

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

PEDRO RAMON MANHONE

**REGULADORES VEGETAIS NA GERMINAÇÃO, VIGOR E MOBILIZAÇÃO
DE RESERVAS EM SEMENTES DE *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa*
Degener.**

ALEGRE-ES
2014

PEDRO RAMON MANHONE

**REGULADORES VEGETAIS NA GERMINAÇÃO, VIGOR E MOBILIZAÇÃO
DE RESERVAS EM SEMENTES DE *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa*
Degener.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal, linha de pesquisa em Biotecnologia e Ecofisiologia do Desenvolvimento de Plantas.

Alegre
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito
Santo, ES, Brasil)

M277r Manhone, Pedro Ramon, 1986-
Reguladores vegetais na germinação, vigor e mobilização de
reservas em sementes de *Passiflora edulis* Sims. F. *Flavicarpa*
Degener / Pedro Ramon Manhone. – 2014.
97 f. : il.

Orientador: José Carlos Lopes.
Coorientadores: Rodrigo Sobreira Alexandre.
Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do
Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Maracujá. 2. Auxina. 3. Amido. 4. Giberelina. 5. Lipídeos. 6.
Citocinina. 7. Açúcares solúveis. I. Lopes, José Carlos. II. Alexandre,
Rodrigo Sobreira. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro
de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 63

**REGULADORES VEGETAIS NA GERMINAÇÃO, VIGOR E MOBILIZAÇÃO
DE RESERVAS EM SEMENTES DE *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Degener.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal, linha de pesquisa em Biotecnologia e Ecofisiologia do Desenvolvimento de Plantas.

Tese provada pela comissão examinadora em 15 de fevereiro de 2014

Prof. D. Sc. Maristela Aparecida Dias
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e
Extensão Rural - INCAPER
Membro externo

Prof. D. Sc. Rodrigo Sobreira Alexandre
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. D. Sc. Ruimário Inácio Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. D. Sc. José Carlos Lopes
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

À minha mãe, Nivalda de Lourdes Manhõe

À meu filho, João Pedro.

Dedico

Agradecimentos

Sempre a Deus, que nunca me desamparou em todos os momentos da minha vida e a quem devo a minha existência e de todas as coisas, aquele a quem devo todos os cálculos, fórmulas, equações, reações e fenômenos da natureza que povoam o mundo e as mentes, e que existiam antes e independentes de todos nós.

À minha família de origem por todo acolhimento, carinho e força em momentos fundamentais, inclusive, para a realização desse trabalho. A minha querida mãe, filho, entes exclusivos em minha vida.

Aos grandes amigos, que mesmo em diferentes partes do planeta estão sempre tão próximos. Aos irmãos William Pereira, Vinícius Duarte, Fernando Dadalto, Rômulo Beltrame, Allan Rocha, Luan Peroni e Rafael Zanotti por constituírem diferentes partes do mosaico que me espelha.

Em especial aos Professores Carlos Rodrigues Pereira e José Carlos Lopes, agradeço imensamente pela orientação, dedicação, paciência e exemplo de vida.

Aos professores Rodrigo Sobreira Alexandre e Ruimário Inácio Coelho pela orientação e prontidão na construção desse diálogo de saberes. Ainda, a todos os professores que contribuíram para a minha formação.

Aos amigos e companheiros de laboratório pela ajuda nos trabalhos práticos, pelo conhecimento que compartilharam e pelas horas de descontração.

À Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Programa de Pós-graduação pelo acolhimento, formação e amizades geradas ao longo dos anos. Ao Departamento de Produção Vegetal (docentes, discentes e funcionários) pela agradável convivência.

Aos órgãos de fomento à pesquisa CAPES e CNPq, pela concessão de bolsa e financiamento de todo este trabalho.

A todos que de alguma forma dedicaram parte do seu tempo auxiliando-me e incentivando-me neste trabalho e tenha me esquecido, minha gratidão.

Biografia

Pedro Ramon Manhone, nascido em Muniz Freire, estado do Espírito Santo, no dia 17 de junho de 1986, filho de Nivalda de Lourdes Manhone. Realizou os ensinamentos fundamentais na escola de primeiro grau “Bráulio Franco” e concluiu o ensino médio e técnico na Escola Agrotécnica Federal de Alegre. Em 2008 graduou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e obteve o grau de mestre em Ciências Ambientais e Florestais, na área de Conservação da Natureza, sob orientação do professor Carlos Rodrigues Pereira, também pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro no ano de 2010, quando iniciou o curso de doutorado em março do mesmo ano junto ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, sob a orientação do professor José Carlos Lopes, defendendo a Tese em 18 de fevereiro de 2014.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Germinação (G), primeira contagem (PC) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.....56

Tabela 2. Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) das plântulas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.....58

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Teor de lipídeo durante a embebição das sementes de maracujá amarelo tratadas com reguladores vegetais.....75

Tabela 2. Teor de açúcar solúvel durante a embebição das sementes de maracujá amarelo tratadas com reguladores vegetais.....78

Tabela 3. Germinação (G) de sementes de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.....79

