVICHIOLI, J.C.; CASTILHO, R.M.M. de. Influência do tamanho de sementes e substratos na germinação e biometria de plântulas de jatobá. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.8, n.5, p.33-38, 2014.

PEREIRA, W.A.; PEREIRA, S.M.A.; DIAS, D.C.F. dos S. Dynamics of reserves of soybean seeds during the development of seedlings of different commercial cultivars. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.37, n.1, p.63-69, 2015.

PICOLOTTO, L.; BIANCHI, V.J.; FACHINELLO, J.C. Ação de Giberelinas e Citocininas na germinação de sementes de pessegueiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.3, p.225-232, 2007.

PINTÓ-MARIJUAN, M.; MUNNÉ-BOSCH, S. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. **Trends in Plant Science**, Londres, v.18, n.12, p.660-666, 2013.

RUDGE, A. de C. **Contribuição da chuva de sementes na recuperação de áreas e do uso de poleiros como técnica catalisadora da sucessão natural**. 2008. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ.

SANTOS, J.P.; BORGES, T.S.; SILVA, N.T.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R.M.; FREITAS, A.S. de. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento do feijoeiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v.15, n.1, p.815-824, 2017.

SHARMA, S.S.; DIETZ, K.J. The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 57, n.4, p.711–726, 2006.

SILVA, K. de S.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, L.F. de; FREITAS, P.S. de C.; GÓIS, G.B. de. Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de mudas de Jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.4, p.217-221, 2010.

SILVA, M.J.R. da; BOLFARINI, A.C.B.; RODRIGUES, L.F.O.S.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J. Formação de mudas de melancia em função de diferentes concentrações e formas de aplicação de mistura de reguladores vegetais. **Scientia Plena**, Sergipe, v.10, n.10, p.1-9, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TROVATO, M.; MATTIOLI, R.; COSTANTINO, P. Multiple roles of proline in plant stress tolerance and development. **Rendiconti Lincei**, Suíça, v.19, p.325-346, 2008.

WISTLER, W.A.; ELEVITCH, C.R. *Syzygium malaccense* (Malay apple). In: ELEVITCH, C.R. (Ed.) **Species profiles for Pacific Island Agroforestry**. Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, Hawai'i. Disponível em: <<http://www.traditionaltree.org>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

ZUCARELI, V.; ONO, E.O.; FERREIRA, G.; KROHN, N.G. Germinação de sementes de maracujazeiros: água, luz, temperatura e reguladores vegetais. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p.98-113, 2014.

3. CAPÍTULOS

3.1. REGULADORES VEGETAIS NA GERMINAÇÃO, MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS, TEOR DE PROLINA E ATIVIDADE DA PEROXIDASE DE SEMENTES DE JAMBO COM DIFERENTES TAMANHOS

¹Artigo submetido no periódico "nome do periódico".

Resumo – (Reguladores vegetais na germinação, mobilização de reservas, teor de prolina e atividade da peroxidase de sementes de jambo com diferentes tamanhos). Objetivou-se neste trabalho verificar a germinação e bioquímica de sementes de *Syzygium malaccense* com diferentes tamanhos sob influência da aplicação de reguladores vegetais. As sementes foram separadas em duas classes de tamanho (SP- sementes pequenas e SG- sementes grandes) e quatro concentrações de reguladores vegetais (Controle, 50 mg L⁻¹ GA₃, 100 mg L⁻¹ GA₃ e 50 mL kg/semente de estimulante contendo GA/CK/AX), constituindo oito tratamentos. Avaliou-se a porcentagem de germinação e emergência, IVG, TMG, índice de sincronização, frequência relativa da germinação, n^o de embriões e plântulas formadas, altura e massa seca total das plantas. Para a bioquímica, foram coletadas amostras dos oito tratamentos, em quatro intervalos de tempo (0, 5, 10 e 15 dias), determinando-se os teores de açúcar e proteína total solúvel, teor de prolina e atividade da peroxidase. O período de tempo necessário para emergência de *S. malaccense* é de 15 dias independente do tamanho das sementes. O uso de SG deve ser priorizada por apresentarem maior porcentagem e velocidade de germinação/emergência, menor TMG, e melhor sincronização, decorrente da mobilização mais rápida dos açúcares solúveis, resultando mais plântulas com maior altura e massa seca. A degradação de proteína e acúmulo de prolina pode ser indicador do vigor das sementes. O uso de GA₃ em SP é recomendado por acelerar os processos metabólicos na semente de *S. malaccense* durante a germinação, otimizando a mobilização de açúcares e reduzindo a atividade da peroxidase, favorecendo a velocidade de germinação e emergência, a altura e massa seca das de plântulas. A aplicação de reguladores nas sementes reduziu a ocorrência de ROS, protegendo as células de *S. malaccense* de danos oxidativos.

Palavras-chave: *Syzygium malaccense*, fitoreguladores, açúcar e proteína solúvel, aminoácido, enzima.

Abstract - (Plant regulators on germination, mobilization of reserves, proline content and peroxidase activity of jambo seeds with different sizes). The objective of this work was to verify the germination and biochemistry of seeds of *Syzygium malaccense* with different sizes under the influence of the application of plant regulators. The seeds were separated into two size classes (SS - small seeds and LS - large seeds) and four concentrations of plant regulators (Control, 50 mg L⁻¹ GA₃, 100 mg L⁻¹ GA₃ and 50 mL kg/seed of stimulant containing GA/CK/AX), constituting eight treatments. The percentage of germination and emergence, germination speed index (GSI), mean germination average time (GAT), synchronization index, relative frequency of germination, number of embryos and seedlings formed, height and total dry mass of the plants were evaluated. For the biochemistry, samples were collected from the eight treatments, in four time intervals (0, 5, 10 and 15 days), determining the levels of sugar and total soluble protein, proline content and peroxidase activity. The time required for emergence of *S. malaccense* is 15 days regardless of seed size. The use of LS should be prioritized because they present a higher percentage and speed of germination/emergence, lower GAT, and better synchronization, due to the faster

mobilization mobilization of soluble sugars, resulting in more seedlings with higher height and dry mass. Protein degradation and proline accumulation may be indicative of seed vigor. The use of GA₃ in SS is recommended for accelerating the metabolic processes in the *S. malaccense* seed during germination, optimizing sugar mobilization and reducing peroxidase activity, favoring germination and emergence velocity, height and dry mass of seedlings. The application of regulators in the seeds reduced the occurrence of ROS, protecting *S. malaccense* cells from oxidative damage.

Key-words: *Syzygium malaccense*, phyto regulators, sugar and soluble protein, amino acid, enzyme.

Introdução

Syzygium malaccense (L.) Merr. & L.M. Perry, conhecida popularmente como jambo-vermelho, é uma árvore perene, nativa da Ásia, pertencente à família Myrtaceae (SANTOS et al., 2016), que foi introduzida em países tropicais como o Brasil, com ampla ocorrência nos estados da região Norte, Nordeste e nas regiões quentes do Sudeste (NUNES, 2015). Apresenta porte arbóreo, podendo atingir 12 a 18 metros de altura (VIEGAS et al., 2016), floração em massa, com inflorescência de rosa a vermelho-escuro, que se destaca na paisagem e frutos vermelhos carnosos e comestíveis (TUIWAWA et al., 2013).

Cada fruto de *S. malaccense* contém uma única semente poliembriônica, com tamanho desuniforme, mas proporcional ao do fruto, podendo dar origem a mais de uma plântula por semente, com a emergência levando em torno de 36 dias, de forma irregular (COSTA et al., 2006). O tamanho da semente pode ser utilizado como um indicativo de sua qualidade fisiológica, onde as maiores possuem embriões bem desenvolvidos e conseqüentemente maior vigor que as de tamanhos menores (ZUCHI et al. 2016), e a classificação das sementes por tamanho e peso pode ser utilizada como estratégia para uniformizar a emergência das plântulas (SILVA et al. 2010), pois as de dimensões maiores possuem maior quantidade de reservas.

A desuniformidade de tamanho nas sementes reflete as variações na disponibilidade de nutrientes para os frutos durante sua formação, e interfere na sua qualidade fisiológica (FLORES et al., 2014). Como o processo germinativo é influenciado por diversos hormônios, estes podem favorecer ou inibir o processo (TAKATA et al., 2014), por sofrerem influência do ambiente externo nas suas concentrações (LEÃO et al., 2012). O uso de reguladores vegetais pode estimular e melhorar a germinação das sementes (PRADO NETO et al. 2007), pois são substâncias naturais ou sintéticas, que influenciam processos fisiológicos, modificando o crescimento e o desenvolvimento das espécies vegetais, de forma semelhante aos hormônios vegetais (SILVA et al., 2014).

Estudos tem demonstrado que o uso de reguladores vegetais pode auxiliar na melhoria do vigor das sementes, como verificado com a aplicação de ácido giberélico na germinação de *Psidium guajava* L. (MENEZES et al., 2010)

e *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (DAMIANI et al., 2016), com aplicação de ácido indolbutírico em *Psidium cattleianum* Sabine (HOSEL et al., 2017a) e uso do bioestimulante Stimulate® em *Genipa americana* L. (PRADO NETO, et al., 2007).

O estimulante vegetal Stimulate® composto pelos reguladores vegetais GA/CK/AX apresenta respectivamente, 0,005% de Ácido Giberélico, 0,009% de Cinetina, 0,005% de Ácido Indolbutírico e 99,98% de ingredientes inertes. O ácido giberélico (GA₃) favorece a germinação de sementes, por induzir a síntese de hidrolases, que enfraquecem a camada do endosperma, favorecendo o desenvolvimento do embrião (LOPES et al., 2009), além de promover o alongamento celular para o crescimento da radícula e da parte aérea (LIMA et al., 2009). As citocininas atuam na expansão das folhas e está associada ao crescimento do sistema radicular, melhorando o desenvolvimento da planta (FERREIRA e TROJAN, 2015). As auxinas aceleram o processo de enraizamento, aumentando a qualidade do sistema radicular, gerando mudas mais uniformes (VERNIER e CARDOSO, 2013).

Com o uso de reguladores vegetais, é possível elevar a qualidade e quantidade de mudas de espécies florestais em menor intervalo de tempo (BOTIN e CARVALHO, 2015). Entretanto, são necessários estudos sobre o efeito do uso desses reguladores sobre os compostos bioquímicos da semente que geram energia para o crescimento do embrião. Carboidratos, lipídios e proteínas constituem as principais reservas da semente e são utilizados como fonte de energia para a formação da plântula (WEIDLICH, et al. 2010). Os açúcares totais solúveis fornecem energia para respiração e carbono para produção de metabolitos essenciais (GIMENEZ, 2012), enquanto as proteínas armazenadas, que representam o componente mais importante do protoplasma, depois da água, são essenciais para formação de novos tecidos (MARCOS FILHO, 2015). Pereira et al. (2015) destacam que analisar os teores de reservas das sementes é uma forma confiável de determinar o potencial fisiológico das sementes, pois, maior mobilização e teores de amido, proteína e açúcares durante a germinação são associados a sementes mais vigorosas.

O vigor das sementes também pode ser determinado pela atuação da atividade de enzimas antioxidantes como a peroxidase, que pode identificar danos degenerativos, e ser utilizada para separar as sementes em lotes de

qualidade (BORBA et al. 2014). Entre as funções que a enzima participa tem-se o alongamento e regulação celular (HARTER et al., 2014), neutralização do oxigênio reativo e oxidação de fenólicos para facilitar a germinação (ANDRADE et al., 2015) reduzindo danos da peroxidação lipídica nas plantas (BOSSOLONI et al., 2017). Durante o desenvolvimento da planta, as células em formação também podem sofrer danos osmóticos, e o aminoácido prolina atua protegendo estas células (TROVATO et al., 2008), mantendo as atividades fisiológicas, com degradação imediata após o alívio do estresse (PINTÓ-MARIJUAN e MUNNÉ-BOSCH, 2013). Estudos demonstram que esse aminoácido apresenta diversificação funcional, onde além de atuar como um soluto compatível ao estresse osmótico e salino, também pode extinguir a ERO - Espécies Reativas ao Oxigênio (ROS - Reactive Oxygen Species) e a ERN - Espécies Reativas ao Nitrogênio (RNS, Reactive Nitrogen Species), mitigando danos oxidativos do sistema glutaciona (SHARMA e DIETZ, 2006).

Desse modo, objetivou-se neste trabalho, verificar a germinação e bioquímica de sementes de *Syzygium malaccense* com diferentes tamanhos sob a influência da aplicação de reguladores vegetais.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Ecofisiologia e Propagação de Plantas e seu respectivo viveiro de mudas, localizado na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT, *Campus Alta Floresta*), em Alta Floresta – MT. O clima é do tipo Am segundo a classificação de Köppen, caracterizado como tropical de monções, onde a temperatura média anual é de aproximadamente 26°C e a precipitação média anual é de 3000 mm, concentrando as chuvas nos meses de verão, e a estação de inverno é marcada por um período seco (ALVARES et al., 2013).

Os frutos de *Syzygium malaccense* foram coletados no município de Alta Floresta, em dezembro de 2016, durante o período de reprodução da espécie. Foi realizada a extração das sementes através da despolpa manual dos frutos, e estas foram lavadas em água corrente e posteriormente colocadas para secagem sobre bancada à sombra, por aproximadamente 4-6 horas, de forma a reduzir a umidade externa da semente. Todas as 1034 sementes foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 gramas Shimadzu Modelo AY220, medidas com auxílio de paquímetro digital, na região central da semente, para determinação do diâmetro (Figura 1A a D), e separadas por classes de tamanho em pequenas (SP) e grandes (SG). Foi registrado posteriormente aos 30 dias o nº de embriões e plântulas formadas em cada semente.

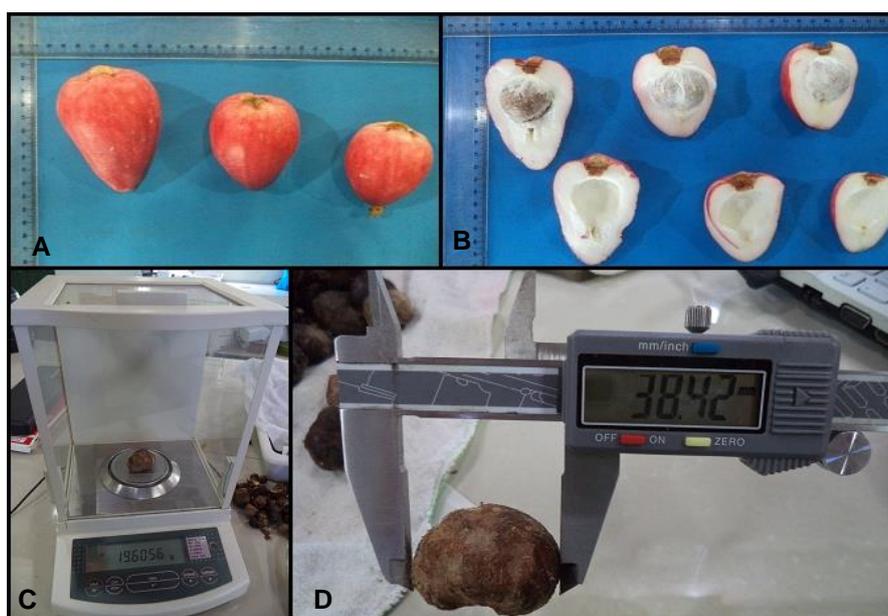


Figura 1. Aspecto externo (A) e interno (B) dos frutos, pesagem (C) e medição da semente (C) de *Syzygium malaccense*.

Foi determinado o **Grau de umidade** das sementes de *S. malaccense* pelo método de esfufa a 105°C, segundo as RAS (BRASIL, 2009), utilizando-se 10 repetições de cinco sementes cada, para cada tamanho de semente

Foi avaliada a correlação entre o número de embriões e de plântulas originadas em cada tamanho de semente, utilizando as medidas de 160 sementes de cada tamanho. Foram consideradas as seguintes classes de correlação: forte ($0,8 \leq p < 1$), moderada ($0,5 \leq p < 0,8$), fraca ($0,1 \leq p < 0,5$) e ínfima ($0 \leq p \leq 0,1$) conforme Santos (2010).

Experimento I: Germinação de sementes

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, com duas classes de tamanho de sementes (pequenas e grandes) conforme padrão de medidas definidas por Costa et al. (2006), com o diâmetro das sementes pequenas entre 13,66 mm à 26,33 mm e das grandes entre 26,34mm à 39,00 mm e três concentrações de reguladores [50 mL do estimulante contendo GA/CK/AX (Stimulate®) por kg/semente, 50 e 100 mg L⁻¹ de Ácido giberélico (GA₃)] e o tratamento controle (sementes embebidas em água destilada por 24 horas) para cada tamanho de semente, constituindo oito tratamentos.

Antes da aplicação dos reguladores as sementes passaram por assepsia superficial em hipoclorito de sódio comercial (2,5%) diluído em água destilada na proporção de 1:1 (v:v) durante 5 minutos, seguido de lavagem em água destilada pelo mesmo período. A aplicação de GA₃ foi conduzida com imersão das sementes em solução aerada durante 24 horas. O estimulante com GA/CK/AX foi aplicado diretamente sobre as sementes, no interior de saco plástico, na proporção de 50 mL kg/semente. Após aplicação dos reguladores, as sementes foram tratadas com o fungicida Captan® (Captan) na forma de pó molhável na proporção de 0,5% do peso das sementes.

Cada tratamento foi constituído de quatro repetições com 25 sementes cada, que foram colocadas em bandejas plásticas de cor preta, com dimensões de 38x58x17 cm (comprimento x largura x profundidade) e furos no fundo para drenagem da água, contendo serragem decomposta. Em cada bandeja foi utilizado um fio de algodão na superfície do substrato, para delimitar quatro subdivisões correspondentes as repetições de cada tratamento. As

sementes foram dispostas na profundidade de 0,5 cm e a 2 cm de distância cada. As caixas foram levadas para viveiro coberto com tela de sombreamento 50% e irrigadas abundantemente uma vez ao dia no período da manhã.

As avaliações da germinação foram realizadas diariamente durante 15 dias, com a retirada das sementes cuidadosamente da serragem e posterior reposição, onde foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram extensão radicular ≥ 2 mm (REHMAN et al., 1996). A contagem da emergência de plântulas foi realizada aos 15 e 30 dias após a semeadura, considerando emergidas aquelas com emissão da parte aérea $\geq 0,5$ cm acima do solo. Foi registrada a altura das plântulas aos 30 dias, em cada repetição e tratamento, utilizando uma régua graduada em milímetros.

A **Porcentagem de germinação e de emergência** das sementes foi realizada de acordo com Labouriau e Valadares (1976), onde: G e E (%) = $(N/A) \times 100$, onde N = Número de sementes germinadas/emergidas e A = número total de sementes; e o **Índice de velocidade de germinação (IVG)** calculado segundo Maguire (1962), onde $IVG = \Sigma(G_i/n_i)$, onde G_i = número de sementes germinadas e n_i = dia da contagem em cada tratamento.

O **Tempo médio de Germinação (TMG)** e **Frequência relativa de germinação (Fr)** avaliados até 15 dias após a semeadura, foram obtidos pela equação proposta por Labouriau e Valadares (1976) onde:

$$TMG = \frac{\sum n_i t_i}{\sum n_i} \quad \text{Onde:} \quad n_i = \text{número de sementes germinadas por dia,}$$
$$t_i = \text{tempo da avaliação depois do início do teste.}$$

$$Fr = \frac{n_i}{\sum n_i}, \quad \text{Onde:} \quad n_i = \text{número de sementes germinadas por dia;}$$
$$\sum n_i = \text{número total de sementes germinadas.}$$

O **Índice de sincronização (\bar{E})** foi avaliado até 15 dias após a semeadura, conforme fórmula de Labouriau e Pacheco (1978):

$$\bar{E} = - \sum Fr \log_2 Fr, \quad \text{Onde: } \bar{E}_g \text{ e } \bar{E}_e = \text{índice de sincronização, } Fr = \text{frequência}$$

relativa de germinação e \log_2 = logaritmo na base 2.

Aos 30 dias após a semeadura, foi realizada contagem do **Número de embriões e Plântulas normais** (Figura 2) formadas em cada um dos oito tratamentos. Foram utilizadas 160 sementes de cada classe de tamanho (totalizando 320 sementes), distribuídas nos tratamentos controle, GA₃ 50 mg L⁻¹, GA₃ 100 mg L⁻¹ e GA/CK/AX 50 mL kg/semente (40 sementes cada).

Foi considerada como normal as plântulas com sistema radicial, hipocótilo, epicótilo, folhas cotiledonares e plúmula bem desenvolvida.

Aos 30 dias foi avaliada a **Massa seca total (MST)** das plântulas de cada repetição e tratamento. As massas foram obtidas com auxílio de balança de precisão 0,0001 gramas Shimadzu Modelo AY220 e secas em estufa a 65°C por período de 48 horas.



Figura 2. Detalhes de *Syzygium malaccense*: semente iniciando a emissão da radícula (A), semente com vários embriões germinados (B) e os mesmos embriões germinados após serem isolados (C), plântulas formadas em uma semente (D) e o aspecto das plântulas após a separação dos cotilédones (E).

Experimento II: Bioquímica de sementes

O delineamento experimental (Figura 3) foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4x4, com duas classes de tamanho de sementes [pequenas e grandes], quatro reguladores hormonais [50 e 100 mg L⁻¹ de Ácido Giberélico (GA₃), 50 mL GA/CK/AX kg/semente e o controle (sementes imersas em água destilada por 24 horas)], e quatro intervalos de coleta [0 (sementes imersas em água destilada por 24 horas e congeladas à -20°C), 5, 10 e 15 dias após a semeadura], perfazendo 288 sementes e 32 tratamentos com três repetições de três sementes cada. A embebição em água destilada no tratamento controle foi necessária para facilitar a posterior separação dos eixos embrionários.

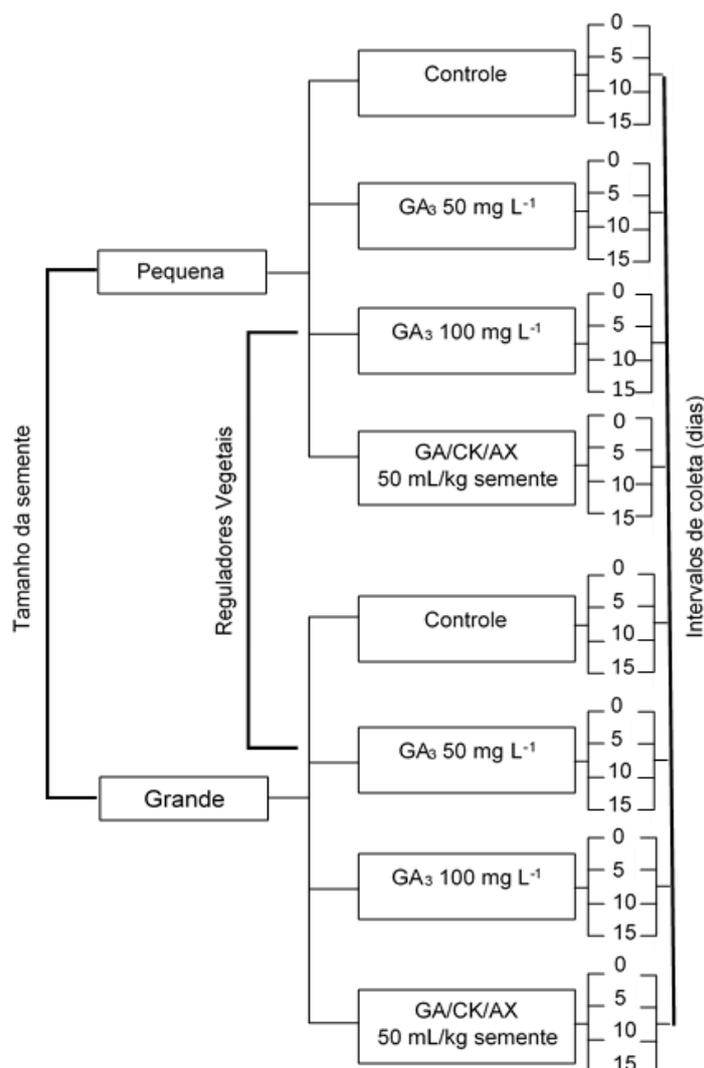


Figura 3. Fluxograma do delineamento experimental com duas classes de tamanho de sementes, quatro reguladores hormonais e quatro intervalos de coleta de amostras de *Syzygium malaccense*.

As 288 sementes (144 de cada tamanho), passaram por assepsia e aplicação de reguladores (exceto as sementes do controle), conforme descrito para o experimento I. A aplicação de fungicida foi realizada nas sementes de cada tamanho (conforme descrito no experimento I), reservadas para coleta de amostras aos 5, 10 e 15 dias

As sementes de cada tratamento foram colocadas para germinar em bandejas plásticas de cor preta, com dimensões de 38x58x17 cm (comprimento x largura x profundidade), contendo serragem decomposta. As bandejas foram levadas para viveiro coberto com tela de sombreamento 50% e irrigadas uma vez ao dia, pela manhã. Foram retiradas amostras para análises bioquímicas nos quatro intervalos de tempo [0, 5, 10 e 15 dias], utilizando-se 3 sementes/plântulas para cada uma das três sub-amostras de cada tratamento. Para proceder às análises bioquímicas foram removidos os tegumentos e cotilédones de cada semente, utilizando apenas o eixo embrionário (Figura 4). As três subamostras de cada tratamento foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas em freezer a -20°C até a realização das análises abaixo:

Açúcares totais solúveis: Foram analisados pelo método fenol-sulfúrico, de acordo com Dubois et al. (1956), utilizando 25 mg de amostra seca em estufa à 65 °C por 48 horas. O extrato bruto foi obtido com diluição da amostra seca em 10 mL de água destilada, mantido em banho-maria Marca LS Logen à 37°C por 30 minutos, filtrado em organza e o volume completado com água destilada para 50 mL. Como padrão, utilizou-se glicose. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV-Vis marca Spectrum Meter a 490 nm, onde o teor de açúcares solúveis totais foi expresso em mg glicose g⁻¹ de massa seca.

Proteínas totais solúveis: A determinação foi realizada de acordo com o método de Bradford (1976). Para obtenção do extrato fresco, foi realizada a maceração em almofariz de porcelana, de 100 mg material fresco (eixo embrionário e raiz primária, quando existente) em 5 mL de tampão fosfato pH 6,7 0,2 M. O sobrenadante foi centrifugado em centrífuga NT825 marca Nova Técnica por 10 minutos entre 0-4 °C à 10.000 g. Como padrão, utilizou-se caseína. A leitura de absorvância foi feita em espectrofotômetro UV-Vis marca Spectrum Meter a 595 nm, onde o teor de proteínas foi expresso em mg g⁻¹ de massa fresca.

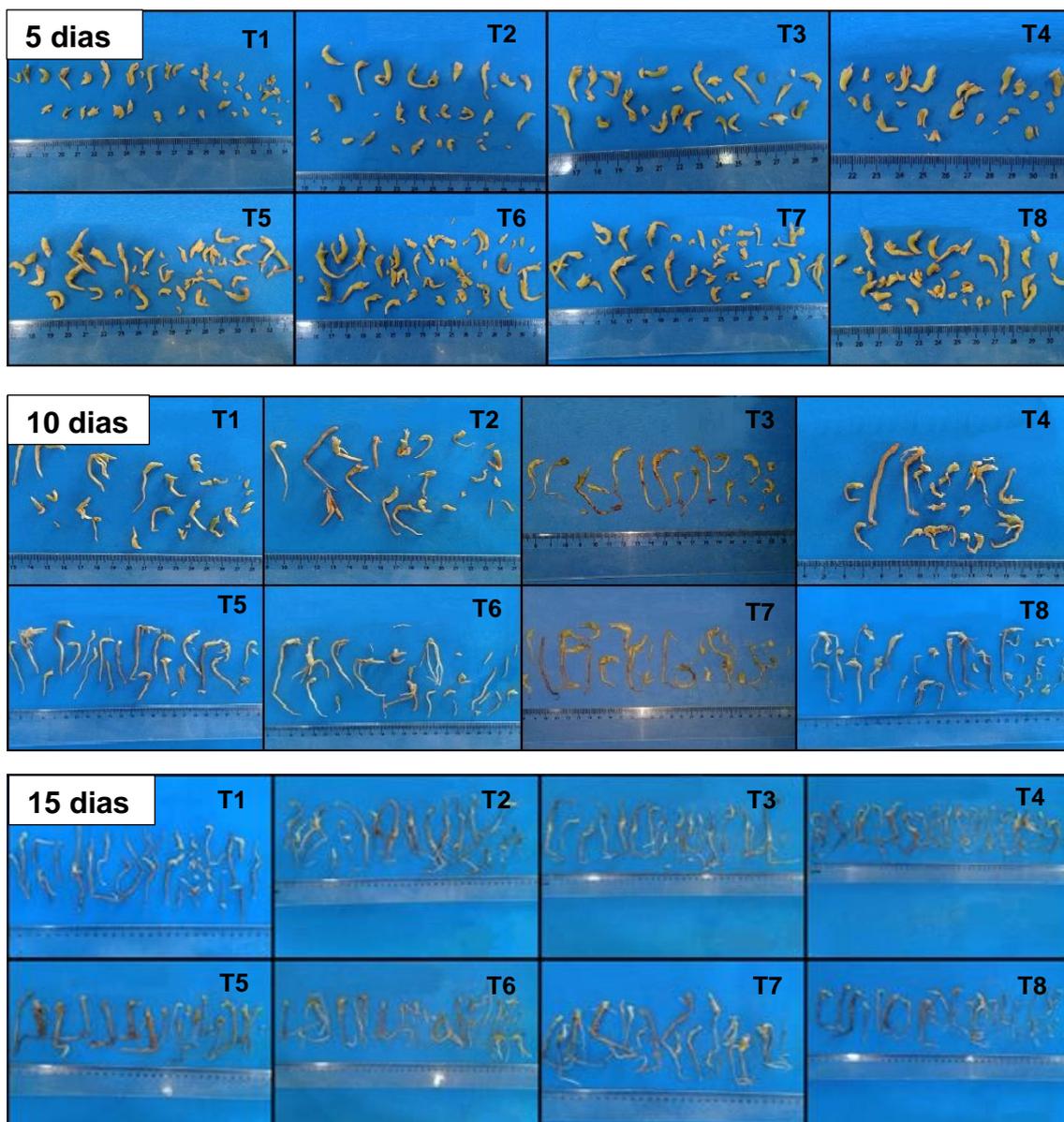


Figura 4. Aspecto dos eixos embrionários (e raízes) das amostras utilizadas nas análises bioquímicas de *Syzygium malaccense*: T1 (Controle SP), T2 (GA_3 50 mg L^{-1} SP), T3 (GA_3 100 mg L^{-1} SP), T4 (GA/CK/AX 50 mL/kg de SP), T5 (Controle SG), T6 (GA_3 50 mg L^{-1} SG), T7 (GA_3 100 mg L^{-1} SG), T8 (GA/CK/AX 50 mL/kg de SG), aos 5, 10 e 15 dias.

Teor de prolina: Foi determinado utilizando-se o método de Bates et al. (1973). Para a reação, pipetaram-se alíquotas de 1 mL do extrato bruto, que foi obtido utilizando 25 mg de amostras de material seco triturado (eixo embrionário e raiz primária, quando existente), colocadas em banho-maria Marca LS Logen com 10 mL de ácido sulfosalicílico 3% e agitados por 1 hora. O sobrenadante foi extraído e centrifugado em centrífuga NT825 marca Nova Técnica por 10 minutos entre 0-4 °C à 10.000 g. Para a reação, utilizou-se 1 mL do sobrenadante + 2,0 mL de ninhidrina ácida + 2,0 mL de ácido acético glacial.

Em seguida as amostras foram mantidas em banho-maria à temperatura de 100 °C por 1 hora. Após o resfriamento, o composto colorido foi medido a 520 nm em espectrofotometro UV-Vis marca Spectrum Meter. As absorbâncias obtidas foram comparadas com a curva padrão de prolina e, os resultados expressos em $\mu\text{g g}^{-1}$ de massa seca.

Atividade da peroxidase: Para extração da enzima foram pesadas amostras frescas formadas por 100 mg de sementes inteiras ou 100 mg de plântulas de cada repetição e tratamento. Em seguida foram maceradas em almofariz de porcelana contendo 5 mL de tampão fosfato 0,2 M, pH 6,7 e centrifugadas em centrífuga NT 825 marca Nova Técnica por 10 minutos à 10.000 g conforme método de Allain et al. (1974) modificado por Lima et al. (1999). A leitura da absorbância foi feita em espectrofotômetro UV-Vis marca Spectrum Meter a 505 nm. A velocidade da reação foi expressa em unidades (U), onde uma U corresponde a $1\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ decomposto/ $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ de g^{-1} de massa fresca.

A análise de correlação no experimento 1 foi realizada no programa estatístico R versão 2.15.2 (R CORE TEAM, 2012). As variáveis de germinação e bioquímica foram submetidas a análise da variância no pacote estatístico ESTAT versão 2.0, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O índice de sincronização da germinação foi transformado pela $\sqrt{x + 0,5}$.

Resultados e Discussão

Experimento I

A quantidade de embriões em cada semente de *S. malaccense* variou de 1 a 9, com maior número de embriões proporcionalmente em SG (Figura 5 A e B). A maior parte das SP (88,2%) e SG (75%) apresentaram entre 1 e 3 embriões.

Sementes que apresentaram entre 1 e 4 embriões formaram, proporcionalmente, 1 a 4 plântulas, enquanto as sementes que apresentaram entre 5 e 9 embriões formaram menor número de plântulas do que o total de embriões presentes (1 a 4 plântulas) (Figura 5 A e B), com estas últimas menos frequentes na amostra coletada, totalizando 3,75% e 11,25% do total de SP e SG, respectivamente (Figura 5 A e B).

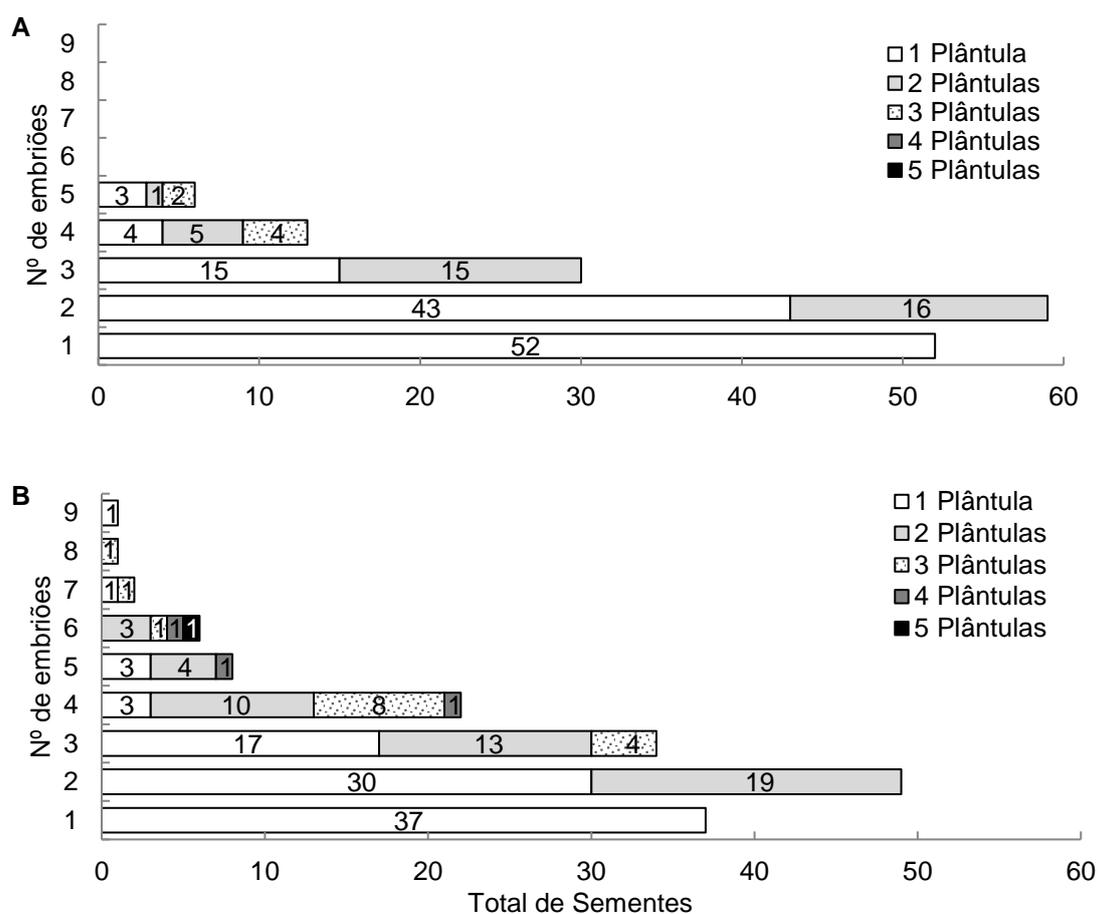


Figura 5. Distribuição do número de plântulas formadas a partir do número de embriões nas sementes pequenas (A) e grandes (B) de *Syzygium malaccense* 30 dias após a semeadura.

A variação de massa entre as SP e SG pode ser observada na Tabela 1, com as SG apresentando maiores valores. Porém, a massa média de SP corresponde a faixa de valores registrados entre mínima e média de SG, indicando que nas SP ocorre quantidade de reserva cotiledonar semelhante a encontrada em algumas SG, o que pode favorecer um desempenho germinativo semelhante, já que de acordo com Silva et al. (2017) sementes com maior massa apresentam maior vigor durante a germinação, consistindo em um indicador de qualidade fisiológica da semente. A grande variação entre valores mínimos e máximos na massa das sementes classificadas como pequenas (> 2.000%) e grandes (> 17.000%) indica que na classificação de tamanho empregada poderia ser adicionada uma classe intermediária de sementes entre pequenas e grandes.