Tabela 4. Teor de amido durante a embebição das sementes de maracujá amarelo tratadas com reguladores vegetais.....82

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1.** Teste de primeira contagem em sementes de maracujá amarelo embebidas em diferentes concentrações de ethrel41
- Figura 2.** Germinação de sementes de maracujá amarelo embebidas em diferentes concentrações de ethrel.....42
- Figura 3.** Índice de velocidade de germinação de sementes de maracujá amarelo embebidas em diferentes concentrações de ethrel.....43
- Figura 4.** Comprimento da raiz e da parte aérea das plântulas de maracujá amarelo embebidas em diferentes concentrações de ethrel.....45
- Figura 5.** Massa fresca e massa seca das plântulas de maracujá amarelo embebidas em diferentes concentrações de ethrel.....46

CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Crescimento da raiz e parte aérea das plântulas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg..... 60

CAPÍTULO 3

- Figura 1.** Curva de embebição das sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.).....73

Sumário

Resumo geral	10
Abstract	13
Introdução.....	15
Objetivo geral	16
Objetivos específicos.....	16
Revisão de literatura.....	17
Maracujazeiro	17
Propagação do maracujazeiro	18
Dormência de sementes	19
Reguladores vegetais	21
Mobilização de reservas.....	24
Capítulo 1. Germinação de sementes de maracujá amarelo	35
Resumo.....	35
Palavras chave	35
Abstract	36
Keywords	36
Introdução.....	37
Material e métodos.....	38
Resultados e discussões.....	40
Conclusões.....	45
Referências	45
Capítulo 2 - Reguladores vegetais na germinação de sementes de maracujá amarelo	48
Resumo.....	48
Palavras chave	48
Abstract	49
Index terms.....	49
Introdução.....	50
Material e Métodos.....	51
Resultados e discussão.....	53
Conclusões.....	59
Referências	60

Capítulo 3. Reguladores vegetais e mobilização de reservas na embebição de sementes de maracujá amarelo.....	64
Resumo.....	64
Palavras chave	64
Abstract.....	65
Index terms.....	65
Introdução.....	66
Material e Métodos.....	68
Resultados e discussão.....	70
Conclusões.....	80
Referências	82

Resumo geral

As sementes de maracujazeiro amarelo apresentam problemas relacionados à sua qualidade fisiológica, como a desuniformidade na germinação, o que compromete o vigor e a formação das mudas. Tratamentos por embebição das sementes aceleram e uniformizam a germinação. Objetivou-se com esse trabalho estudar o efeito de reguladores vegetais na germinação, no vigor e na mobilização de reservas de sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). Foram utilizadas sementes provenientes de frutos maduros obtidos em lavouras comerciais. O beneficiamento das sementes foi realizado em laboratório, e acompanhado dos testes para avaliações da qualidade física e fisiológica e bioquímica. No experimento 1, Capítulo 1 - Efeito do etileno na germinação de sementes de maracujá amarelo, as sementes foram embebidas em diferentes concentrações de ácido 2-cloroetil fosfônico (ethrel) para a avaliação da qualidade fisiológica do lote de sementes. Os tratamentos foram: T0- Água destilada (controle); T1- 100 mg L⁻¹; T2- 200 mg L⁻¹; T3- 300 mg L⁻¹; T4- 400 mg L⁻¹; T5- 500 mg L⁻¹; T6- 600 mg L⁻¹; T7- 700 mg L⁻¹; T8- 800 mg L⁻¹ e T9- 900 mg L⁻¹. As sementes embebidas na concentração de 600 mg L⁻¹ apresentaram maiores valores para germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de raiz e parte aérea, massa fresca e seca. No experimento 2, Capítulo 2 - Reguladores de crescimento na germinação de sementes de maracujá, foram realizados os seguintes tratamentos: T0- água destilada; T1- 600 mg L⁻¹ de ethrel; T2- 500 mg L⁻¹ de 6-benzilamina 6-purina; T3- 500 mg L⁻¹ de ácido 4-(3-indolil) butírico; T4- 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico; T5- 250 mg L⁻¹ de espermina; T6- 750 mg L⁻¹ de espermina; T7- 750 mg L⁻¹ de espermidina; T8- 1250 mg L⁻¹ de espermidina. O delineamento foi inteiramente casualizado com oito tratamentos, e quatro repetições de 50 sementes. A poliamina espermidina na concentração de 750 mg L⁻¹ fez com que as sementes apresentassem maior porcentagem de germinação, maior germinação no teste de primeira contagem e maior índice de velocidade de germinação. Verificou-se ainda aumento significativo nos comprimentos da parte aérea e raiz nos tratamentos com espermina e espermidina. No experimento 3, Capítulo 3. Reguladores vegetais e

mobilização de reservas nas fases de embebição das sementes de maracujá amarelo foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 8 x 4, sendo oito reguladores vegetais e quatro tempos de embebição, com quatro repetições de 25 sementes. Avaliou-se a composição bioquímica das sementes quanto às concentrações de lipídeos, açúcares solúveis e amido. As sementes apresentaram acúmulo de lipídeos na fase III da embebição; o teor de açúcares solúveis e de amido aumentaram na fase I e apresentaram redução a partir da fase II, à exceção dos açúcares no tratamento controle (T1).