O maior grau de umidade ocorreu em SP (64,17%), mas semelhante ao valor encontrado para SG (63,16%), Tabela 1. Essa alta porcentagem de umidade (entre 30 e 70%) qualifica as sementes de *S. malaccense* como recalitrantes, demonstrando a sensibilidade da semente a dessecação (MARCOS FILHO, 2015), característica da maioria das frutíferas da família Myrtaceae (HOSSEL et al., 2017b).

A estimativa dos coeficientes de correlação de Pearson, do número de plântulas formadas de acordo com o número de embriões presentes nas sementes encontra-se na Tabela 2, ocorrendo significância para os dois tamanhos de sementes. Em SG e SP, os valores de 0,50 e 0,53 respectivamente, foram considerados como correlação moderada ($0,50 \geq 0,80$), segundo critério de Santos (2010), o que denota que sementes com maior número de embriões não são desejáveis, pois não correspondem a maior número de plântulas e, conseqüentemente, maior número de embriões implica em redução no seu tamanho e vigor. Corroborando para a afirmação de Ferreira (2015) de que em sementes poliembriônicas os embriões dividem as reservas, o que ocasiona a redução na emergência, vigor e sobrevivência das plântulas, bem como a competição entre as plântulas-irmãs.

Tabela 1. Grau de umidade e massa fresca de sementes pequenas e grandes de *Syzygium malaccense* antes da germinação.

Tamanho de sementes	Grau de umidade (%)	Massa fresca(g)			Diâmetro (mm)*
		Miníma	Média	Máxima	
SP	64,17	0,635	5,311	12,865	13,66 - 26,33
SG	63,16	1,111	9,411	19,480	26,34 - 39,00

SP = sementes pequenas, SG = sementes grandes. * Classificação de diâmetro de acordo com padrão de medidas definidas por Costa et al. (2006).

Tabela 2. Matriz de coeficiente de correlações de Pearson (r), do número de embriões em sementes grandes e pequenas de *Syzygium malaccense*, com o número de plântulas formadas, aos 30 dias após a sementeira.

	Nº de Embriões em SG	Nº de Embriões em SP
Nº de Plântulas em SG	0,50*	-
Nº de Plântulas em SP	-	0,53*

Pelo teste t correlações acompanhadas de * são significativas a 5%. SP = sementes pequenas, SG = sementes grandes.

Os valores de porcentagem de germinação, TMG, IVG e \bar{E} de *S. malaccense* sofreram influência do tamanho das sementes, com melhores resultados observados para SG (Figura 6A e B). Contudo, independentemente do tamanho ocorreu elevada germinação (> 97%) aos 15 dias da sementeira. Sementes maiores, de acordo com Pardo et al. (2015), possuem embriões mais desenvolvidos, maior quantidade de reserva, o que proporciona uma emergência mais rápida e uniforme. Os resultados observados para *S. malaccense* se assemelham ao observado por Pereira et al. (2011) para *Hymenaea stigonocarpa* var. *stigonocarpa* Mart. Ex Hayne, cujas sementes de menor tamanho levaram mais tempo para emissão da raiz primária, quando comparada a sementes maiores.

O IVG foi influenciado pela aplicação dos reguladores vegetais (Figura 7), com maiores valores quando aplicado nas sementes o GA₃ na menor concentração (50 mg L⁻¹). Esse resultado se deve a ação da giberelina, que promove o enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião, favorecendo o transporte e absorção de reservas que se encontravam armazenadas, para regiões de crescimento do embrião, promovendo assim, a protrusão da radícula devido ao alongamento celular, acelerando e uniformizando a germinação (SANTOS et al., 2013). Maior velocidade de germinação com o uso de GA₃ também foram verificados em *Passiflora ligularis* com 100 mg L⁻¹ (CADORIN et al., 2017), *Citrus sunki* hort. ex Tan. com 50 e 75

mg L⁻¹ (SOUZA et al., 2015) e *Psidium guajava* L. com 0,25 mg L⁻¹ (MENEZES et al., 2010).

Na frequência da germinação (Figura 8), verifica-se distribuição polimodal em todos os tratamentos realizados, com a germinação iniciando aos 2 dias. No tratamento controle (sem regulador) o maior pico na frequência de germinação para SG ocorreu aos 4 dias (t= 4 dias), resultado semelhante ao obtido com aplicação de GA₃ (50 e 100 mg L⁻¹) (Figura 8B), enquanto em SP, o tratamento controle apresentou menores picos de frequência, modulados aos 4 e 6 dias (t=6 dias) (Figura 8A). Em sementes pequenas, tratadas com GA₃, ocorreram os maiores picos de frequência de germinação aos 4 dias (t= 5 dias), demonstrando que a aplicação de GA₃ em sementes pequenas de *S. malaccense* favoreceu uma germinação mais rápida (Figura 8A).

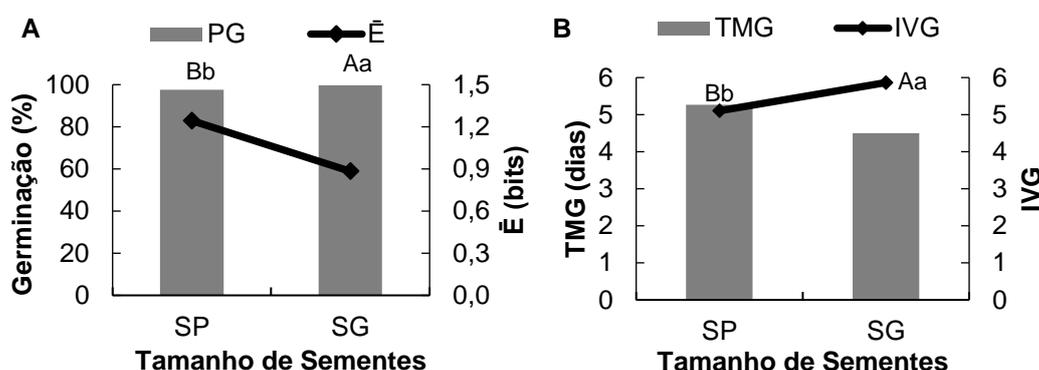


Figura 6. Porcentagem de germinação e Índice de sincronização (A), Tempo médio de germinação e Índice de velocidade de germinação (B) de sementes pequenas e grandes de *Syzygium malaccense*. Letras iguais maiúsculas para porcentagem de germinação e TMG e minúsculas para Ê e IVG, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. SP= sementes pequenas, SG= sementes grandes, PG= porcentagem de germinação, Ê= índice de sincronização, TMG= Tempo médio de germinação e IVG= índice de velocidade de germinação.

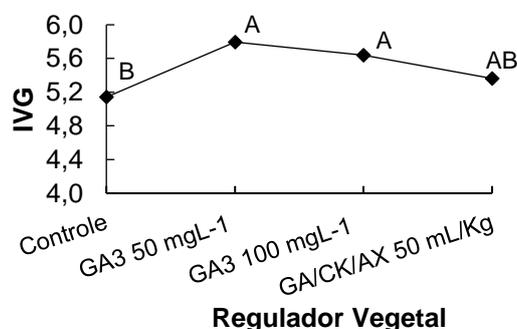


Figura 7. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Syzygium malaccense* submetidas a diferentes reguladores vegetais. Letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A emergência das plântulas de *S. malaccense* aos 15 dias após a semeadura, com aplicação de GA₃ (50 e 100 mg L⁻¹) apresentou maior porcentagem para SP e SG, porém, em SG não houve diferença em relação ao controle (Tabela 3). Esses resultados diferem dos encontrados por Costa et al. (2006), que descreveu a emergência de *S. malaccense* em substrato vermiculita, iniciando em média aos 36 dias. Contudo, no trabalho destes autores não foi realizada a separação das sementes por tamanho, nem se realizou a aplicação de reguladores, fatores que podem ter favorecido para redução do tempo de emergência.

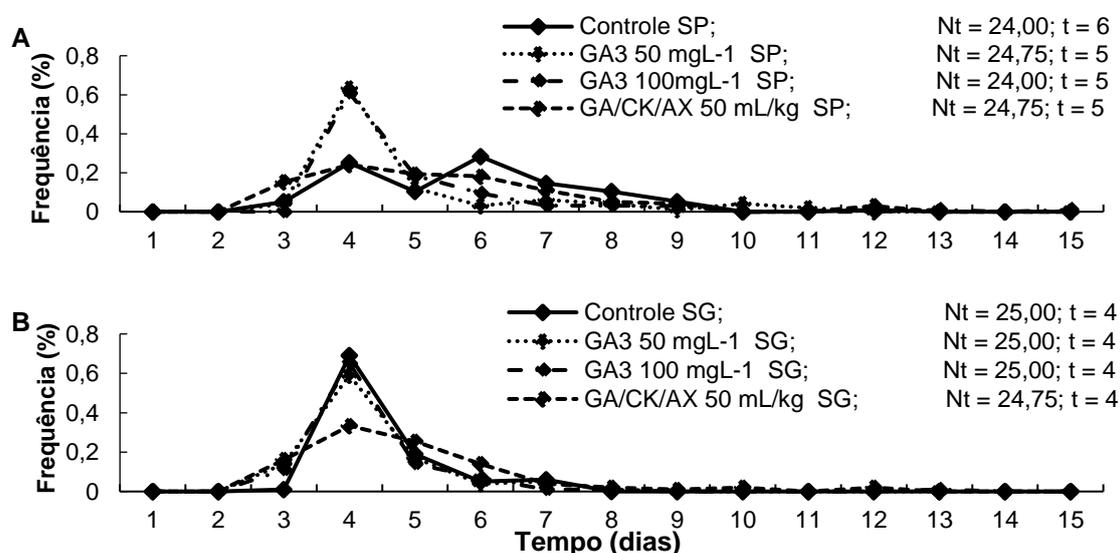


Figura 8. Frequência relativa da germinação de sementes pequenas (A) e grandes (B) de *Syzygium malaccense* submetidas a diferentes reguladores vegetais. SP = sementes pequenas, SG = sementes grandes, t = Tempo Médio de Germinação; Nt = n^o total de sementes germinadas no período).

Tabela 3. Porcentagem de emergência de plântulas de *Syzygium malaccense* originárias de sementes pequenas e grandes tratadas com reguladores vegetais, aos 15 dias após semeadura.

DAS	Tamanho de Sementes	Reguladores vegetais			
		Controle	GA ₃ 50 mg L ⁻¹	GA ₃ 100 mg L ⁻¹	GA/CK/AX 50 mL/kg semente
Emergência %					
15	SP	15 Bb	63 Aa	57 Ab	23 Ba
	SG	61 Aa	72 Aa	76 Aa	25 Ba

D.M.S.(T.S.) = 18,4650; D.M.S.(R) = 13,8251; C.V. (%) = 19,3

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP = sementes pequenas, SG = sementes grandes, R.=Regulador, T.S.= Tamanho de semente. DAS = dias após a semeadura.

Apesar da elevada germinação fisiológica de *S. malaccense* aos 15 dias após a semeadura, a taxa de emergência das plântulas no mesmo período (<80%), não estão de acordo com os valores obtidos para a germinação (Tabela 3). A determinação da germinação fisiológica representa o processo de início da embebição até a protrusão da raiz primária através do tegumento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), e é importante para determinação da viabilidade e vigor em um lote de sementes, pois influenciará no desempenho das sementes em campo. Na RAS é considerada como germinada apenas quando ocorre a emergência de plântulas normais (BRASIL, 2009), pois do ponto de vista prático, na germinação fisiológica não é possível determinar a porcentagem de plântulas anormais e, para a germinação agrônômica proposta pela RAS, plântulas anormais apresentam baixa capacidade para se estabelecer e tornarem-se produtivas em campo, por isso não são contabilizadas na germinação. Assim, lotes de sementes com alta germinação no laboratório podem ter baixo vigor e isto se manifesta com baixa emergência de plântulas, provavelmente devido às condições ambientais do laboratório que normalmente são as mais adequadas.

Aos 30 dias, a emergência foi bastante elevada também em SP (>97%) (Figura 9A), decorrente do elevado percentual de sementes que completaram a protrusão da raiz primária aos 15 dias (Figura 6A). Pereira et al. (2011) destacam que SP apresentam grande chance de mortalidade na fase de transição entre a emissão da raiz primária e a emissão da parte aérea, quando comparado as chances de SG. Baseado nesta observação, os resultados encontrados para *S. malaccense*, demonstram que ambos os tamanhos de sementes apresentaram bom desempenho durante esta fase de transição (entre 15 e 30 dias), sem taxa de mortalidade.

Constatou-se a presença de maior número de embriões e consequentemente de plântulas em sementes de maior tamanho (dados não apresentados). Verificou-se também que a imersão das sementes em 50 mg L⁻¹ de GA₃ contribuiu para ocorrência de maior número de plântulas, aos 30 dias após a semeadura (Figura 9B), em decorrência do maior índice de velocidade de germinação das sementes neste tratamento (Figura 7). Esses resultados corroboram com os de Costa et al. (2006) para *S. malaccense* e os de Wagner Júnior et al. (2011) para *Plinia trunciflora* (DC) Berg e *P. peruviana* var.

Trunciflora, que observaram maior velocidade de emergência, número de embriões e plântulas formadas em SG.

Aos 30 dias, as plantas mais altas originaram-se de SG (Tabela 4), com o valor máximo encontrado no tratamento controle (28 cm), porém com valor médio de altura no controle, inferior à média dos demais tratamentos, demonstrando que embora o controle tenha apresentado a planta mais alta, esta não é representativa do conjunto de plântulas emergidas no tratamento. Observou-se maiores valores médios na altura das plantas com aplicação nas SG de 100 mg L⁻¹ de GA₃ e 50 mL de GA/CK/AX/kg semente. A altura das plantas originadas de SP seguiu a mesma tendência, com maiores médias nestes tratamentos.

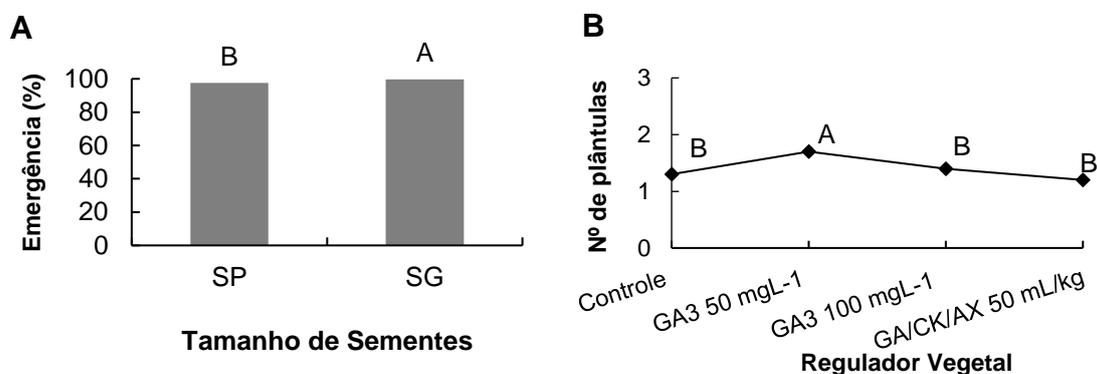


Figura 9. Porcentagem de emergência de plântulas originárias de sementes pequenas e grandes de *Syzygium malaccense* (A) e número médio de plântulas originárias de sementes tratadas com reguladores vegetais (B) 30 dias após semeadura. Letras iguais, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. SP = sementes pequenas, SG = sementes grandes.

Tabela 4. Altura aos 30 dias, das plantas de *Syzygium malaccense*, originárias de sementes pequenas e grandes tratadas com reguladores.

DAS	Tratamentos	Altura (cm)		
		miníma	média	máxima
30	Controle	8,2	12,9	17,0
	SP GA ₃ 50 mg L ⁻¹	9,5	14,3	19,5
	SP GA ₃ 100 mg L ⁻¹	10,0	15,2	20,7
	SP GA/CK/AX 50 mL/kg semente	10,2	15,5	23,0
30	Controle	13,0	18,3	28,0
	SG GA ₃ 50 mg L ⁻¹	12,4	18,4	27,0
	SG GA ₃ 100 mg L ⁻¹	15,0	22,1	27,7
	SG GA/CK/AX 50 mL/kg semente	13,5	18,9	25,8

SP = sementes pequenas, SG = sementes grandes.

SG em comparação às SP deram origem a plantas com maior massa seca, contudo os tratamentos com reguladores, beneficiaram o acúmulo de massa seca das plantas, quando aplicados em SP, mas apenas o tratamento com GA/CK/AX 50 mL/kg foi estatisticamente superior ao controle (Tabela 5). Batista et al. (2015), destacam que em lotes de sementes de menor vigor, como observado para SP de *S. malaccense*, a utilização de substâncias hormonais ajuda na expressão do potencial fisiológico das sementes. Corroborando com a afirmação de Tecchio et al. (2015), de que devido o bioestimulante conter auxina, citocinina e giberelina, essas substâncias incrementam a altura e o comprimento das raízes, formando folhas mais desenvolvidas que promovem melhor atividade fotossintética e conseqüentemente o desenvolvimento da planta, o que provavelmente acarretou em maior acúmulo de massa de *S. malaccense* com seu uso neste tratamento.

Tabela 5. Valores médios de massa seca total de plantas de *Syzygium malaccense* originárias de sementes pequenas e grandes, tratadas com reguladores vegetais, aos 30 dias após a semeadura.

DAS	Tamanho de Semente	Regulador Vegetal							
		Controle		GA ₃ 50 mg L ⁻¹		GA ₃ 100 mg L ⁻¹		GA/CK/AX 50 mL/kg semente	
Massa seca total (g)									
30	SP	0,4782	Bb	0,5408	ABb	0,5130	ABb	0,6290	Ab
	SG	1,0317	Aa	1,0560	Aa	1,1024	Aa	0,9837	Aa

D.M.S. (T.S.) = 0,1480; D.M.S. (R.) = 0,1108; C.V. (%) = 9,6

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP = sementes pequenas, SG = sementes grandes, R.=Regulador, T.S.= Tamanho de semente, DAS = Dias após a semeadura.

Experimento II

O tamanho das sementes influenciou o teor de açúcar total solúvel presente nos eixos embrionários de *S. malaccense*, com menores valores ocorrendo em SG nos tratamentos controle e 50 mg L⁻¹ de GA₃ (Tabela 6), resultados que contrariam a afirmação de Yuyama e Silva Filho (2003) de que SP possuem menos reservas. O maior teor de açúcar em SP, pode estar relacionado ao fato desse tamanho de semente reter proporcionalmente maior quantidade de água do que as sementes de maior tamanho, devido a sua maior área de contato por unidade de massa (ARALDI et al., 2013), conforme foi observado para o grau de umidade (Tabela 1), o que favoreceria a atividade

enzimática para conversão do amido em açúcar. Essa maior retenção de água, deve ser considerada por unidade de tempo, já que SG normalmente apresentam mais colóides (amido, proteínas, lipídios, etc.) e, portanto, tendem a embeber maior volume de água.