Palavras-chave: *Passiflora edulis* L., citocinina, auxina, giberelina, etileno, poliaminas, lipídeos, amido, açúcares solúveis.

Abstract

The passion fruit seeds have related to their physiological quality problems such as uneven germination, which undermines the vigor and seedling formation. Treatments by soaking the seeds accelerate and standardize germination. The objective of this work was to study the effect of plant growth regulators on germination, vigor, and in the mobilization of seed reserves of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa*). Seeds from ripe fruits obtained from commercial crops were used. The processing of the seeds was performed in the laboratory, and accompanied by the tests for physical assessments of quality and physiological and biochemical. In experiment 1, Chapter 1 - Effect of ethylene on the germination of yellow passion fruit, the seeds were soaked in different concentrations of 2-chloroethyl phosphonic acid (Ethrel) to evaluate the physiological quality of the seed lot. The treatments were: T0- Água destilada (controle); T1- 100 mg L⁻¹; T2- 200 mg L⁻¹; T3- 300 mg L⁻¹; T4- 400 mg L⁻¹; T5- 500 mg L⁻¹; T6- 600 mg L⁻¹; T7- 700 mg L⁻¹; T8- 800 mg L⁻¹ ; T9- 900 mg L⁻¹. The seeds soaked in concentration of 600 mg L⁻¹ showed higher values for germination, germination velocity index, root length and shoot, fresh and dry. In experiment 2, Chapter 2 - growth regulators on seed germination of passion, the following treatments were performed: T0- distilled water, T1- 600 mg L⁻¹ ethrel, T2- 500 mg L⁻¹-6-6-benzylamine purine, T3- 500 mg L⁻¹ of 4 - (3-indolyl) butyric acid, T4- 500 mg L⁻¹ gibberellic acid, T5- 250 mg L⁻¹ spermine, T6- 750 mg mg L⁻¹ spermine, T7- 750 mg L⁻¹ spermidine, T8- 1250 mg L⁻¹ spermidine. The design was completely randomized with eight treatments and four replications of 50 seeds. The polyamine spermidine concentration of 750 mg L⁻¹ caused the seeds presented higher germination percentage, the highest germination first count and a higher rate of speed germination. There was also a significant increase in the lengths of shoot and root in the treatments with spermine and spermidine. In experiment 3, Chapter 3. Growth regulators and reserve mobilization phases of imbibition passion fruit was conducted in a completely randomized design in a factorial 4 x 8, eight-four plant growth regulators soaking times, with four replications of 25 seeds. We evaluated the biochemical composition of seeds as the concentrations of lipids, soluble sugars and starch.

The seeds showed accumulation of lipids in phase III of soaking, the content of soluble sugars and starch increased in stage I and decreased from stage II, except for sugars in control treatment (T1).

Key words: *Passiflora edulis* L., cytokinin, auxin, gibberellin, ethylene, polyamines, lipids, starch, soluble sugars.

Introdução

A palavra maracujá é uma denominação indígena, de origem tupi, e significa “alimento em forma de cuia”. O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, que é amplamente distribuída nos trópicos e regiões temperadas e é composta por 18 gêneros e mais de 630 espécies. O gênero *Passiflora* é o mais importante economicamente e possui 129 espécies conhecidas, nativas do Brasil, das quais 83 são endêmicas, podendo ser utilizadas como alimento, remédios e ornamento (CERVI et al., 2010). De acordo com Faleiro et al. (2005), *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* (maracujá azedo) é a espécie mais cultivada, sendo estimado mais de 95% da área cultivada no mundo.

O cultivo do maracujazeiro no Brasil adquiriu expressão econômica somente após 1970, com a espécie *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Degener, com o desenvolvimento da indústria de processamento de sucos e também pela crescente demanda da fruta fresca pelo mercado consumidor. A produção de maracujá apresenta importância econômica no Brasil, colocando o país como o maior produtor e consumidor mundial. Desde 1995, a área plantada com maracujazeiro amarelo, no Brasil, vinha se mantendo ao redor de 36 mil hectares, mas em 2007, houve um aumento expressivo de 30% da área plantada que foi de 46.866 ha. Em 2010, a área plantada foi de 62.200 ha com uma produção 920.000 t (IBGE, 2012). Nos últimos quatro anos, a produção e a área plantada praticamente dobraram e a demanda pelos frutos de maracujá é cada vez maior, assim como o valor pago pela produção.

Um problema apresentado na propagação do maracujazeiro é a dormência de suas sementes o que acarreta germinação irregular, um aumento de mão-de-obra nos viveiros e escalonamento de produção nos pomares comerciais formados com mudas de diferentes idades (ALEXANDRE et al., 2009).

O estímulo à germinação pode ser promovido pelo uso de reguladores vegetais, tais como auxinas, citocininas, giberelinas, etileno, poliaminas e outros (CARDOSO, 2008), os quais, dependendo do modo de ação, são capazes de promover a quebra de dormência das sementes (KÜLEN et al., 2011). Essas substâncias agem como mediadoras nos processos fisiológicos

da germinação, transformando sinais ambientais específicos em respostas bioquímicas capazes de alterar o estado fisiológico da semente (BOTELHO; PEREZ, 2001).

Apesar das poliaminas estarem envolvidas em um grande número de processos do desenvolvimento vegetal, a sua inclusão à classe dos hormônios vegetais ainda gera controvérsias entre a comunidade científica, pois agem em concentrações superiores aos hormônios convencionais, o que diverge do conceito de hormônio vegetal (KERBAUY, 2008). No entanto, muitos pesquisadores incluem as poliaminas à classe dos hormônios vegetais, uma vez que regulam o desenvolvimento vegetal (CROZIER et al., 2001).

Objetivo geral

Objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Degener em função de reguladores vegetais.

Objetivos específicos

- Avaliar o efeito do etileno (ethrel) sobre a germinação e vigor das sementes de *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Degener;
- Verificar o efeito dos reguladores vegetais sobre a germinação e vigor das sementes de *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Degener;
- Determinar o padrão de absorção de água em sementes de *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Degener;
- Analisar a composição e as alterações nos principais compostos de reserva das sementes de *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Degener durante as fases de embebição.

Revisão de literatura

Maracujazeiro

A palavra maracujá é oriunda do tupi “mara kuya”, que significa "fruto que se serve" ou "alimento na cuia". Nome dado à fruta do maracujazeiro, pertencente a família Passifloraceae e do gênero Passiflora, bastante cultivada e explorada de norte a sul do território brasileiro e com bom retorno econômico. O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Degener) é nativo da América do Sul e é amplamente cultivado em países tropicais e subtropicais. (MELETTI, 2000; LIMA, 2002; ALEXANDRE et al., 2004).

A família abrange espécies trepadeiras herbáceas, arbustos e até árvores lenhosas; também caracterizada por apresentar estípulas e gavinhas; possui folhas pecioladas e alternadas; flores isoladas e axilares, hermafroditas, pentâmeras, com pétalas e sépalas alternando entre si, com presença de filamentos de corona, opérculo, androginóforo, cinco estames, anteras dorsofixas, óvulos numerosos, placentação parietal, três a quatro estiletos, estigmas captados, orbiculares ou reniformes que também são características da família (NUNES; QUEIROZ, 2006).

As passifloras apresentam hábito herbáceo, com flores muito belas, incluindo algumas poucas ervas eretas ou plantas lenhosas, arbustivas e perenes em sua maioria (VANDERPLANK, 2000; ULMER; MACDOUGAL, 2004). As principais características das plantas desse gênero são: gavinhas axilares, nectários, folhas alternas normalmente simples, coroa de estaminódios, gineceu e androceu com base comum (androginóforo) e sementes ariladas (FEUILLET, 2004).

O maracujazeiro é uma planta eudicotiledônea de clima tropical e subtropical, e apresenta ampla variabilidade genética natural, que está diretamente ligada à sua autoincompatibilidade, o que pode se expressar em várias características morfológicas (CUNHA et al., 2008; ALEXANDRE et al., 2009).

No Brasil, o cultivo comercial do maracujá iniciou-se na década de 70 com a espécie *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg. (maracujá amarelo, maracujá mirim ou maracujá de comer). Atualmente, situa-se entre as fruteiras mais

plantadas, sendo, o seu cultivo uma atividade econômica em 652 municípios de 23 estados, incluindo o Distrito Federal (IBGE, 2012).

Estudos mais recentes mostram que o fruto do maracujazeiro vem sendo avaliado de diversas formas. O maracujá-amarelo, por exemplo, tornou-se uma espécie de importância significativa no agronegócio de frutas tropicais, devido à elevada cotação do suco no mercado internacional de fruta fresca e no mercado interno. Como reflexo, observa-se o interesse dos produtores na expansão dos pomares, o que tem gerado uma intensa demanda por informações técnicas. Nesse contexto, um aspecto comumente abordado é a obtenção de mudas de boa qualidade (MELETTI et al., 2000).

Propagação do maracujazeiro

O maracujazeiro é uma planta autoincompatível, embora apresente flores perfeitas, havendo, portanto, necessidade da polinização cruzada para o sucesso da cultura (AKAMINE; GIROLAMI, 1959).

Devido à grande expansão do cultivo do maracujazeiro no Brasil, consequência do maior consumo interno e externo da fruta, há a necessidade de aumentar a produção dessa fruteira, seja por ampliação das áreas cultivadas, como pelo aumento na produtividade. A utilização de mudas de alta qualidade e baixo custo é uma boa alternativa para que se consiga esse resultado. Sendo assim, para a instalação da cultura, o ideal é a produção e a utilização de mudas vigorosas, saudáveis e bem nutridas (PRADO; NATALE, 2004). Para se conseguir mudas de alto padrão a utilização de sementes de elevada qualidade é imprescindível. Essas sementes são caracterizadas pelos aspectos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. A propagação do maracujazeiro pode ser sexuada ou vegetativa empregando-se estaquia, enxertia e cultivo *in vitro* (FERRARI et al., 2008). O método mais usual no estabelecimento de pomares comerciais ainda é o de mudas formadas de sementes devido ao menor custo de produção (LEONEL; PEDROSO, 2005).