Com a utilização de 50 mg L⁻¹ de GA₃, SG e SP exibiram menores teores de açúcares, só diferindo do tratamento controle nas SP e do tratamento com 100 mg L⁻¹ de GA₃ nas SG (Tabela 6). De acordo com Zucareli et al. (2014), as giberelinas aumentam a plasticidade da parede celular, por promover a hidrólise do amido em açúcar, o que reduz o potencial hídrico da célula, resultando na entrada de água e promovendo o alongamento celular.

SG, quando comparadas a SP, apresentaram menos açúcares no início do processo germinativo (tempo 0) e aos 10 dias (Tabela 6), indicando maior mobilização dos açúcares em SG logo após a embebição inicial e transcorrido período de 10 dias, suficiente para 99% das sementes germinarem, o que pode ser atribuído a maior velocidade de germinação destas sementes (Figura 6B). Os açúcares são considerados fonte primária de energia para que ocorra o desenvolvimento do embrião, e seu consumo durante e após a germinação é importante para o desempenho inicial das plântulas (HENNING et al., 2010).

Nas SP, foi verificada maior mobilização dos açúcares aos 5 e 15 dias, demonstrando acúmulo de ATS aos 10 dias e atraso no processo germinativo, comparado às SG (Tabela 6), o que é comprovado pelo maior TMG e IVG (Figura 6B). Comportamento semelhante, com maior teor de ATS antes do início da germinação, consumo no decorrer do processo e tendência a novo acúmulo com o desenvolvimento inicial da plântula também foi observado em *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake (MAGALHÃES et al., 2010) e em *Melanoxylon brauna* Schott. aos 25°C e 30°C (ATAÍDE et al., 2017).

Na comparação entre tratamentos foi verificado diferença significativa no teor de ATS aos 10 e 15 dias, com maiores valores no tratamento com 100 mg L⁻¹ de GA₃ aos 10 dias e no controle aos 15 dias (Tabela 6). Ao longo do período de avaliação, não foi observada alteração significativa nos teores de açúcares das sementes do tratamento controle. No tratamento com 50 mg L⁻¹ de GA₃ houve redução nos teores a partir de 5 dias, com a menor média entre todos os tratamentos aos 15 dias. Com a aplicação de 100 mg L⁻¹ de GA₃ se verificou

menores teores de açúcar aos 5 e 15 dias, enquanto com a utilização de GA/CK/AX 50 mL/kg semente, os menores valores ocorrem principalmente, aos 10 e 15 dias da emergência (Tabela 6). Esse consumo de ATS nos tratamentos, ocorreu possivelmente para formação de novos tecidos durante o crescimento da plântula e manutenção de processos fisiológicos, conforme afirmaram Magalhães et al. (2010).

Esse comportamento indica que a mobilização dos açúcares pode ocorrer tardiamente nas sementes de *S. malaccense*, considerando que o TMG é de 4-6 dias (Figura 8). Apesar da mobilização ser relativamente tardia, o processo de germinação, de acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), inicia com reservas próprias do embrião e depois é mantido com o consumo dos componentes dos tecidos de reserva, pela atividade enzimática e pelo fluxo dos componentes solúveis às regiões de crescimento onde há rápido consumo.

Tabela 6. Teor de Açúcar Total Solúvel em eixos embrionários de sementes pequenas e grandes de *Syzygium malaccense*, em diferentes intervalos de coleta, após aplicação de reguladores vegetais.

Açúcar Total Solúvel (mg glicose g⁻¹ massa seca)							
Tamanho de Sementes	Reguladores vegetais						
	Controle		GA₃ 50 mg L⁻¹		GA₃ 100 mg L⁻¹		GA/CK/AX 50 mL/kg semente
SP	37,326	Aa	32,359	Ba	33,475	ABa	30,604 Ba
SG	32,853	ABb	28,829	Bb	35,663	Aa	32,270 ABa
D.M.S.(T.S.) = 3,4598; D.M.S.(R) = 4,6031; C.V. (%) = 10,31							
Tamanho de Sementes	Tempo (dias)						
	0		5		10		15
SP	41,206	Aa	27,660	Cb	35,409	Ba	29,489 Ca
SG	34,720	Ab	33,179	ABa	29,911	Bb	31,805 ABa
D.M.S.(T.S.) = 3,4598; D.M.S.(T) = 4,6031; C.V. (%) = 10,31							
Tempo (dias)	Reguladores Vegetais						
	Controle		GA₃ 50 mg L⁻¹		GA₃ 100 mg L⁻¹		GA/CK/AX 50 mL/kg semente
0	37,963	Aa	37,963	Aa	37,963	Aa	37,963 Aa
5	32,940	Aa	27,056	Ab	29,849	Ab	31,833 Aab
10	32,985	Ba	30,410	Bb	39,573	Aa	27,674 Bb
15	36,470	Aa	26,947	Bb	30,891	ABb	28,279 Bb
D.M.S.(T) = 6,5097; D.M.S.(R) = 6,5097; C.V. (%) = 10,31							

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP= Semente Pequena; SG= Semente Grande; T.S.= Tamanho de sementes; T.= Tempo; R.= Regulador Vegetal.

Os reguladores vegetais atuam como mensageiros primários, desencadeando uma série de alterações celulares quando suas célula-alvo identificam seus sinais e iniciam as respostas bioquímicas (INÁCIO et al., 2011). Durante a germinação, o GA₃ estimula a síntese de enzimas hidrolíticas, que degradam reservas de amido e proteína (SCALON et al., 2006), transformando estes em substâncias solúveis como açúcares e aminoácidos, para serem utilizados pelo eixo embrionário durante o crescimento (TAIZ e ZEIGER, 2013), o que explica o consumo mais evidenciado aos 5 dias nos tratamentos com GA₃, coincidindo com a maior velocidade de germinação observada nestes tratamentos (Figura 7).

O GA/CK/AX 50 mL/kg semente, além da giberelina, possui a auxina e a citocinina. A resposta a auxina envolve mudanças na atividade de enzimas e na expressão gênica, por provocar a acidificação da parede celular para induzir o alongamento celular, e aumentar a atividade de enzimas envolvidas na biossíntese de polissacarídeos, que serão usados como materiais da parede celular, para continuar o crescimento celular (CARON et al., 2015). A citocinina regula o nível de ácido abscísico e inibidores fenólicos, fazendo com que a semente seja mais sensível a ação da giberelina para iniciação do processo germinativo (WALKER et al., 1989).

Deste modo, o metabolismo diferenciado de açúcar no tratamento com GA/CK/AX quando comparado aos tratamentos com GA₃, se deve possivelmente ao balanço hormonal, com a resposta final ao biorregulador influenciada pelo conjunto de reguladores presentes na solução, promovendo uma resposta fisiológica diferente do uso isolado do GA₃, porém mais acentuada que a apresentada pelo tratamento controle (Tabela 6). Esse consumo mais lento pode ser um indicador de redução do desperdício de energia durante o processo de respiração desencadeado pela aplicação do estimulante com GA/CK/AX, visto que a respiração envolve principalmente a oxidação de açúcar, que é fonte de carbono para formação de metabólitos secundários como aminoácidos, proteínas e energia na forma de ATP (FAGAN et al., 2010; GIMENEZ, 2012).

A Figura 10 apresenta os teores de proteínas totais solúveis e de prolina nos eixos embrionários de *S. malaccense*, ocorrendo efeito do tempo de coleta. No tempo "0" (antes da semeadura) se verifica elevada quantidade de proteínas solúveis e posterior degradação no decorrer do período de avaliação

(Figura 10A), evento relacionado ao gasto energético que o embrião tem para promover a germinação, com desenvolvimento inicial da radícula e da parte aérea, evidenciando a importância da proteína como fonte energética secundária em *S. malaccense* nesse período. Resultados semelhantes foram encontrados em *Caesalpinia peltophoroides* Benth., onde ocorreu degradação progressiva das reservas de proteína com o desenvolvimento da radícula aos 5 dias (CORTE et al., 2006) e em *Melanoxylon brauna* Schott. aos 3 dias (ATAÍDE et al., 2017), confirmando, deste modo, que a degradação de proteínas se inicia nas primeiras horas da embebição da semente (ROSENTAL et al., 2014), por meio da atuação de diferentes enzimas, que rompem os vacúolos de armazenamento no eixo embrionário no decorrer do processo germinativo (BEWLEY et al., 2013), mobilizando-as para o desenvolvimento do embrião, até que ocorra o crescimento da plântula e esta se torne autotrófica (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

Constatou-se aumento no teor de prolina nos eixos embrionários ao longo do tempo (Figura 10B). Esse aminoácido altamente solúvel atua como um osmoprotetor, aumentando a pressão osmótica e mantendo a absorção de água pela célula para manutenção das atividades fisiológicas, exercendo, portanto, função no desenvolvimento da planta, protegendo as células em desenvolvimento de danos osmóticos, conforme observaram Marijuan e Bosch (2013). Isto poderia justificar o acúmulo desse aminoácido ao longo do tempo, devido ao aumento na pressão de embebição com o avanço das etapas do processo germinativo, culminando com o desenvolvimento de novas plântulas.

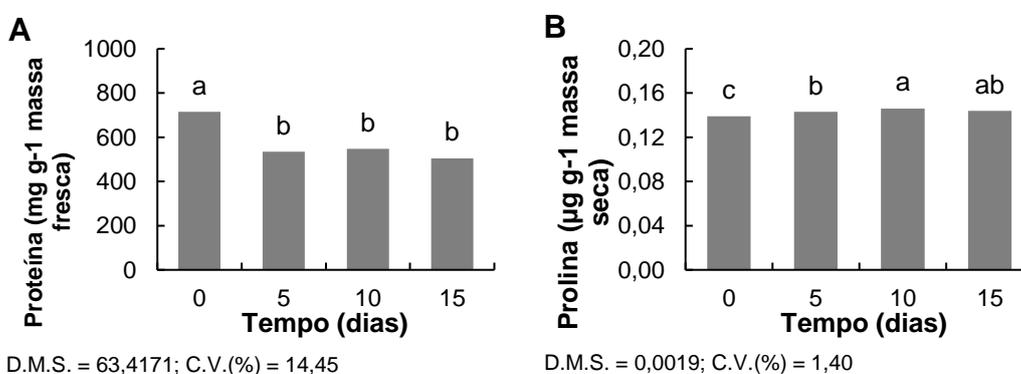


Figura 10. Teores de Proteína Total Solúvel (A) e Prolina (B) em eixos embrionários de *Syzygium malaccense*, em diferentes intervalos de coleta. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 7, se verifica para o teor de prolina, que não ocorreu diferença entre os tratamentos com reguladores vegetais e o controle em cada tamanho de semente. Maior teor de prolina foi observado em eixos embrionários oriundos de SG com uso de 100 mg L⁻¹ de GA₃ e GA/CK/AX 50 mL/kg de semente, em comparação com as SP. Esse acúmulo pode ter sido ocasionado devido estes reguladores (giberelina, auxina e citocinina) atuarem impulsionando o alongamento e crescimento celular, e sua presença em sementes de maior tamanho, normalmente consideradas mais vigorosas, promoveram o desenvolvimento mais rápido das plântulas (Tabela 7) e, possivelmente favoreceram o acúmulo deste aminoácido, pois, de acordo com Trovato et al. (2008), existe uma correlação positiva entre o acúmulo de prolina e o alongamento celular, e também entre a síntese proteica com glicoproteínas ricas em hidroxiprolina, que são constituintes estruturais que regulam a divisão e extensão celular, para constituição da parede celular.

A atividade da enzima peroxidase nas SP, foi maior no tratamento controle, diferindo dos resultados encontrados nos tratamentos com reguladores e da atividade da enzima registrada para SG neste tratamento (Tabela 8). A peroxidase nas SP, que receberam GA/CK/AX 50 mL/kg de semente, também foi superior a observada nas SG (Tabela 4). Em SG a maior atividade da peroxidase foi observada no tratamento com GA₃ 50 mg L⁻¹, diferindo apenas do tratamento com GA/CK/AX 50 mL/kg de semente (Tabela 8).

Tabela 7. Teores de Prolina em eixos embrionários de sementes pequenas e grandes de *Syzygium malaccense*, tratadas com reguladores vegetais.

Tamanho de Sementes	Prolina (µg g ⁻¹ massa seca)							
	Reguladores vegetais							
	Controle	GA ₃ 50 mg L ⁻¹		GA ₃ 100 mg L ⁻¹		GA/CK/AX 50 mL/kg semente		
SP	0,143	Aa	0,142	Aa	0,142	Ab	0,141	Ab
SG	0,143	Aa	0,144	Aa	0,145	Aa	0,145	Aa

D.M.S. (T.S.) = 0,0021; D.M.S. (R) = 0,0027; C.V. (%) = 1,40

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP= Semente Pequena; SG= Semente Grande; T.S.= Tamanho de semente; R.= Regulador Vegetal.

Segundo Marcos Filho (2015), em geral, a atividade enzimática durante o processo germinativo, controla a digestão das reservas, reduz o gasto energético e acelera as reações. Atua ainda, no sistema antioxidante celular, aumentando a tolerância da planta a estresses abióticos e bióticos, por meio da decomposição do H₂O₂ (peróxido de hidrogênio) em H₂O e O₂, minimizando os danos durante estresse oxidativo (SOUZA, 2010) como é o caso para a enzima peroxidase.

Os resultados apontam que SP de *S. malaccense* são menos vigorosas que SG, conforme também assegurado por Borba et al. (2014) relacionando a maior atividade da peroxidase a lotes de sementes que apresentam menor vigor. Este comportamento justifica a ocorrência de germinação mais lenta das SP no tratamento controle, quando comparado às SG, com maior atividade da enzima em todos os tratamentos com SP. Nas SG a maior atividade da peroxidase ocorreu com a utilização de GA₃ 50 mg L⁻¹, o que pode ser devido ao envolvimento da peroxidase nas funções de regulação e alongação celular, conforme assinalaram Harter et al. (2014), e foi observado neste tratamento o maior crescimento em altura das plantas até 15 dias (dados não apresentados).

A atividade da enzima ao longo do tempo evidencia maior atividade no tempo "0", com redução aos 15 dias, possivelmente devido a estabilização no crescimento da plântula. Nas SG, a atividade da enzima comparada as SP, foi menor no tempo 0 e aos 10 dias (Tabela 8). A mobilização de reservas em *S. malaccense* se inicia nas primeiras horas em contato com a água (Tempo 0), com reativação do metabolismo, ocasionando aumento da velocidade respiratória e ativação de enzimas como a peroxidase que atua no sistema oxidativo, gerando O₂ que é o principal produto consumido na respiração. Enzimas como as proteases e amilases também respondem aos sinais enviados pelos fitohormônios, para iniciar a hidrólise das reservas de proteína e açúcares para promover o crescimento do embrião e participar de reações da cadeia respiratória, o que explica maiores valores desses produtos no tempo 0 (Tabela 8).

Tabela 8. Atividade da Peroxidase em eixos embrionários de sementes pequenas e grandes de *Syzygium malaccense*, em diferentes intervalos de coleta, após aplicação de reguladores vegetais.

Peroxidase (H₂O₂ consumido min mg de massa fresca)								
Tamanho de Sementes	Reguladores vegetais							
	Controle	GA₃ 50 mg L⁻¹		GA₃ 100 mg L⁻¹		GA/CK/AX 50 mL/kg semente		
SP	8,023	Aa	6,572	Ba	6,282	Ba	6,159	Ba
SG	5,916	ABb	6,001	Aa	5,921	ABa	4,956	Bb
D.M.S. (T.S.) = 0,7819; D.M.S. (R) = 1,0330; C.V. (%) = 15,39								
Tamanho de Sementes	Tempo (dias)							
	0	5		10		15		
SP	10,254	Aa	7,095	Ba	5,898	Ca	3,789	Da
SG	7,841	Ab	7,356	Aa	4,344	Bb	3,252	Ca
D.M.S.(T.S.) = 0,7819; D.M.S.(T) = 1,0330; C.V. (%) = 15,39								
Tempo (dias)	Reguladores vegetais							
	Controle	GA₃ 50 mg L⁻¹		GA₃ 100 mg L⁻¹		GA/CK/AX 50 mL/kg semente		
0	9,047	Aa	9,047	Aa	9,047	Aa	9,047	Aa
5	8,771	Aa	8,123	ABa	5,082	Cbc	6,926	Bb
10	5,401	Ab	5,301	Ab	6,360	Ab	3,420	Bc
15	4,658	Ab	2,673	Bc	3,916	ABc	2,836	Bc
D.M.S. (T) = 1,4609; D.M.S. (R) = 1,4609; C.V. (%) = 15,39								

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP= Semente Pequena; SG= Semente Grande; T.S.= Tamanho de sementes; T.= Tempo; R.= Regulador Vegetal.

A velocidade de resposta da enzima peroxidase em cada tamanho de semente foi reflexo da quantidade de reserva e da atividade hormonal induzida pelos reguladores vegetais utilizados em cada tratamento. Pode-se afirmar que a maior atividade enzimática em sementes pequenas é uma forma de reduzir os gastos energéticos e acelerar as reações (MARCOS FILHO, 2015), como verificado no tratamento controle, além de alta atividade enzimática, maior quantidade de açúcar, possivelmente pelo balanço hormonal, desencadeando resposta mais tardia que o observado em SG e em nos outros tratamentos com reguladores vegetais (Tabela 8). A menor atividade da enzima observada em todos os tratamentos que receberam a aplicação dos reguladores comparado ao controle pode indicar que a espécie não estava passando por estresse oxidativo, e que os reguladores agiram como um protetor celular, reduzindo os radicais livres e a ocorrência de ROS (Espécies reativas ao oxigênio).

Entre os reguladores vegetais, maior atividade da peroxidase foi observada aos 5 dias nos tratamentos controle e com GA₃ 50 mg L⁻¹. Aos 10

dias, menor atividade foi verificada no tratamento com GA/CK/AX 50 mL/kg de semente e aos 15 dias o tratamento controle se manteve com a maior atividade da enzima, não diferindo apenas do tratamento com GA₃ 100 mg L⁻¹.

A resposta à concentração hormonal foi evidenciada também no maior consumo dos açúcares totais solúveis dos eixos embrionários das sementes (pequenas e grandes), especialmente com a aplicação de 50 mg L⁻¹ de GA₃ (Tabela 6), evidência da sua atuação como facilitadora da germinação, possivelmente pela ativação de enzimas como a α-amilase, que em conjunto com a peroxidase nas membranas celulares, possibilita que as substâncias químicas produzidas sejam utilizadas para promover a protrusão da raiz, desencadeando a maior velocidade de germinação para *S. malaccense* (Figura 7).

Conclusões

Nas condições em que foi realizado o trabalho, concluiu-se:

O período de tempo necessário para emergência de *Syzygium malaccense* é de 15 dias independente do tamanho das sementes.