A propagação semínifera dá origem a pomares com grande variabilidade. Por outro lado, a utilização da propagação vegetativa por enraizamento de estacas

oriundas de matrizes selecionadas, permite a manutenção das características de interesse agrônomo (ALEXANDRE et al., 2009).

Osipi e Cereda (2004) observaram que a produção e o número de frutos do maracujazeiro doce (*P. alata*), no primeiro ano de produção, não foram influenciados pelo sistema de produção de mudas, não havendo diferença entre as plântulas provenientes de sementes, estaquia e enxertia sobre o maracujazeiro amarelo.

Braga et al. (2006) não encontraram diferenças significativas de produtividade entre os sistemas de propagação seminífera, por estaquia ou por enxertia. Segundo os autores, por ser uma semente alógama, o maracujazeiro amarelo apresenta alto grau de heterozigose, resultando em ampla segregação nas suas descendências, com indivíduos com as mais diferentes características fenotípicas.

A seleção das plantas fornecedoras de sementes e a qualidade das mesmas têm relação direta com a obtenção de mudas vigorosas e sadias. Segundo Wagner Júnior (2011), na seleção das plantas matrizes de maracujazeiro deve-se considerar aspectos sanitários, vigor e produção, bem como, teor de suco, sólidos solúveis totais, tamanho e formato dos frutos de acordo com a exigência do mercado.

Dormência de sementes

As sementes de maracujá apresentam dormência que constitui um mecanismo que distribui a germinação no tempo para favorecer e garantir a sobrevivência das espécies no ambiente. Porém, para produtores de mudas, viveiristas e pesquisadores, esse mecanismo é uma desvantagem, pois promove alta desuniformidade entre as mudas e maior demanda de tempo na sua produção, além disso, possibilita maiores riscos de perda de sementes por deterioração, uma vez que estas permanecem mais tempo no solo antes da germinação e ficam expostas a microorganismos (POPINIGIS, 1985; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A dormência em sementes é, geralmente, uma característica indesejável na agricultura. Porém, algum grau de dormência é vantajoso pelo menos durante o desenvolvimento da semente (BEWLEY, 1997), como, por exemplo, para evitar que a semente germine ainda na planta mãe, fenômeno esse conhecido como viviparidade.

O tempo entre a semeadura e a germinação do maracujazeiro é de 15 a 20 dias e, da germinação até o plantio no campo, podem ser necessários mais 45 a 60 dias (FERREIRA et al., 2007). Entretanto, as sementes de maracujazeiro apresentam problemas relacionados à sua qualidade fisiológica, como a desuniformidade na emergência das plântulas, o que compromete diretamente a formação das mudas e a expansão da cultura (NEGREIROS et al., 2006).

Para Carvalho e Nakagawa (2012), algumas substâncias que inibem o processo germinativo se concentram em tecidos que recobrem as sementes ou em camadas do fruto. A presença de substâncias inibidoras no arilo das sementes contribui para uma menor taxa de germinação das sementes de *Passiflora* (FERREIRA et al., 2005). Pereira e Dias (2000) constataram que o arilo, o qual consiste em capa de constituição gelatinosa rica em pectina, prejudicou a uniformidade da germinação por atuar como barreira ou conter substâncias reguladoras de crescimento. Além disso, em outras espécies que possuem mucilagem envolvendo suas sementes, também foram constatados problemas relacionados à germinação.

Em sementes com baixo vigor pode haver reduções na velocidade de emergência, na produção de biomassa seca e nas taxas de crescimento das plantas, podendo afetar o estabelecimento da cultura, seu desempenho ao longo do ciclo e produtividade final (MELO et al., 2006).

Os tratamentos pré-germinativos podem auxiliar na germinação, como a rápida e uniforme emergência das plântulas em ambientes adversos (SANTOS et al., 2011). A exposição da semente à embebição tem sido uma das tecnologias testadas em várias espécies para facilitar a germinação e, a depender da situação, até mesmo conferir às plantas maior tolerância em caso de estresse (RABBANI et al., 2013). Os tratamentos pré-germinativos agem, a depender do tempo de exposição, como um condicionante e, permite a ocorrência das fases iniciais do processo de germinação sem atingir a fase de alongamento celular e

a protrusão da raiz primária, beneficiando no campo a maior velocidade de estabelecimento da semente.