Sementes pequenas e grandes de *S. malaccense* originam número semelhante de plântulas, mas a utilização de sementes grandes deve ser priorizada por apresentarem maior porcentagem e velocidade de germinação/emergência, menor TMG, e melhor sincronização, decorrente da mobilização mais rápida dos açúcares solúveis, formando mais plântulas com maior altura e massa seca.

A degradação das reservas de proteína ao longo do tempo constitui importante fonte de energia secundária para germinação de *S. malaccense*, podendo o concomitante acúmulo de prolina durante o processo ser indicador do vigor das sementes.

A aplicação de reguladores nas sementes, especialmente GA₃ aumenta a mobilização de açúcares solúveis, aumentando também a velocidade de germinação, e é recomendada sua utilização quando for utilizado sementes pequenas, por reduzir a atividade da enzima peroxidase e favorecer o aumento da emergência, altura e massa seca das plântulas.

O uso de reguladores vegetais reduziu a ocorrência de ROS, protegendo as células de *S. malaccense* de danos oxidativos.

Referências Bibliográficas

ALAIN, C.C.; POON, L.S.; CHAN, C.S.G.; RICHMOND, W.; FU, P.C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, Washington, v.20, n.4, p.470-475, 1974.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Kooppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ANDRADE, A.O.; SILVA, M.A.P. da; SANTOS, M.A.F. dos; GENERINO, M.E.M.; TORQUATO, I.H.S. Potencial alelopático de *palicourea rígida* kunth na germinação e desenvolvimento de *Lycopersicum esculentum* MILL. **Cadernos de Ciência e Cultura**, Crato, v.14, n.2, p.25-34, 2015.

ARALDI, R.; VELINI, E.D.; GOMES, G.L.G.C.; CARBONARI, C.A.; ALVES, E.; TRINDADE, M.L.B. Variação do tamanho de sementes de plantas daninhas e sua influência nos padrões de emergência das plântulas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.1, p.117-126, 2013.

ATAÍDE, G. da M.; BORGES, E.E. de L.; PICOLI, E.A. de T.; LEITE FILHO, A.T.; FLORES, A.V. Alterações nas reservas de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott. (Fabaceae Caesalpinoideae) durante a germinação em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.12, n.3, p.372-379, 2017.

BATISTA, T.B.; BINOTTI, F.F. da S.; CARDOSO, E.D.; BARDIVIESSO, E.M.; COSTA, E. Aspectos fisiológicos e qualidade de mudas da pimenteira em resposta ao vigor e condicionamento das sementes. **Bragantia**, Campinas, v.74, n.4, p.367-373, 2015.

BATES, L.S.; WALDREN, R.P.; TEARE, I.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, Crawley, v.39, n.1, p.205-207, 1973.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J. HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Nova York: Springer, 2013. 392p.

BORBA, I.C.G. de; BANDEIRA, J. de M.; MARINI, P.; MARTINS, A.B.N.; MORAES, D.M. de. Metabolismo antioxidativo para separação de lotes de sementes de diferentes graus de homogeneidade. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.12, n.1, p.20-26, 2014.

BOSSOLANI, J.W.; SÁ, M.E. de; MERLOTI, L.F.; BETTIOL, J.V.T.; OLIVEIRA, G.R.F. de; PEREIRA, D. dos S. Bioestimulante vegetal associado a indutor de resistência nos componentes da produção de feijoeiro. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v.11, n.4, p.307-214, 2017.

BOTIN, A.A.; CARVALHO, A. de. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v.13, n.1, p.83-96, 2015.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, Nova York, v.72, n.1, p.248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CADORIN, D.A.; VILLA, F.; DALASTRA, G.M.; HEBERLE, K.; ROTILI, M.C.C. Tratamentos pré-germinativos em sementes de granadilha (*Passiflora ligularis*). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.16, n.3, p.256-261, 2017.

CARON, V.C.; GRAÇAS, J.P.; CASTRO, P.R. de C. e. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ, 2015. 46p.

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CORTE, V.B; BORGES, E.E. de L. e; PONTES, C.A.; LEITE, I.T. de A.; VENTRELLA, M.C.; MATHIAS, A. de A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.6, p.941-949, 2006.

COSTA, R.S.C.; OLIVEIRA, I.V. de M.; MÔRO, F.V.; MARTINS, A.B.G. Aspectos morfológicos e influência do tamanho da semente na germinação de Jambovermelho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.117-120, 2006.

DAMIANI, C.R.; SILVA, L.D. da; GOELZER, A.; DÉO, T.G. Seed origin, storage conditions, and gibberellic acidon in vitro germination of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. **African Journal of Biotechnology**, Lagos, v.15, n.32, p.1731-1737, 2016.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analitycal Biochemistry**, Orlando, v.28, n.3, p.350-356, 1956.

FAGAN, E.B; DOURADO NETO, D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; OLIVEIRA, R.F. de; MARTINS, K.V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, Campinas, v.69, n. 4, p.771-777, 2010.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERREIRA, D.N. de S. **Conseqüências da poliembrionia e monoembrionia no desenvolvimento e estabelecimento das plântulas em sementes de**

***Carapa surinamensis* Miq. (Meliaceae).** 2015. 51f. Dissertação (Mestrado em Biologia), Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, Manaus – AM.

FERREIRA, B.Z.; TROJAN, D.G. Hormônios de plantas: uma prospecção sobre suas descobertas e aplicações. **Revista TechnoEng**, Ponta Grossa, v.1, n.11, p.1-48, 2015.

FLORES, A.V.; BORGES, E.E. de L. e; GONÇALVES, J.F. de C.; GUIMARÃES, V.M.; ATAÍDE, G. da M.; BARROS, D. de P.; PEREIRA, M.D. Efeito do substrato, cor e tamanho de sementes na germinação e vigor de *Melanoxylon brauna*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.34, n.78, p.141-147, 2014.

GIMENEZ, J.I. **Condicionamento osmótico e GA₃ na germinação de sementes de araticum de terra fria (*Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer).** 2012. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP.

HARTER, L.S.H.; HARTER, F.S.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G.E.; VILLELA, F.A. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.80-85, 2014.

HENNING, F.A., MERTZ, L.M.; JACOB JÚNIOR, E.A.; MACHADO, R.D.; FISS, G.; ZIMMER, P.D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.3, p.727-734, 2010.

HOSSEL, C.; HOSSEL, J.S.A. de O.; WAGNER JÚNIOR, A.; FABIANE, K.C.; CITADIN, I. Estratificação e ácido indolbutírico na germinação de sementes de araçazeiro vermelho. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**, Frederico Westphalen, v.1, n.1, p.52-57, 2017a.

HOSSEL, J.S.A. de O.; HOSSEL, C.; WAGNER JÚNIOR, A.; FABIANE, K.C.; MAZZARO, S.M. Perda do teor de água na viabilidade das sementes de uvaieira sob armazenamento. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**, Frederico Westphalen, v.1, n.2, p.113-117, 2017b.

INÁCIO, M.C.; SILVA, E. de S. da; SOUZA, M.E. de; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Mensageiros secundários relacionados à ação dos hormônios vegetais. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.4, p.438-446, 2011.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LABOURIAU, L.G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo, v.19, n.3, p.507-512, 1978.

LEÃO, E.F.; PEIXOTO, N.; MORAIS JÚNIOR, O.P. de. Emergência de plântulas de Pequi em função da planta matriz e uso de Ácido Giberélico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.4, p.416-423, 2012.

LIMA, G.P.P.; BRASIL, O.G.; OLIVEIRA, A.M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.21-25, 1999.

LIMA, C.S.M.; BETEMPS, D.L.; TOMAZ, Z.F.P.; GALARÇA, S.P.; RUFATO, A. de R. Germinação de sementes e crescimento de maracujá em diferentes concentrações do ácido giberélico, tempos de imersão e condições experimentais. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.15, n.1, p.43-48, 2009.

LOPES, A.W.P.; SELEGUINI, A.; BOLIANI, A.C.; CÔRREA, L. de S. Estádio de maturação do fruto e uso do ácido giberélico na germinação de sementes de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, n.4, p.278-284, 2009.

MAGALHÃES, S.R. de; BORGES, E.E. de L.; BERGER, A.P. de A. mobilização de reservas no eixo embrionário e nos cotilédones de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake durante a germinação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.4, p.589-595, 2010.

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

MARIJUAN, M.P.; BOSCH, S.M. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. **Trends in Plant Science**, Cambridge, v.18, p.660-666, 2013.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MENEZES, T.P. de; RODRIGUES, F.A.; ASMAR, S.A.; PASQUAL, M. Sacarose e GA₃ na germinação de sementes e no desenvolvimento in vitro de plântulas de goiabeira 'Pedro sato'. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v.6, n.2, p.69-75, 2010.

NUNES, P.C. **Caracterização física, química e avaliação da capacidade antioxidante do fruto jambo vermelho (*Syzygium malaccense*)**. 2015. 100f. Dissertação (Mestrado em Nutrição), Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE.

PARDO, F.F.; BINOTTI, F.F. da S.; CARDOSO, E.D.; COSTA, E. Qualidade fisiológica de sementes de soja esverdeadas em diferentes tamanhos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.2, n.3, p.39–43, 2015.

PEREIRA, S.R.; GIRALDELLI, G.R.; LAURA, V.A.; SOUZA, A.L.T. de. Tamanho de frutos e de sementes e sua influência na germinação de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* var. *stigonocarpa* Mart. Ex Hayne, Leguminosae – Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.1, p.141-148, 2011.

PEREIRA, W.A.; PEREIRA, S.M.A.; DIAS, D.C.F. dos S. Dynamics of reserves of soybean seeds during the development of seedlings of different commercial cultivars. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.37, n.1, p.63-69, 2015.

PINTÓ-MARIJUAN, M.; MUNNÉ-BOSCH, S. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. **Trends in Plant Science**, Londres, v.18, n.12, p.660-666, 2013.

PRADO NETO, M.; DANTAS, A.C.V.L.; VIEIRA, E.L.; ALMEIDA, V. de O. Germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.693-698, 2007.

R CORE TEAM R. **A language an environment for statistical computing**: R Foundation for statistical computing. 2012.

REHMAN, S.; HARRIS, P.J.C.; BOURNE, W.F.; WILKIN, J. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium of *Acacia* seeds. **Seed Science and Technology**, v.25, p.45-57, 1996.

ROSENTAL, L.; NONOGAKI, H.; FAIT, A. Activation and regulation of primary metabolism during seed germination. **Seed Science Research**, Cambridge, v.24, n.1, p.1-15, 2014.

SANTOS, C. **Estatística descritiva**: Manual de auto aprendizagem. Lisboa: Sílabo, 2010. 264p.

SANTOS, C.A.C. dos; VIEIRA, E.L.; PEIXOTO, C.P.; LEDO, C.A. da S. Germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo submetidos à ação do ácido giberélico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.2, p.400-407, 2013.

SANTOS, P.H.; SILVA, L.H.M. da; RODRIGUES, A.M. da C.; SOUZA, J.A.R. de. Influence of temperature, concentration and shear rate on the rheological behavior of malay apple (*Syzygium malaccense*) juice. **Brazil Journal of Food Technology**, Campinas, v.19, n.1, p.1-9, 2016.

SCALON, S. de P.Q.; MUSSURY, R.M.; SACALON FILHO, H.; FRANCELINO, C.S.F.; FLORENCIO, D.K.A. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.179-185, 2006.

SHARMA, S.S.; DIETZ, K.J. The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 57, n.4, p.711–726, 2006.

SILVA, K. de S.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, L.F. de; FREITAS, P.S. de C.; GÓIS, G.B. de. Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de mudas de Jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.4, p.217-221, 2010.

SILVA, T.C.F.S.; SILVA, R.C.B.; SILVA, SANTOS, R.S.; ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F. Germinação de sementes de melancia sob diferentes métodos de tratamento com reguladores vegetais. **Scientia Plena**, Sergipe, v.10, n.3, p.1-15, 2014.

SILVA, R.M. da; CARDOSO, A.D.; DUTRA, F.V.; MORAIS, O.M. Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. provenientes do semiárido baiano. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.4, n.3, p.85-91, 2017.

SOUZA, J.M.A.; MODESTO, J.H.; LEONEL, S.; GONÇALVES, B.H.L.; FERRAZ, R.A. Caracterização física e química dos frutos nos diferentes quadrantes da planta e germinação de sementes do porta enxerto cítrico tangerineira 'sunki'. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v.31, n.2, p.425-432, 2015.

SOUZA, K.R.D. de. **Desenvolvimento de aerênquimas e atividade enzimática em raízes de milho sob encharcamento**. 2010. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed, Artmed: Porto Alegre, 2013. 954p.

TAKATA, W.; SILVA, E.G. da; CORSATO, J.M.; FERREIRA, G. Germinação de sementes de romãzeiras (*Punica granatum* L.) de acordo com a concentração de giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.254-260, 2014.

TECCHIO, M.A., LEONEL, S.; REIS, L.L. dos; SIMONETTI, L.M.; SILVA, M.J.R. da. Stimulate no desenvolvimento de mudas de Kunquat 'Nagami'. **Irriga**, Botucatu, edição especial 20 anos irriga + 50 anos FCA, p.97-106, 2015.

TROVATO, M.; MATTIOLI, R.; COSTANTINO, P. Multiple roles of proline in plant stress tolerance and development. **Rendiconti Lincei**, Suíça, v.19, p.325-346, 2008.

TUIWAWA, S.H.; CRAVEN, L.A.; SAM, C.; CRISP, M.D. The genus *Syzygium* (Myrtaceae) in Vanuatu. **Blumea**, Leiden, v.58, n.1, p.53-67, 2013.

VERNIER, R.M.; CARDOSO, S.B. Influência do ácido indol-butírico no enraizamento de estacas em espécies frutíferas e ornamentais. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, Avaré, v.3, n.2, p.11-16, 2013.

VIEGAS, T.R.; MATA, A.L.M.L.; DUARTE, M.M.L.; LIMA, K.M.G. Determination of quality attributes in wax jambu fruit using NIRS and PLS. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.190, n.1, p.1-4, 2016.

WAGNER JÚNIOR, A.; SILVA, J.O. da C. e; PIMENTEL, L.D.; SANTOS, C.E.M. dos; BRUCKNER, C.H. Germinação e desenvolvimento inicial de duas espécies de jaboticabeira em função do tamanho de sementes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.1, p.105-109, 2011.

WALKER, M. A.; ROBERTS, D. R.; WAITE, J. L.; DUMBROFF, E. B. Relationship among cytokinin, ethylene and polyamines during the stratification-germination process in seeds of *Acer saccharum*. **Physiologia Plantarum**, Lund, v.76, p.326-332, 1989.

WEIDLICH, E.W.A.; PESCADOR, R.; UHLMANN, A. Alocação de recursos (carboidratos) no desenvolvimento inicial de plântulas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake (FABACEAE - CAESALPINIOIDEAE). **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.4, p.627-635, 2010.

YUYAMA, K.; SILVA FILHO, D.F. Influência do tamanho e da coloração da semente na emergência de plântulas de camu-camu. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.39, n.39, p.155-162, 2003.

ZUCARELI, V.; ONO, E.O.; FERREIRA, G.; KROHN, N.G. Germinação de sementes de maracujazeiros: água, luz, temperatura e reguladores vegetais. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p.98-113, 2014.

ZUCHI, J.; CAMELO, G.N.; SOUZA, M.M.V.; SANTANA, J.; SALES, J. de F. Emergência e crescimento de mudas de Baru segundo o tamanho da semente. **Multi-Science Journal**, Urutaí, v.1, n.5, p.52-56, 2016.

3.2. REGULADORES VEGETAIS E TAMANHOS DE SEMENTES NO CRESCIMENTO DE JAMBO

¹ Artigo submetido no periódico "Gaia Scientia".

Resumo – (Reguladores vegetais e tamanhos de sementes no crescimento de jambo). *Syzygium malaccense*, espécie frutífera que possui propriedades medicinais, produz sementes com tamanhos desuniformes, o que influencia o crescimento e padronização das plantas produzidas. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o crescimento de plantas de *S. malaccense* oriundas de sementes com diferentes tamanhos (Pequenas e Grandes) com a aplicação de reguladores vegetais (GA_3 50 mg L⁻¹, GA_3 100 mg L⁻¹, 50 mL kg/semente de estimulante contendo GA/CK/AX e o tratamento Controle). As avaliações foram aos 30 e aos 70 dias após a semeadura, para as variáveis: número de folhas, área foliar, diâmetro do coleto, comprimento de parte aérea, massa seca da parte aérea e de raiz, massa seca total, relação entre massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, relação entre altura da planta e diâmetro do coleto, Índice de Qualidade de Dickson e correlação entre o Índice de Qualidade de Dickson e as variáveis que o determinam. As sementes grandes de *S. malaccense* formam plantas com parâmetros morfológicos mais adequados para mudas, tornando-se dispensável o uso de regulador vegetal para esse tamanho de semente. O uso de GA/CK/AX é indicado para a produção de plantas de *S. malaccense* quando se utilizar sementes pequenas, pois favorece a relação massa seca aérea e massa seca da raiz, massa seca total e o comprimento de parte aérea neste padrão de tamanho de semente.

Palavras-chave: *Syzygium malaccense*, giberelina, Stimulate®, dimensões de sementes, análise de crescimento.

Abstract – (Plants regulators and seeds sizes in jambo growth). *Syzygium malaccense*, a fruit species that has medicinal properties, produces seeds with unequiform sizes, which influence the growth and standardization of the plants produced. The aim of this work was to evaluate the growth of *S. malaccense* plants from different sizes (small and large) with the application of plant regulators (GA_3 50 mg L⁻¹, GA_3 100 mg L⁻¹, 50 mL kg/seed of stimulant containing GA/CK/AX and Control treatment). The evaluations were at 30 and 70 days after sowing, for the following variables: leaf number, leaf area, collection diameter, shoot length, aerial and root shoot dry mass, total dry mass, dry mass ratio of the aerial part and dry mass of the root, ratio between plant height and collection diameter, Dickson Quality Index and correlation between the Dickson Quality Index and the variables that determine it. The large seeds of *S. malaccense* form plants with morphological parameters more adequate for seedlings, making the use of plant regulator for this size of seed unnecessary. The use of GA/CK/AX is indicated for the production of *S. malaccense* plants when using small seeds, as it favors the aerial dry mass and dry mass ratio of the root, total dry mass and shoot length in this standard seed size.

Key-words: *Syzygium malaccense*, gibberellin, Stimulate®, seed dimensions, growth analysis.

Introdução

Syzygium malaccense (L.) Merr. & L.M. Perry, é uma espécie arbórea frutífera e ornamental, pertencente à família Myrtaceae (LUCENA et al., 2014), apreciada na alimentação (ALMEIDA et al., 2010) e que apresenta propriedades medicinais como adstringente, estimulante de apetite, diurética e no combate de anemias (MELO et al., 2009). Possui ampla ocorrência no território brasileiro, em estados da região Norte, Nordeste e nas regiões quentes do Sudeste (ALMEIDA et al., 2008). Por apresentar porte entre 12 a 18 m de altura, apresenta potencial para uso na arborização de parques, praças e canteiros centrais largos (BRASIL, 2012).