Reguladores vegetais

A necessidade de estudos que avaliam os efeitos de reguladores vegetais na germinação de sementes e no processo de formação de mudas de Passifloras é descrita por alguns autores (LIMA et al., 2009; ZUCARELI et al., 2009). Tais reguladores estão envolvidos nos processos de crescimento e desenvolvimento de um órgão ou tecido vegetal, que, pode ser alterado de acordo com as condições fisiológicas da planta, podendo atuar como promotor ou inibidor no controle do processo germinativo de sementes (LOPES et al., 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os hormônios são compostos orgânicos que, em quantidades extremamente pequenas, promovem, inibem ou modificam qualitativamente processos fisiológicos envolvidos com o desenvolvimento de parte ou da totalidade das plantas (RAVEN et al., 2009).

De maneira geral, pode-se concluir que as auxinas, giberelinas e citocininas atuam na promoção do desenvolvimento das plantas, enquanto o etileno e o ácido abscísico atuam como inibidores. Mas, segundo Teixeira e Marbach (2000), essa classificação não é inteiramente correta, pois uma determinada substância pode atuar como promotora ou inibidora, dependendo de sua concentração endógena e de outros fatores intrínsecos da planta. Sendo assim, o equilíbrio entre promotores e inibidores exerce papel fundamental na promoção da germinação e no crescimento inicial das plântulas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Auxina é uma palavra de origem grega (*auxein*) que significa crescer, proposta por Kögl e Haagen-Smit em 1931, isolada e identificada no avena-teste por Kögl e seu grupo (1934), na Universidade de Utrecht (Alemanha), e por Thimann em (1935), caracterizada como uma molécula que apresentava alto poder regulatório, o ácido indol-3-acético (AIA), que, subsequentemente, evidenciou ser a substância difusível encontrada por Went em coleótilos de aveia

(RAVEN et al., 2009; TEIXEIRA; MARBACH, 2013). Assim, a auxina foi caracterizada como primeiro hormônio descoberto, e os primeiros estudos fisiológicos acerca do mecanismo de expansão celular vegetal foram focalizados na ação desse hormônio. As auxinas exercem uma importante função na regulação do crescimento e desenvolvimento vegetal (KERBAUY, 2008). Sua síntese ocorre nos primórdios foliares e folhas jovens e é também encontrada em flores, frutos e sementes (RAVEN et al., 2009).

As giberelinas têm um papel chave na germinação de sementes, estando envolvidas tanto na superação da dormência quanto no controle da hidrólise de reservas, da qual depende o embrião em crescimento. No caso das sementes, os dois processos estão interligados, embora seja possível quebrar a dormência sem que ocorra a germinação (LOPES et al., 2008). A imersão em ácido giberélico das sementes de noqueira-macadâmia pode elevar os índices germinativos e uniformizar a emergência das plântulas, contudo, Dalastra et al. (2010) observaram que a imersão de sementes por 90 horas em solução contendo ácido giberélico prejudica a emergência das plântulas.

O efeito principal das giberelinas no processo metabólico da germinação das sementes é na promoção da síntese da enzima hidrolítica α -amilase, responsável pela degradação do amido (KERBAUY, 2008).

As citocininas são encontradas em diferentes espécies de plantas com sementes e localizam-se principalmente em tecidos em divisão ativa (RAVEN et al., 2009). Uma das citocininas mais utilizadas, seguida pela cinetina e isopenteniladenina (2iP) é a 6-benzilaminopurina (BAP) a qual tem se revelado eficiente no processo de multiplicação, tanto de estruturas aéreas, como na indução de gemas adventícias em diversas espécies (LEITZKE et al., 2010).

O etileno, em quantidades mínimas, regula uma série de processos de desenvolvimento e responde a estresse, incluindo abscisão das folhas, senescência de órgãos, germinação de sementes, crescimento de plantas e patógenos (PEREIRA; BELTRAN, 2002). De acordo com Caputo et al. (2008), o emprego de reguladores, como ethrel antecipa a colheita de cana-de-açúcar em pelo menos 21 dias.

Como forma de acelerar e melhorar a germinação de sementes e também promover o crescimento das plantas jovens, vários pesquisadores

preconizaram o uso de reguladores vegetais. Bewley e Black (1994) reportaram a presença de hormônios na semente, sendo sua ação relacionada com o crescimento do embrião. Entre os hormônios presentes nas sementes, o de mais largo espectro de atuação são as giberelinas. Sendo assim, o estímulo à germinação pode ser promovido pelo uso de reguladores de crescimento, tais como auxinas, citocininas, etileno e poliaminas (CARDOSO, 2004), os quais, dependendo do modo de ação, são capazes de promover a quebra de dormência das sementes (KÜLEN et al., 2011).

Na avaliação da emergência e do desenvolvimento de plântulas de maracujazeiro azedo oriundas de sementes tratadas com bioestimulante, Ferreira et al. (2007) verificaram que os reguladores atuaram em conjunto, tanto na promoção da germinação como na posterior manutenção do crescimento do epicótilo e do hipocótilo de plântulas, o que resultou em maior porcentagem e velocidade de emergência.