Os frutos de *S. malaccense* quando maduros, apresentam coloração vermelho intensa, com comprimento e massa diversificados (ALMEIDA et al., 2010), originando sementes de tamanhos bem variados. As sementes desta espécie são poliembriônicas, podendo gerar uma ou mais plantas a partir da mesma semente (MELO et al., 2009). Porém, a quantidade de reserva cotiledonar é muito variável nas sementes.

Sementes de maior tamanho possuem mais reserva, e podem formar plantas de maior porte, melhor vigor e com maior acúmulo de massa, quando comparadas a plantas formadas por sementes pequenas (SILVA, 2015). Uma forma de contornar essa diferença nutricional, devido ao tamanho da semente, é com a utilização de reguladores vegetais, que podem fornecer incremento nutricional e hormonal as sementes pequenas (OLIVEIRA et al., 2016a).

Dentre os reguladores vegetais promotores de crescimento estão o ácido giberélico (GA_3) e o estimulante vegetal composto pelos reguladores vegetais GA/CK/AX (Stimulate[®]) na proporção, respectivamente, de 0,005% de Ácido Giberélico, 0,009% de Cinetina e 0,005% de Ácido Indolbutírico, além de 99,98% de ingredientes inertes. As giberelinas atuam na promoção do alongamento e divisão celular, crescimento caulinar, comprimento dos entrenós e acúmulo de matéria seca (CAMPOS et al., 2015). A citocinina atua na expansão das folhas e está associada ao crescimento do sistema radicular, melhorando o desenvolvimento da planta (FERREIRA e TROJAN, 2015). Já a auxina acelera o processo de enraizamento, aumentando a qualidade do sistema radicular, gerando mudas mais uniformes (VERNIER e CARDOSO, 2013).

Em sementes de *S. samarangense* [Blume] Merrill & L.M. Perry var. *jambu madu*, a aplicação de GA₃ aumentou o número de gemas, incrementou o tamanho e biomassa dos frutos, intensificando a cor e rendimento, demonstrando potencial para favorecer a emergência e o crescimento de mudas (MONERUZZAMAN et al., 2011), cuja qualidade deve ser avaliada pelas características do desenvolvimento, como diâmetro do coleto, altura, área foliar, massa seca, sistema radicular e a relação existente entre esses fatores (AJALLA et al., 2014).

Desta forma, objetivou-se neste trabalho avaliar o crescimento de plantas de *S. malaccense* originárias de sementes grandes e pequenas tratadas com reguladores vegetais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no viveiro de mudas do Laboratório de Ecofisiologia e Propagação de plantas, localizado na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), em Alta Floresta – MT. O clima é do tipo Am segundo a classificação de Köppen, caracterizado como tropical de monções, onde a temperatura média anual é de aproximadamente 26°C e a precipitação média anual é de 3000 mm, concentrando as chuvas nos meses de verão, e a estação de inverno é marcada por um período seco (ALVARES et al., 2013).

Os frutos de *Syzygium malaccense* foram coletados de dez indivíduos em dezembro de 2016, durante o período de reprodução da espécie. Foi realizada a extração das sementes com a despolpa manual dos frutos, lavagem em água corrente e posterior secagem sobre bancada à sombra, por aproximadamente 4-6 horas, de forma a reduzir a umidade externa das sementes. Em seguida, as 800 sementes foram medidas com auxílio de paquímetro digital no sentido da largura para determinar o seu diâmetro e separadas por classes de tamanho em pequenas e grandes para posterior condução das etapas da pesquisa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, com duas classes de tamanho de sementes [pequenas e grandes] – adaptadas conforme padrão de medidas definidas por Costa et al. (2006), com o diâmetro das sementes pequenas entre 13,66 à 26,33 mm e das grandes entre 26,34 à 39,00 mm – e três concentrações de reguladores [50 mL de estimulante contendo GA/CK/AX por kg/semente, 50 e 100 mg L⁻¹ de Ácido giberélico (GA₃) e o controle – embebição das sementes em água destilada por 24 horas] para cada tamanho de semente, constituindo oito tratamentos.

Antes da aplicação dos reguladores as sementes passaram por assepsia superficial em hipoclorito de sódio comercial (2,5%) diluído em água destilada na proporção de 1:1 (v:v) durante 5 minutos e foram lavadas em água destilada pelo mesmo período. A aplicação de GA₃ foi feita por imersão das sementes em solução aerada durante 24 horas. Os reguladores GA/CK/AX na forma do produto comercial Stimulate® foi aplicado diretamente sobre as sementes, no interior de saco plástico, em proporção ao peso das mesmas.

Após aplicação dos reguladores, as sementes foram tratadas com o fungicida Captan (Captan®) na forma de pó molhável na proporção de 0,5% do peso das sementes.

Cada tratamento foi constituído de quatro repetições, com 25 sementes cada, que foram colocadas em bandejas plásticas de cor preta, com dimensões de 38x58x17 cm (comprimento x largura x profundidade) e furos para drenagem da água, contendo serragem decomposta. Cada bandeja foi subdividida em quatro partes iguais para comportar as quatro repetições de cada tratamento. As sementes foram dispostas na serragem, na profundidade aproximada de 0,5 cm abaixo da superfície do substrato e a 2 cm de distância cada. As bandejas foram mantidas em viveiro coberto com tela de sombreamento 50% e irrigadas abundantemente uma vez ao dia, pela manhã.

Aos 30 e 70 dias após a semeadura foram avaliados as seguintes variáveis em 10 plântulas de cada repetição e tratamento:

Número de folhas (NF): Foram contadas todas as folhas expandidas das plantas individuais e calculada a média do número de folhas por repetição e tratamento.

Número de plantas por semente: Foram contadas todas as plantas originadas a partir de cada semente poliembriônica.

Área foliar (AF): Obtida com um medidor de área foliar, modelo LI-300, expressa em cm², foi definida pela média das medidas individuais das áreas das lâminas foliares de cada repetição e tratamento.

Diâmetro de coleto (DMC): Corresponde a medida da base do coleto em milímetros, a 1 cm de altura acima do nível do substrato, e foi obtido com uso de paquímetro digital.

Massa seca de parte aérea (MSA): Foram separadas com estilete a estrutura aérea das plantas de cada repetição e tratamento e secas em estufa a 65°C por período de 48 horas. As massas foram obtidas com auxílio de balança analítica de precisão 0,0001 gramas Shimadzu Modelo AY220.

Massa seca de Raiz (MSR): Foram separadas com estilete a estrutura radicular (sem os cotilédones) das plantas de cada repetição e tratamento e secas em estufa a 65°C por período de 48 horas. As massas foram obtidas com auxílio de balança analítica de precisão 0,0001 gramas Shimadzu Modelo AY220.

Massa seca total (MST): obtido da soma dos valores encontrados para MSA + MSR.

Relação entre altura de parte aérea e diâmetro do coleto (H/D): calculada através da fórmula: $APA \div DC$, onde: APA = Altura da parte aérea (cm) e DC = Diâmetro do coleto (mm).

Relação MSA/MSR: índice relacionado à massa seca da parte aérea (g) e massa seca de raízes (g). Obtido por meio da fórmula: $MSA \div MSR$, onde: MSA = Massa seca da parte aérea e MSR = Massa seca da raiz.

Índice de qualidade de Dickson (IQD): obtido por meio da fórmula de Dickson et al. (1960):

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{D} + \frac{MSA}{MSR}}$$

Onde: IQD = Índice de Qualidade de Dickson, MST = Massa seca total (g), ALT = altura (cm), DMC = diâmetro do colo (mm), MSA = Peso da matéria seca da parte aérea (g); MSR = Peso da matéria seca da raiz (g).

Os resultados obtidos foram submetidos a análise da variância no pacote estatístico ESTAT versão 2.0, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A massa seca da parte aérea aos 30 dias foi transformada pela $\sqrt{x + 0,5}$. Foi realizada análise de correlação de Pearson para avaliar o grau de relacionamento entre o Índice de Qualidade de Dickson e as variáveis utilizadas para seu cálculo, visando compreender qual apresenta maior efeito sobre seu resultado. Foram consideradas as seguintes classes de correlação: forte ($0,8 \leq p < 1$), moderada ($0,5 \leq p < 0,8$), fraca ($0,1 \leq p < 0,5$) e ínfima ($0 \leq p \leq 0,1$) conforme Santos (2010). A análise de correlação foi realizada no programa estatístico R versão 2.15.2 (R CORE TEAM, 2012).

Resultados e Discussão

Os maiores valores de diâmetro do coleto de *S. malaccense* (Figura 1A), nos dois períodos de avaliação (30 e 70 dias), foram observados quando utilizadas sementes grandes, indicando que o emprego de sementes de maior tamanho pode contribuir com o vigor das mudas originadas e, segundo Marana et al. (2015) apresentar melhores chances de desenvolvimento quando levadas a campo. Resultado semelhante foi observado em plântulas de *Brosimum gaudichaudii* TRÉCUL, originadas de sementes grandes (FARIA et al., 2013). Não houve diferença significativa para os valores de diâmetro do coleto com a aplicação dos reguladores vegetais nos dois períodos de avaliação.

O emprego de sementes grandes também resultou em plantas com maior número de folhas e área foliar, comparado as plantas originadas de sementes pequenas, aos 30 e 70 dias da semeadura (Figura 1B, C). Contudo, ao computar o número de plantas formadas de cada semente poliembriônica, se observou que aos 30 dias, sementes grandes formaram maior número de plantas, mas aos 70 dias, independentemente do tamanho das sementes não houve diferença no número de plantas produzidas. Isto demonstra que em sementes pequenas de *S. malaccense* a formação das plantas é mais lenta até 30 dias, o que deve influenciar o tamanho das plantas originadas. Indica também que o tamanho das sementes não parece estar relacionado ao número de embriões, assim é possível que sementes com mesmo número de embriões, os quais apresentam variações nas dimensões, exibam diferenças na quantidade de reservas disponíveis para cada embrião. Para Carvalho e Nakagawa (2012) sementes grandes apresentam embriões mais desenvolvidos e com maior quantidade de reserva, gerando maior capacidade de germinação quando comparado a sementes pequenas. A ausência de relação entre o tamanho das sementes e número de embriões também foi relacionada para espécies de citros (DUARTE et al., 2013).

Com a aplicação dos reguladores nas sementes, plantas com 30 dias apresentaram maior número de folhas quando utilizado o GA₃ (Figura 2A), contudo, na menor concentração de GA₃ (50 mg L⁻¹) foi registrado menor área foliar (Figura 2B), resultado explicado pelo menor tamanho das folhas. A maior área foliar foi verificada em plantas cujas sementes receberam 50 mL de

GA/CK/AX por kg/semente (Figura 2B), sem diferir das plantas dos tratamentos controle e GA₃ 100 mg L⁻¹. Aos 70 dias não foram observadas diferenças para o número de folhas e área foliar entre plantas de todos os tratamentos (Figura 2A, B), demonstrando que o efeito do regulador GA₃ sobre o crescimento das folhas de *S. malaccense* parece ocorrer na fase inicial do crescimento (30 dias), tornando presumível que à medida que as plantas avancem nas etapas do desenvolvimento, a atividade fotossintética supra as exigências para o crescimento das folhas, com ou sem a aplicação de reguladores.

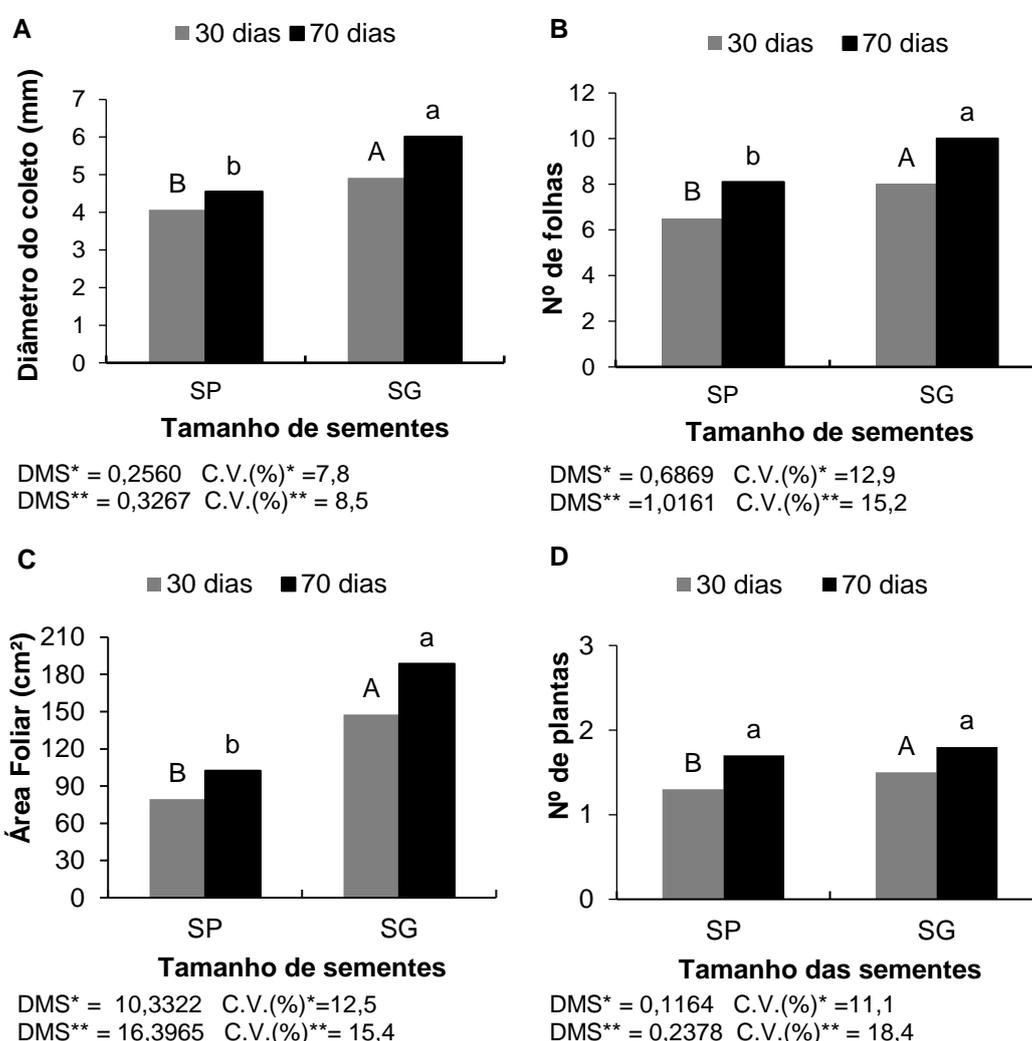


Figura 1. Diâmetro do coleto (A), número de folhas (B), área foliar (C) e número de plantas formadas¹ (D) em cada semente pequena ou grande de *Syzygium malaccense*, após 30* e 70** dias da sementeira. Letras iguais maiúsculas para 30 dias e minúsculas para 70** dias, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP = sementes pequenas e SG = sementes grandes. ¹Considerado o número médio de mudas originado de cada semente poliembriônica.

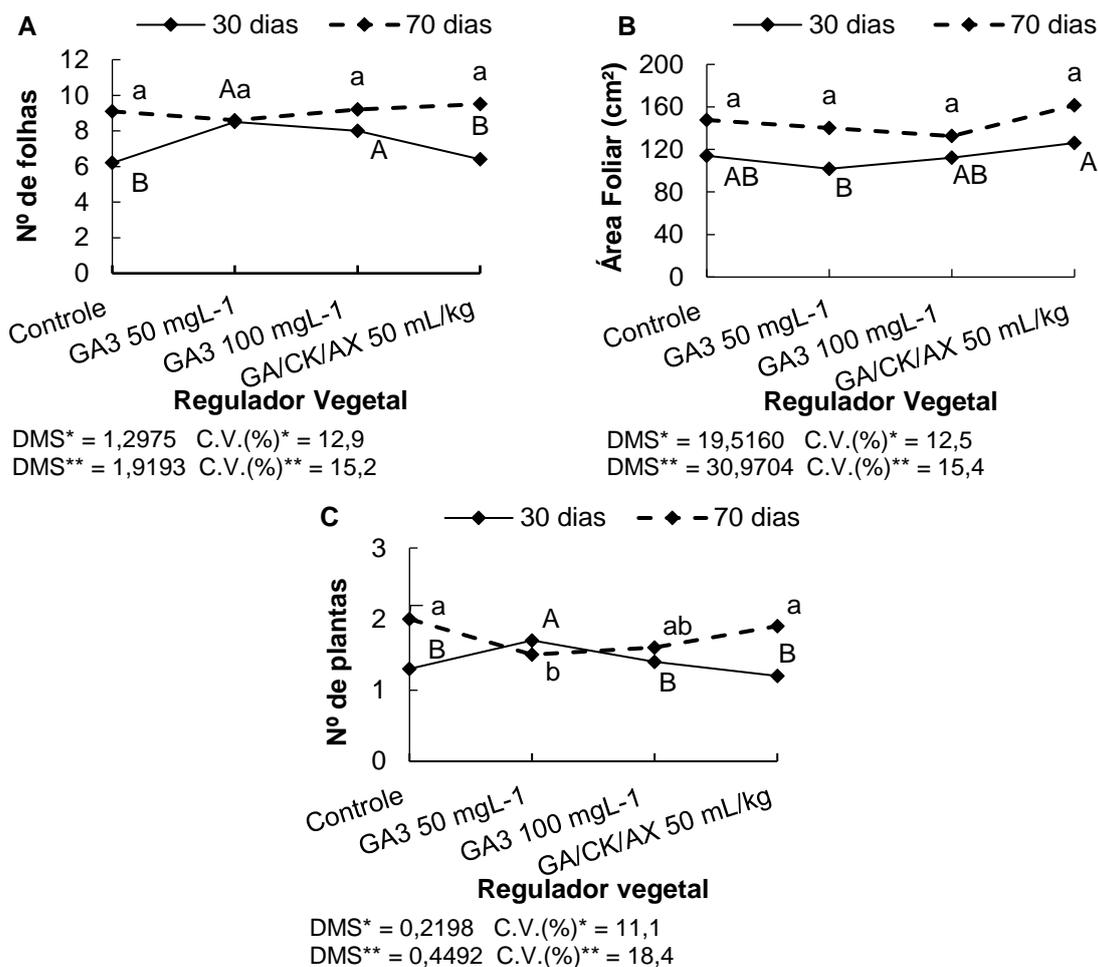


Figura 2. Número de folhas (A), área foliar (B) e número de plantas formadas¹ (C) em cada semente de *Syzygium malaccense* tratadas com reguladores vegetais, após 30* e 70** dias da sementeira. Letras iguais maiúsculas para 30 dias e minúsculas para 70 dias, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Considerado o número médio de mudas originado de cada semente poliembriônica.