As poliaminas são comumente encontradas em todas as células, tanto em animais quanto em plantas. Apesar de estarem envolvidas em um grande número de processos do desenvolvimento vegetal, participando direto ou indiretamente de várias vias metabólicas essenciais para o funcionamento celular, essas substâncias são necessárias em concentrações maiores do que os hormônios convencionais para a produção de um mesmo efeito. Portanto, considerá-las como hormônio vegetal ainda é controvertido (KERBAUY, 2008). Eventualmente, essas substâncias podem ser usadas como substitutas do tratamento com auxinas, sugerindo uma atividade como mensageiros secundários dessa classe hormonal.

As poliaminas estão envolvidas em vários processos fisiológicos em resposta à luz, hormônios, injúrias e estresse, e aplicações exógenas podem afetar estes processos (GALSTON; KAUR-SAWHNEY, 1994). Assim, pelos estudos realizados por Perez et al. (1999), em sementes de *Peltophorum dubium* foi verificado que a adição da diamina putrescina atenuou o efeito do estresse com cloreto de sódio (NaCl) e ampliou o limite de tolerância ao cloreto de potássio (KCl). Botelho e Perez (2001) observaram para a mesma espécie que a poliamina putrescina e espermidina determinaram atenuação do efeito do

estresse hídrico, com aumentos na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação.

Apesar das poliaminas estarem envolvidas em um grande número de processos do desenvolvimento vegetal, a sua inclusão na classe dos hormônios vegetais ainda gera controvérsias na comunidade científica, pois as poliaminas agem em concentrações superiores aos hormônios convencionais, o que diverge do conceito de hormônio vegetal (COLLI, 2008). No entanto, muitos pesquisadores incluem as poliaminas na classe dos hormônios vegetais, principalmente por regularem o desenvolvimento vegetal (CROZIER et al., 2001).

A importância dessas substâncias em plantas foi corroborada em mutantes que perderam a habilidade de sintetizar poliaminas, o que ocasionou alterações fenotípicas no crescimento e desenvolvimento. No entanto, a adição exógena de poliaminas, restaurou os padrões normais de crescimento, evidenciando a função essencial das poliaminas no metabolismo celular (KERBAUY, 2008).

Avaliando a ação das poliaminas na germinação de sementes de maçã (*Malus domestica*), Sinska e Lewandoska (1991) verificaram que as poliaminas exógenas afetaram de modo variável segundo o tipo, a concentração e o estado de dormência do embrião. A putrescina e a espermidina estimularam a germinação, enquanto a espermina inibiu o processo, favorecendo a manutenção da dormência por diminuir a produção de etileno. A Putrescina e a espermidina participaram da remoção da dormência, independentemente do etileno. Esses autores verificaram que alguns dos efeitos fisiológicos das poliaminas, opostos aos do etileno, podem ser atribuídos à competição por um precursor comum, a S-adenosilmetionina.

Mobilização de reservas

Nas sementes, as substâncias ou compostos orgânicos armazenados em grande quantidade constituem os carboidratos, os lipídeos e as proteínas (MARCOS FILHO, 2005), destacando-se o amido como o carboidrato mais comumente encontrado em sementes, os lipídeos como reserva estrutural e as proteínas de reserva, que fornecem os aminoácidos, elementos essenciais nas

fases de germinação e desenvolvimento das plântulas, consistindo de uma mistura de dois polissacarídeos, amilose e amilopectina, sendo depositados geralmente nos plastídios (cloroplastos ou amiloplastos) (POPINIGIS, 1985; BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005). Tanto o vigor quanto o potencial de armazenamento das sementes são influenciados pelos teores dos compostos presentes nas sementes e, de modo geral, quanto maior o teor de reservas, maior será o vigor das plântulas originadas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). E as sementes, quando apresentam baixo vigor, podem, concomitantemente, apresentar reduções na velocidade de emergência, na produção de biomassa seca e nas taxas de crescimento das plântulas, podendo afetar o estabelecimento da cultura, seu desempenho ao longo do ciclo e produtividade final (SCHUCH et al., 2000; MELO et al., 2006). Além disso, em lotes de sementes que apresentam menor vigor, ocorre maior variação na sua composição e, conseqüentemente, maior desuniformidade e menor velocidade na emergência das plântulas.

Muitos estudos têm sido desenvolvidos objetivando conhecer e caracterizar a composição química das sementes (BUCKERIDGE et al., 2000; SUDA; GIORGINI, 2000; PONTES et al., 2002; CORTE et al., 2006; MAGALHÃES et al., 2010), principalmente, porque essa composição é fundamental no vigor das sementes e no desenvolvimento e crescimento das plântulas, até a fase adulta (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989; BEWLEY; BLACK, 1994)

A mobilização de reservas das sementes de diversas espécies tem sido estudada por diferentes autores (BOREK et al. 2006; CORTE et al.; 2006; HENNING et al., 2010; REIS et al., 2012). Os carboidratos, os lipídios e as proteínas de reserva além de serem armazenados em maiores proporções, apresentam-se com teores variáveis nas sementes e são utilizados na formação de componentes estruturais durante o crescimento da plântula (CORTE et al., 2006; HENNING et al., 2010). Geralmente, as sementes acumulam grandes quantidades de compostos como carboidratos, proteínas e óleos, que representam a maior fonte de nutrientes para o crescimento inicial das plântulas (MAYER AND POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