Segundo Lima et al. (2016) o número de folhas se relaciona diretamente com a área foliar, e é imprescindível para o desenvolvimento da planta, pois esse órgão é responsável pela maior parte da produção de fotoassimilados. Maiores áreas foliares interceptam maior quantidade de luz refletindo na eficiência fotossintética, porém, é dependente de fatores como número de folhas (GIRARDI et al., 2017) e extensão do limbo foliar (CUNHA et al., 2016). A maior área foliar apresentada no tratamento com GA/CK/AX, pode estar associada a atuação fisiológica da citocinina presente no bioestimulante, que promove a expansão foliar (TAIZ e ZEIGER, 2013). Resultados semelhantes foram encontrados por Ferraz et al. (2014) para *Passiflora edulis* Sims, com o uso de GA/CK/AX nas dosagens de 6, 12, 18, 24 e 30 mL/kg de semente.

A ação do ácido giberélico (GA₃) sobre a área foliar que apresenta menores valores (Figura 2B), pode ter sido ocasionada devido as giberelinas estarem associadas à divisão e alongamento celular (CAMPOS et al., 2015), podendo ter levado as plantas destes tratamentos a investirem em número de folhas, mas com área menor, promovendo a redução evidenciada no tratamento com 50 mg L⁻¹ de GA₃ aos 30 dias. Silveira e Stefanello (2013) também observaram redução na área foliar de *Miltonia flavescens* LINDL. com a aplicação nas dosagens de 50, 100 e 200 mg L⁻¹ de GA₃.

Este comportamento pode estar relacionado também, ao fato do GA₃ 50 mg L⁻¹, possivelmente ter auxiliado a acelerar o crescimento do eixo embrionário das plantas, ao longo dos primeiros 30 dias, com emissão de maior número de folhas (de menor tamanho) neste tratamento e fase do crescimento, mas após 30 dias, o crescimento exibido nos demais tratamentos foi intensificado, acredita-se em decorrência das características intrínsecas aos embriões existentes nas sementes, como tamanho, massa e velocidade do processo de diferenciação.

Ao considerar o efeito dos reguladores no número de plantas formadas em cada semente (Figura 2C), é possível constatar que aos 30 dias havia maior número de plantas a partir de cada semente em que se aplicou 50 mg L⁻¹ de GA₃, enquanto aos 70 dias este mesmo tratamento apresentou o menor número de plantas/semente, o que pode ter sido ocasionado por ataque de lagartas, que promoveram lesão no coleto das mudas, levando a mortalidade de plantas nesse tratamento, cerca de 45 dias após a semeadura.

A interação significativa entre tamanho de semente e regulador vegetal, aos 30 dias, para o comprimento de parte aérea das plantas de *S. malaccense* (Tabela 1), revela que plântulas oriundas de SG apresentaram maior comprimento aéreo, em relação aquelas provenientes de SP, com a maior média observada no tratamento com 100 mg L⁻¹ de GA₃ (22,1 cm). Em SP, as plântulas com maiores comprimentos de parte aérea foram obtidas quando se utilizou GA/CK/AX 50 mL/kg de semente, 50 e 100 mg L⁻¹ de GA₃, demonstrando o benefício da aplicação de reguladores em sementes pequenas de *S. malaccense*.

Os maiores comprimentos de parte aérea nos tratamentos com reguladores vegetais, se deve a atuação principalmente da giberelina, no

alongamento e divisão celular, favorecendo o desenvolvimento em altura (CAMPOS et al., 2015), fazendo-se mais efetiva quando utilizada em sementes pequenas, por fornecerem incremento nutricional e hormonal (OLIVEIRA et al., 2016a). Em sementes de *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill, embebidas em soluções com 125, 250, 500 e 1000 mg L⁻¹ de GA₃ por 20 horas, o incremento no crescimento aéreo foi determinado pelos tratamentos com maiores concentrações de GA₃ (CAMPOS et al., 2015). Aos 70 dias, não foi verificado efeito significativo dos reguladores e do tamanho de semente para o comprimento de parte aérea.

O acúmulo de massa seca de parte aérea e raiz foi favorecido nas plantas formadas de SG nos dois períodos de avaliação (Figura 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Moreira et al. (2016) para a massa seca da parte aérea e de raiz de plantas de *Anacardium microcarpum* DUCKE, oriundas de SG, resultando em plantas mais vigorosas.

O efeito dos reguladores sobre o acúmulo de massa seca na raiz das plantas, aos 30 dias após a semeadura, independentemente do tamanho da semente, pode ser constatado na Figura 4, com todos os reguladores resultando em maiores valores, com diferença significativa apenas no tratamento com 50 mg L⁻¹ de GA₃ (0,2756g) em relação ao controle (0,2334g). Este efeito dos reguladores sobre o crescimento da raiz, foi descrito por Dantas et al. (2012) que atribuíram a melhoria da absorção de água e nutrientes. Aos 70 dias não houve efeito significativo dos reguladores sobre a massa seca de raiz.

Tabela 1. Comprimento da parte aérea de plantas de *Syzygium malaccense*, aos 30 dias após a semeadura, originárias de sementes pequenas e grandes tratadas com reguladores vegetais após 30 dias da semeadura.

30 DAS	Tamanho de Sementes	REGULADORES VEGETAIS							
		Controle		GA ₃ 50 mg L ⁻¹		GA ₃ 100 mg L ⁻¹		GA/CK/AX 50 mL/kg semente	
Comprimento da parte aérea (cm)									
	SP	12,9	Bb	14,5	ABb	15,2	Ab	15,6	Ab
	SG	18,3	Ba	18,3	Ba	22,1	Aa	18,9	Ba
D.M.S.(T.S.) = 1,389; D.M.S.(R) = 1,854; C.V. (%) = 5,6									

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP = sementes pequenas, SG = sementes grandes, R.=Regulador, T.S.= Tamanho de semente. DAS = dias após a semeadura.

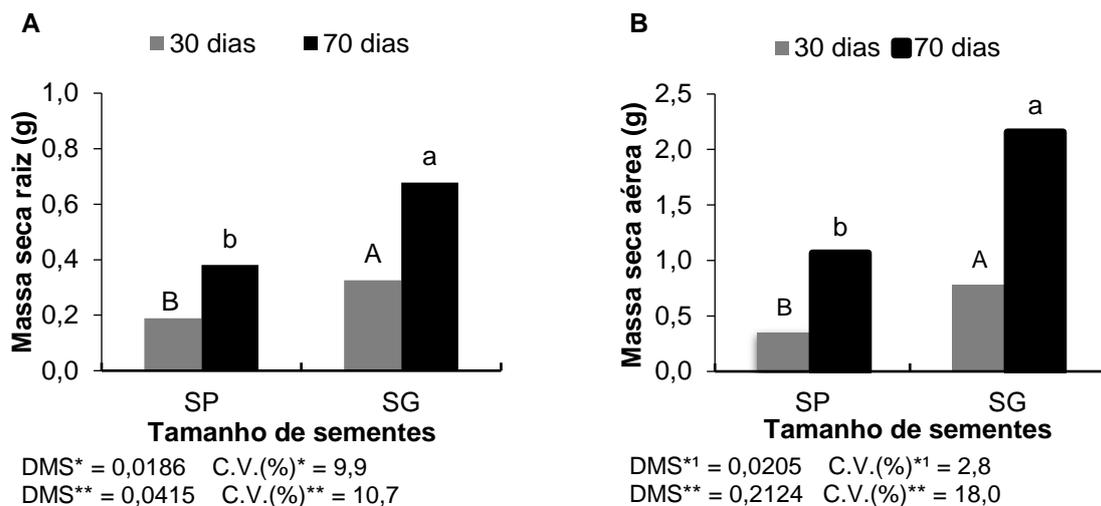


Figura 3. Massa seca de raiz (A) e aérea (B) de plantas de *Syzygium malaccense* originárias de sementes pequenas e grandes, após 30* e 70** dias da semeadura. Letras iguais maiúsculas para 30 dias e minúsculas para 70 dias, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP= sementes pequenas e SG= sementes grandes. ¹Dados transformados pela $\sqrt{x + 0,5}$.

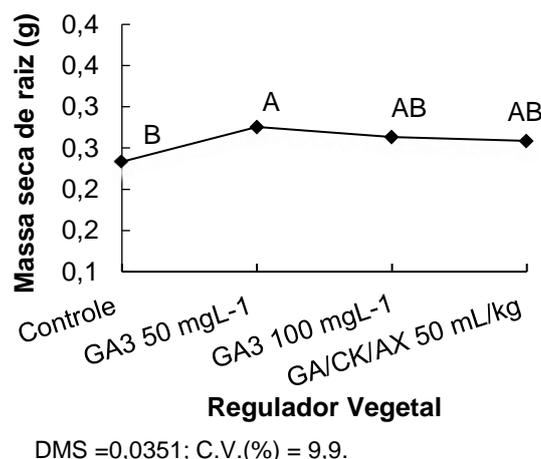


Figura 4. Massa seca de raiz de plantas de *Syzygium malaccense* originárias sementes tratadas com reguladores vegetais, após 30 dias da semeadura. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na massa seca total das plantas, aos 30 dias após a semeadura (Tabela 2), ocorreu interação entre os fatores tamanho de sementes e regulador vegetal, com SG produzindo plantas com maior massa seca, mas sem diferença significativa entre os tratamentos. Para as SP, os maiores valores foram verificados no tratamento com 50 mL⁻¹ de GA/CK/AX, diferindo estatisticamente apenas do tratamento controle, resultado que pode estar relacionado ao fato deste bioestimulante conter auxina e citocinina, além da giberelina, substâncias que de acordo com Tecchio et al. (2015) incrementam a altura e o comprimento

das raízes, formando folhas mais desenvolvidas, que promovem melhor atividade fotossintética e conseqüentemente o desenvolvimento da planta. O mesmo comportamento foi descrito para *Passiflora edulis* Sims, cujos maiores valores de massa seca, com a aplicação de GA/CK/AX, foram observados com a dose de 24 mL/kg de semente (FERRAZ et al., 2014).

A relação MSA/MSR, aos 30 dias após a semeadura (Tabela 2), apresentou menor valor no tratamento com 50 mg L⁻¹ de GA₃ em SP e SG, diferindo do tratamento com GA/CK/AX 50 mL/kg de semente. Considerando que a melhor relação MSA/MSR deve ser de 2,0 (BRISSETTE, 1984), a aplicação do bioestimulante favoreceu o alcance deste valor (apesar de não diferir estatisticamente dos tratamentos controle e 100 mg L⁻¹ de GA₃), melhorando a qualidade da muda formada com SP, assemelhando-se a qualidade das mudas obtidas com SG, cujas plantas, alcançaram relação adequada entre MSA/MSR em todos os tratamentos.

Tabela 2. Valores médios de massa seca total, relação massa seca aérea e massa seca de raiz (MSA/MSR) e relação entre a altura e diâmetro do coleto (H/D) de plantas de *Syzygium malaccense*, aos 30 dias após a semeadura, originárias de sementes pequenas e grandes tratadas com reguladores vegetais após 30 dias da semeadura.

	Tamanho de Semente	Regulador Vegetal							
		Controle		GA ₃ 50 mg L ⁻¹		GA ₃ 100 mg L ⁻¹		GA/CK/AX 50 mL/kg semente	
30 DAS	Massa seca total (g)								
	SP	0,4782	Bb	0,5408	ABb	0,5130	ABb	0,6290	Ab
	SG	1,0317	Aa	1,0560	Aa	1,1024	Aa	0,9837	Aa
	D.M.S. (T.S.) = 0,1480; D.M.S. (R.) = 0,1108; C.V. (%) = 9,6								
	MSA/MSR (g)								
	SP	1,7820	ABb	1,6750	Bb	1,9064	ABa	2,0712	Aa
	SG	2,5120	Aa	2,0393	Ba	2,1540	ABa	2,1477	Aba
	D.M.S. (T.S.) = 0,2800; D.M.S. (R.) = 0,3739; C.V. (%) = 9,4								
	H/D								
	SP	3,1975	Bb	3,6775	ABa	3,7525	Ab	3,6800	Aba
SG	3,8100	Ba	3,8550	Ba	4,6850	Aa	3,5525	Ba	
D.M.S. (T.S.) = 0,5441; D.M.S. (R.) = 0,4074; C.V. (%) = 7,3									

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP = sementes pequenas, SG = sementes grandes, R.=Regulador, T.S.= Tamanho de semente, DAS = dias após a semeadura.

A tendência de maior acúmulo de massa seca total e maior relação MSA/MSR das plantas, com a utilização de SG, foi mantida aos 70 dias (Figura 5). Não obstante, as plantas obtidas de SP também apresentaram valores adequados na relação MSA/MSR ($>2,0$), de acordo com o índice de Brissette (1984). Não houve efeito significativo dos reguladores sobre essas variáveis aos 70 dias após a semeadura.

Na Relação H/D aos 30 dias após a semeadura (Tabela 2), a maior média foi registrada com aplicação de 100 mg L^{-1} de GA_3 em SG, promovido tanto pelo aumento do comprimento da parte aérea (Tabela 1), bem como pelo maior diâmetro do coleto apresentado pelas plantas oriundas de SG (Figura 1A). Nas SP, é possível observar que as mudas apresentaram maior valor na relação H/D também com a aplicação de 100 mg L^{-1} de GA_3 , diferindo significativamente do tratamento controle e confirmando o papel desta substância no incremento do crescimento das plantas de *S. malaccense*, demonstrando ser interessante sua aplicação quando se utilizar sementes classificadas com este tamanho.

Aos 70 dias após a semeadura (Tabela 3), todos os tratamentos com reguladores aplicados às SP, comparados ao controle (sem regulador), apresentaram plantas com maior relação H/D. Nas SG, o maior valor foi observado no tratamento com 100 mg L^{-1} de GA_3 , que não diferiu do tratamento controle, corroborando com o entendimento de que não há vantagens na utilização de reguladores vegetais para promover o crescimento das plantas, quando se utilizar sementes classificadas como grandes.

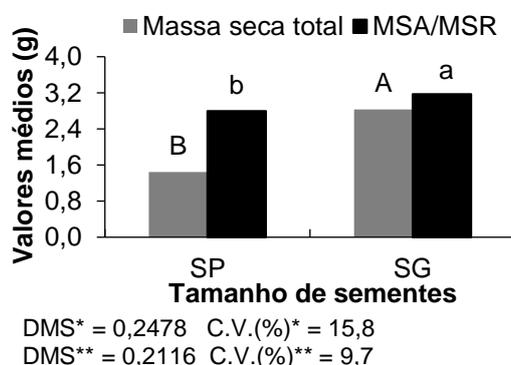


Figura 5. Massa seca total* e relação entre massa seca aérea e massa seca da raiz (MSA/MSR)** de plantas de *Syzygium malaccense*, aos 70 dias após a semeadura, originárias de sementes pequenas e grandes. Letras iguais maiúsculas para Massa seca total e minúsculas para MSA/MSR, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP = sementes pequenas e SG = sementes grandes.

Tabela 3. Relação entre altura e diâmetro do coleto (H/D) de plantas de *Syzygium malaccense* originárias de sementes pequenas e grandes tratadas com reguladores vegetais, após 70 dias da semeadura.

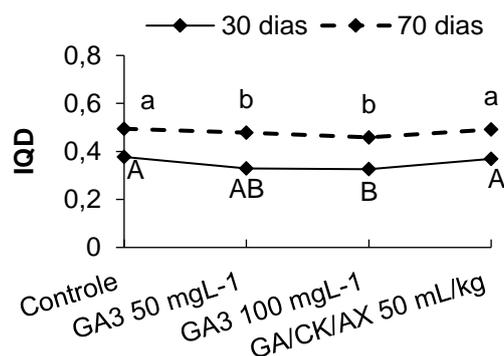
70 DAS	Tamanho de Semente	Regulador Vegetal							
		Controle		GA ₃ 50 mg L ⁻¹		GA ₃ 100 mg L ⁻¹		GA/CK/AX 50 mL/kg semente	
H/D									
	SP	2,620	Bb	3,270	Aa	3,230	Ab	2,978	ABa
	SG	3,473	ABa	3,375	ABa	3,643	Aa	3,153	Ba
D.M.S. (T.S.) = 0,4015; D.M.S. (R.) = 0,3006; C.V. (%) = 6,4									

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SP = sementes pequenas, SG = sementes grandes, R.= regulador, T.S.= tamanho de semente. DAS = dias após a semeadura.

De acordo com Ataíde et al. (2015), a relação H/D expressa a estabilidade da planta, afirmando que o comprimento em altura deve ser acompanhado do incremento no diâmetro, evitando que ocorra o tombamento da muda. O valor para esse índice não pode exceder 8,1 cm², que é o valor máximo proposto por Carneiro (1995). Por conseguinte, as plantas de *S. malaccense* de em todos os tratamentos apresentaram valores de H/D adequados.

O Índice de Qualidade de Dickson é um indicador de qualidade de mudas produzidas, estabelecendo como valor mínimo 0,2 segundo recomendação de Hunt (1990), pois para o cálculo são utilizados dados morfológicos, que indicam a robustez da muda (DELLAI et al., 2014). Com base nesta definição, observa-se que todas as mudas produzidas, independentemente do tamanho das sementes, apresentaram valores superiores ao mínimo recomendado, não apresentando diferença estatística entre os tratamentos controle, GA/CK/AX e GA₃ 50 mg L⁻¹ aos 30 dias e entre o tratamento controle e GA/CK/AX aos 70 dias (Figura 6).

No entanto, ao observar os resultados de correlação das variáveis morfológicas estudadas com o IQD (Tabela 4), verifica-se correlação forte entre as variáveis altura, diâmetro do coleto, massas secas de raiz, aérea e total aos 30 dias (Tabela 4). Essas variáveis foram favorecidas quando SP receberam tratamento com GA/CK/AX 50 mL/kg de semente, em comparação ao controle (Tabelas 1 e 2, Figura 4), demonstrando o potencial do bioestimulante para melhorar o desenvolvimento de plantas originárias de sementes nesta classe de tamanho.



Regulador Vegetal

DMS* = 0,0374 C.V.(%)* = 7,7
 DMS** = 0,0324 C.V.(%)** = 4,9

Figura 6. Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de plantas de *Syzygium malaccense* originárias de sementes tratadas com reguladores vegetais, após 30* e 70** dias da sementeira. Letras iguais maiúsculas para 30 dias e minúsculas para 70 dias, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis Índice de Qualidade de Dickson (IQD), altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca aérea (MSA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de *Syzygium malaccense* originárias de sementes tratadas com reguladores vegetais, após 30 dias da sementeira.

Variáveis	Regulador vegetal				
	Controle	GA ₃ 50 mg L ⁻¹	GA ₃ 100 mg L ⁻¹	GA/CK/AX 50 mL/kg semente	
IQD 30 x	ALT	0,9247*	0,9121*	0,8483*	0,9328*
	DC	0,9131*	0,9441*	0,9559*	0,8189*
	NF	0,8895*	0,4006 ^{NS}	0,5653 ^{NS}	0,8053*
	MSA	0,9799*	0,9780*	0,9575*	0,9354*
	MSR	0,9910*	0,9841*	0,9925*	0,9723*
	MST	0,9542*	0,9898*	0,9718*	0,9516*
	ALT x	DC	0,9154*	0,8941*	0,8590*
NF		0,9689*	0,6411 ^{NS}	0,2957 ^{NS}	0,6187 ^{NS}
MSA		0,9534*	0,9482*	0,9616*	0,9347*
MSR		0,9407*	0,9235*	0,8992*	0,9238*
MST		0,9555*	0,9508*	0,9468*	0,9364*
DC x	NF	0,8301*	0,5122 ^{NS}	0,6189 ^{NS}	0,5584 ^{NS}
	MSA	0,8951*	0,9493*	0,9332*	0,6054 ^{NS}
	MSR	0,8923*	0,8915*	0,9456*	0,6695 ^{NS}
	MST	0,8992*	0,9424*	0,9407*	0,6280 ^{NS}
NF x	MSA	0,9225*	0,4518 ^{NS}	0,4157 ^{NS}	0,7330*
	MSR	0,9203*	0,4316 ^{NS}	0,5075 ^{NS}	0,8013*
	MST	0,9267*	0,4506 ^{NS}	0,4448 ^{NS}	0,7576*
MSA x	MSR	0,9696*	0,9503*	0,9808*	0,9744*
	MST	0,9985*	0,9960*	0,9983*	0,9354*
MSR x	MST	0,9815*	0,9743*	0,9905*	0,9723*

Pelo teste t correlações acompanhadas de * são significativas a 5% e de ^{NS} caso seja não significativo.

A correlação entre o IQD e o número de folhas foi significativa nos tratamentos controle e com GA/CK/AX 50 mL/kg de semente. Apesar destes dois tratamentos apresentarem menor número de folhas, a área foliar, foi maior em comparação aos tratamentos com GA₃, o que possivelmente refletiu de forma significativa sobre as massas seca aérea e total, influenciando consideravelmente o resultado encontrado para o IQD nestes tratamentos.

Aos 70 dias, observa-se correlação significativa do IQD apenas com a variável diâmetro do coleto no tratamento com 50 mL de GA/CK/AX (Tabela 5), e esta apresenta correlação forte com as massas secas de raiz, aérea e total. O diâmetro do coleto é um indicador das taxas de assimilação líquida de produtos da fotossíntese refletindo no crescimento (MARANA et al., 2015), o que possivelmente ocasionou o incremento de massa seca nas plantas 70 dias após semeadura. Deste modo, levando-se em conta que sementes grandes produzem mudas com parâmetros morfológicos superiores aos encontrados para sementes pequenas, é aconselhável a aplicação deste bioestimulante somente quando houver maior número de sementes que se enquadrem nas dimensões de SP, visando favorecer o aumento da massa seca total (Tabela 2) e relação MSA/MSR (Tabela 2).

Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis índice de qualidade de Dickson (IQD), altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca aérea (MSA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), e entre o diâmetro do coleto (DC) e as variáveis massa seca aérea (MSA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de *Syzygium malaccense* originárias de sementes tratadas com reguladores vegetais, após 70 dias da semeadura.

Variáveis	Regulador vegetal				
	Controle	GA ₃ 50 mg L ⁻¹	GA ₃ 100 mg L ⁻¹	GA/CK/AX 50 mL/kg semente	
IQD 70 x	ALT	-0,2180 ^{NS}	0,2338 ^{NS}	0,0475 ^{NS}	0,5917 ^{NS}
	DC	-0,1813 ^{NS}	0,4551 ^{NS}	0,2246 ^{NS}	0,7467*
	NF	-0,4274 ^{NS}	-0,0421 ^{NS}	0,3346 ^{NS}	0,4780 ^{NS}
	MSA	-0,1764 ^{NS}	0,3176 ^{NS}	0,1479 ^{NS}	0,6102 ^{NS}
	MSR	-0,3935 ^{NS}	0,2416 ^{NS}	-0,0671 ^{NS}	0,5256 ^{NS}
	MST	-0,2184 ^{NS}	0,3016 ^{NS}	0,1014 ^{NS}	0,5938 ^{NS}
	DC x	MSA	0,9822*	0,9791*	0,8918*
MSR		0,9466*	0,9689*	0,8919*	0,8881*
MST		0,9812*	0,9789*	0,8979*	0,8899*

Pelo teste t correlações acompanhadas de * são significativas a 5% e de ^{NS} caso seja não significativo.

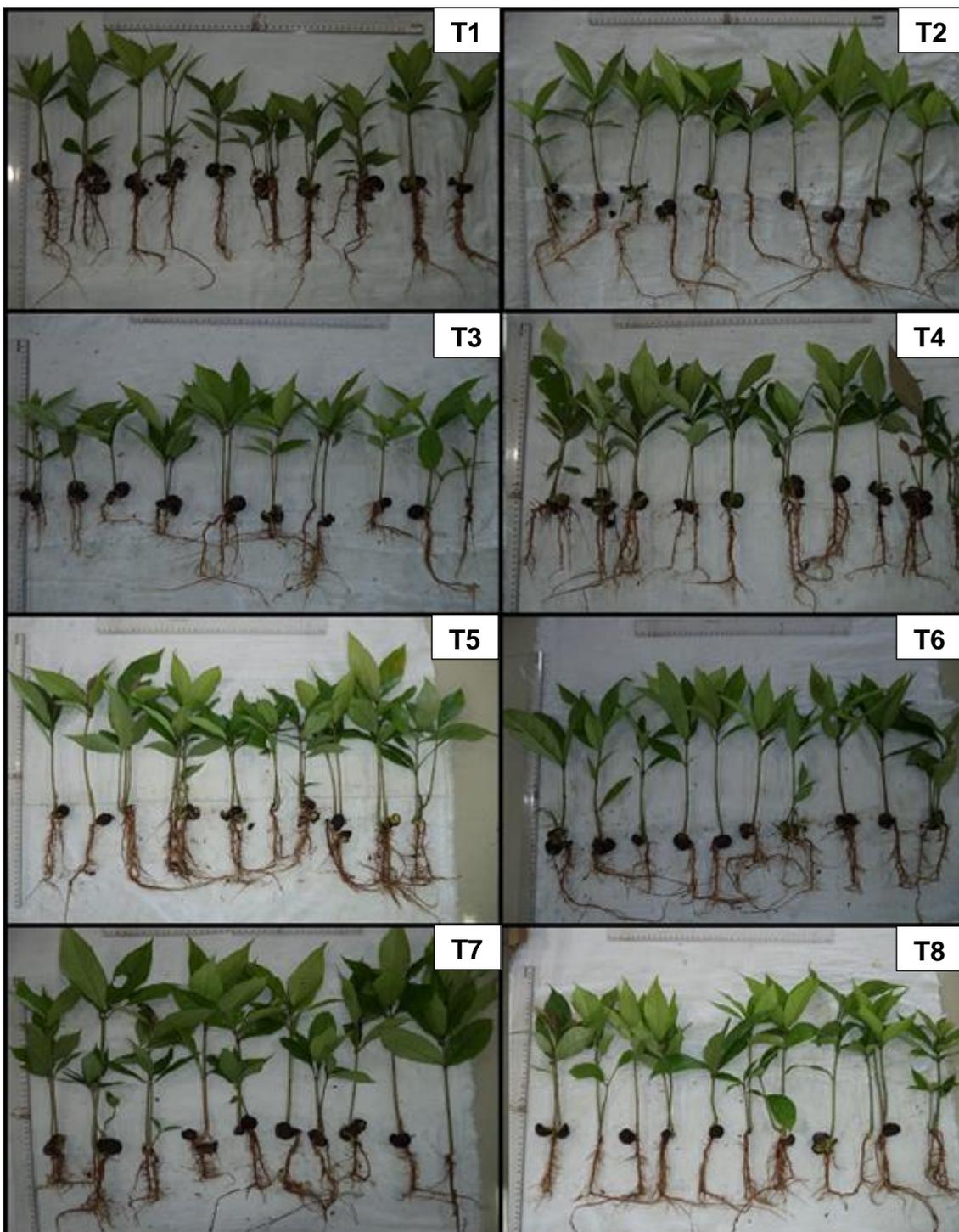


Figura 7. Aspecto das plantas de *Syzygium malaccense* aos 70 dias após a semeadura: T1 (Controle SP), T2 (GA_3 50 mg L^{-1} SP), T3 (GA_3 100 mg L^{-1} SP), T4 (GA/CK/AX 50 mL/kg de SP), T5 (Controle SG), T6 (GA_3 50 mg L^{-1} SG), T7 (GA_3 100 mg L^{-1} SG), T8 (GA/CK/AX 50 mL/kg de SG).

O fato desta pesquisa ter sido conduzida em bandejas permitiu o acompanhamento por mais tempo do comportamento da semente em relação ao número de embriões presentes e número de plantas formadas ao longo de 70 dias (Figura 7), servindo de referência para pesquisas futuras com a espécie,

visando a produção de mudas em larga escala, porém, é necessário estudos sobre o comportamento da espécie em tubetes, recipientes comercialmente utilizados para este fim, considerados mais adequados e que proporcionam economia com substratos, insumos e facilidade no transporte até o local de plantio (OLIVEIRA et al., 2016b), além de auxiliar no desenvolvimento do sistema radicular, favorecendo a poda natural e o não envelhecimento das raízes (VARGAS et al., 2011).

Conclusões

Nas condições em que foi realizado o trabalho, conclui-se que:

A utilização de sementes de *S. malaccense*, classificadas como grandes (26,3 a 39,0 mm), é ideal por darem origem a plantas com parâmetros morfológicos superiores, não se recomendando o uso dos reguladores GA₃ e bioestimulante composto por GA/CK/AX nesse tamanho de semente, visando o crescimento das plantas.

Na produção de mudas de *S. malaccense* utilizando sementes pequenas (13,7 a 26,3 mm), é indicado a utilização de 50 mL de GA/CK/AX/kg de semente por promover melhor relação MSA/MSR, massa seca total e comprimento de parte aérea.

Referências Bibliográficas

AJALLA, A.C.A.; VIEIRA, M. do C.; VOLPE, E.; ZÁRATE, N.A.H. Crescimento de mudas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (guavira), submetidas a três níveis de sombreamento e substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.2, p.449-458, 2014.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Kooppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, Germany, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ALMEIDA, E.J. de; SCALOPPI, E.M.T.; JESUS, N. de; MARTINS, A.B.G. Propagação de Jambeiro Vermelho (*Syzygium malaccense* L.) por estaquia de ramos herbáceos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.1, p.39-45, 2008.

ALMEIDA, E.J. de; SCALOPPI, E.M.T.; JESUS, N. de; BENASSI, A.C.; GANGA, R.M.D.; MARTINS, A.B.G. Propagação vegetativa de jambeiro vermelho [*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, edição especial, p.1658-1663, 2010.

ATAÍDE, G. da M.; CASTRO, R.V.O.; CORREIA, A.C.G.; REIS, G.G. dos; REIS, M. das G.F.; ROSADO, A.M. Interação árvores e ventos: aspectos ecofisiológicos e silviculturais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.25, n.2, p.523-536, 2015.

BRASIL. Decreto n.5.144, de 15 de fevereiro de 2012. **Dispõe sobre a arborização pública na área urbana e sedes de distrito do município de Cuiabá e dá outras providências**. Cuiabá, MT, fev 2012.

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

CAMPOS, L.F.C.; ABREU, C.M. de; GUIMARÃES, R.N.; SELEGUINI, A. Escarificação e ácido giberélico na emergência e crescimento de plântulas de biribá. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.10, p.1748-1754, 2015.

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

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

COSTA, R.S.C.; OLIVEIRA, I.V. de M.; MÔRO, F.V.; MARTINS, A.B.G. Aspectos morfológicos e influência do tamanho da semente na germinação de Jamborvermelho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.117-120, 2006.

CUNHA, R.C. da; OLIVEIRA, F. de A. de; SOUZA, M.W. de L.; MEDEIROS, J.F. de; LIMA, L.A.; OLIVEIRA, M.K.T. de. Ação de bioestimulante no

desenvolvimento inicial do milho doce submetido ao estresse salino. **Irriga**, Botucatu, edição especial, p.191-204, 2016.

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

DELLAI, A.; SILVA, R.F. da; PERRANDO, E.R.; JACQUES, R.J.S.; GROLLI, A.L.; MARCO, R.D. Óleo de eucalipto e *Pisolithus microcarpus* no crescimento de bracinga em solo contaminado por cobre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.9, p.927-933, 2014.

DICKSON, A.; LEAF, A.F.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Canadá, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

DUARTE, F.E.V. de; BARROS, D. dos R.; GIRARDI, E.A.; FILHO, W. dos S.S.; PASSOS, O.S. POLIEMBRIONIA E ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DE SEMENTES DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.246-254, 2013.

FARIA, R.A.P.G. de; ALBUQUERQUE, M.C. de F. e; COELHO, M. de F.B. Tamanho da semente e sombreamento no desenvolvimento inicial de *Brosimum gaudichaudii* TRÉCUL. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.26, n.1, p.9-15, 2013.

FERRAZ, R.A.; SOUZA, J.M.A.; SANTOS, A.M.F.; GONÇALVES, B.H.L.; REIS, L.L. dos; LEONEL, S. Efeitos de bioestimulante na emergência de plântulas de maracujazeiro 'Roxinho do Kênia'. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.6, p.1787-1792, 2014.

FERREIRA, B.Z.; TROJAN, D.G. Hormônios de plantas: uma prospecção sobre suas descobertas e aplicações. **Revista TechnoEng**, Ponta Grossa, v.1, n.11, p.1-48, 2015.

GIRARDI, L.B.; PEITER, M.X.; PIMENTA, B.D.; BRUNING, J.; RODRIGUES, S.A.; KIRCHNER, J.H. Crescimento e desenvolvimento da *alstroemeria x hybrida* quando submetida a diferentes capacidades de retenção de vaso. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.11, n.1, p.1191-1200, 2017.

HUNT, G.A. Effect of styroblock desing and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p.218-222.

LIMA, L.K.S.; MOURA, M. da C.F.; SANTOS, C.C.; DUTRA, A.S.; BELMONT, K.P. de C. Desenvolvimento de *Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong em

diferentes substratos alternativos. **Revista Biociências**, Taubaté, v.22, n.1, p.24-38, 2016.

LUCENA, E.M.P. de; ALVES, R.E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; LUZ, E.W.M. e; BRITO, E.S. de. Biodiversidade das Myrtaceae Brasileiras Adaptadas à Flórida, EUA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.7, n.2, p.327-340, 2014.

MARANA, J.P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. de P. Qualidade de mudas de jaracatiá submetidas a diferentes períodos de sombreamento em viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.2, p.275-282, 2015.

MELO, R.R. de; ARAÚJO, E.R.S. de; SILVA, A.A.L. da; RANDAU, K.P.; XIMENES, E.C.P. de A. Características farmacobotânicas, químicas e biológicas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & I. M. Perry. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v.90, n.4, p.298-302, 2009.

MOREIRA, F.J.C.; SILVA, M.A.P. da; FILHO, S.M. germinação e crescimento inicial de cajuí (*Anacardium microcarpum* DUCKE) em função do tamanho das sementes e do tempo de embebição. **Caderno de Cultura e Ciência**, Cariri, v.15, n.1, p.19-28, 2016.

MONERUZZAMAN, K.M.; HOSSAIN, A.B.M.S.; NORMANIZA, O.; BOYCE, A.N. Growth, yield and quality responses to gibberellic acid (GA3) of Wax apple *Syzygium samarangense* var. Jambu air madu fruits grown under field conditions. **African Journal of Biotechnology**, Lagos, v.10, n.56, p.11911-11918, 2011.

OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J.F. de; CUNHA, R.C. da; SOUZA, M.W. de L.; LIMA, L.A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.47, n.2, p.307-315, 2016a.

OLIVEIRA, M.C. de; OGATA, R.S.; ANDRADE, G.A. de; SANTOS, D. da S.; SOUZA, R.M.; GUIMARÃES, T.G.; SILVA JÚNIOR, M.C. da; PEREIRA, D.J. de S.; RIBEIRO, J.F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Brasília: Rede de sementes do Cerrado, 2016b. 124p.

R CORE TEAM R. **A language an environment for statistical computing: R** Foundation for statistical computing. 2012.

SANTOS, C. **Estatística descritiva: Manual de autoaprendizagem**. Lisboa: Sílabo, 2010. 264p.

SILVA, K.B. Qualidade fisiológica de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) Penn. classificadas pelo tamanho. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.13, n.1, p.1-4, 2015.

SILVEIRA, E.V.; STEFANELLO, S. Crescimento e floração de plantas de *Miltonia flavescens* LINDL. (Orchidaceae) tratadas com ácido giberélico. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.6, n.2, p.349-358, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TECCHIO, M.A., LEONEL, S.; REIS, L.L. dos; SIMONETTI, L.M.; SILVA, M.J.R. da. Stimulate no desenvolvimento de mudas de Kunquat 'Nagami'. **Irriga**, Botucatu, edição especial 20 anos irriga + 50 anos FCA, p.97-106, 2015.

VARGAS, F.S.; REBECHI, R.J.; SCHORN, L.A.; FENILLI, T.A.B. Efeitos da mudança de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.9, n.2, p.169-177, 2011.

VERNIER, R.M.; CARDOSO, S.B. Influência do ácido indol-butírico no enraizamento de estacas em espécies frutíferas e ornamentais. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, Avaré, v.3, n.2, p.11-16, 2013.

4. CONCLUSÕES GERAIS

O período de tempo necessário para emergência de *Syzygium malaccense* é de 15 dias independente do tamanho das sementes.

O uso de SG deve ser priorizada por apresentaram maior porcentagem e velocidade de germinação/emergência, menor TMG, e melhor sincronização, decorrente da mobilização mais rápida dos açúcares solúveis, formando mais plântulas com maior altura e massa seca.

A degradação das reservas de proteína ao longo do tempo constitui importante fonte de energia para germinação de *S. malaccense*, podendo o concomitante acúmulo de prolina durante o processo ser indicador do vigor das sementes.

A aplicação de reguladores nas sementes, especialmente GA₃ aumenta a mobilização de açúcares solúveis, aumentando também a velocidade de germinação, e é recomendada sua utilização quando for utilizado sementes pequenas, por reduzir a atividade da enzima peroxidase e favorecer o aumento da emergência, altura e massa seca das plântulas.

O uso de reguladores vegetais reduziu a ocorrência de ROS, protegendo as células de *S. malaccense* de danos oxidativos.

As SG de *S. malaccense* formam plantas com parâmetros morfológicos mais adequados para mudas, e o uso de regulador vegetal é dispensável para esse tamanho de semente.

O uso de regulador vegetal é indicado para a produção de plantas de *S. malaccense* quando ocorrer maior número de sementes com medidas características de SP, pois, a relação MSA/MSR, massa seca total e comprimento de parte aérea foram favorecidos com a aplicação de GA/CK/AX neste tamanho de semente.