Os carboidratos pré-formados na semente, segundo Bewley e Black (1994), servem como substrato da respiração durante o período pré-germinativo. A

utilização de amido ou de açúcares solúveis é variável, dependendo da espécie, podendo ser durante a germinação ou no estágio de plântula, sendo que a via de degradação de amido envolve a ação de quatro enzimas: α -amilase, β -amilase, enzima desramificadora e α -glicosidase. Não obstante a ação dessas enzimas, há ainda o envolvimento e participação de inúmeras enzimas, destacadamente as lipases, amilases, proteinases, desidrogenases e fosfatases, que quando as sementes apresentam redução na sua qualidade fisiológica, apresentam redução de suas atividades. Entretanto, em sementes vigorosas, essas substâncias são mobilizadas após a germinação e na fase de desenvolvimento das plântulas, em que os seus produtos de degradação são utilizados para geração de energia e produção de matéria-prima (proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos e lipídeos) para a construção de novos tecidos e células (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

Os lipídios são constituintes encontrados em todas as partes das sementes, ocorrendo, destacadamente, no embrião (cotilédones) e, ocasionalmente, no endosperma, sendo os triglicerídeos os principais constituintes das reservas de óleos das sementes, principalmente nas oleaginosas, enquanto os fosfolipídios são os mais importantes componentes das membranas celulares (GUIMARÃES, 1999).

Os lipídios são acumulados durante o processo de maturação fisiológica (VALLILO et al., 2007) e hidrolisados no decorrer da germinação para liberação de ácidos graxos, que, por sua vez, são quebrados e liberam energia para a nova planta (KERBAUY, 2008). No entanto, parte dos lipídios existente nas sementes, geralmente é decomposta por ação de lipases e, posteriormente, convertida em hidratos de carbono solúveis (TAIZ; ZEIGER, 2013). Os lipídios que se acumulam nas sementes são principalmente os triacilgliceróis, que quimicamente, são ésteres de glicerol com três moléculas de ácidos graxos, cuja composição varia de espécie para espécie, cuja diferença está associada ao grau de insaturação, que se refere ao número de dupla ligação (POPINIGIS, 1985; Mayer; POLJAKOFF-MAYBER, 1989; BEWLEY; BLACK, 1994). Estas moléculas são importantes no processo de germinação, em que as lipases hidrolisam os triglicerídeos, formando glicerol e ácidos graxos; parte destes é

transformada posteriormente em açúcares, liberando energia para que a germinação das sementes ocorra (MARCOS FILHO, 2005).

A presença de açúcares solúveis nos tecidos embrionários influencia a mobilização dos lipídios em *Lupinus luteus* durante a germinação e sua utilização ou do amido ocorre durante a germinação ou no estágio da plântula, dependendo da espécie (PONTES et al., 2002; BOREK et al., 2006). Em sementes de *Euphorbia heterophylla*, Suda e Giorgini (2000) verificaram que na composição química elas apresentavam 3,7% carboidratos solúveis, 59% de lipídios, 27% de proteínas, não sendo detectados teores de amido e observaram que os teores dos açúcares solúveis não se alteravam durante a germinação. Entretanto, em sementes de *Caesalpinia peltophoroides*, que possuem em sua composição química 32% de carboidratos solúveis, 7,7% de amido, 50% de lipídios e 6,8% de proteínas, as reservas de amido são consumidas durante e após a germinação (CORTE et al., 2006).

De acordo com os resultados encontrados por Henning et al. (2010) em sementes de soja, os lotes mais vigorosos apresentaram maiores conteúdos de proteínas solúveis, amido e açúcares solúveis, bem como maior capacidade de mobilização de reservas na germinação, resultando em plântulas de soja com melhor desempenho inicial.

Assim, fica evidenciado que a germinação, o desenvolvimento inicial e o crescimento das plantas são controlados não exclusivamente por fatores genéticos e ambientais, mas, também, por fatores fisiológicos ou hormonais, destacando-se, principalmente, pelo envolvimento dos compostos orgânicos nos processos fisiológicos como: germinação das sementes, crescimento, floração, frutificação e senescência.

Referências

AKAMINE, E. K.; GIROLAMI, G. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. Honolulu. **Technical Bulletin**, University of Hawaii, Honolulu, v. 39, 1959. 44p.

ALEXANDRE, R. S.; BRUCKNER, C. H.; LOPES, J. C. **Propagação do maracujazeiro**: aspectos morfológicos, fisiológicos e genéticos. 1 ed. Alegre: EDUFES. 2009. 208p.

BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**, v. 9, n. 7, p. 1055-1066, 1997.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. 2 ed., New York: Plenum Press. 1994. 445p.

BOREK, S.; RATAJCZAK, W.; RATAJCZAK, L. Ultrastructural and enzymatic research on the role of sucrose in mobilization of storage lipids in germinating yellow lupine seeds. **Plant Science**, Amsterdam, v. 170, n. 3, p. 441–452, 2006.

www.dbi.ufla.br/Ledson/MPS/MPS-2011/HEN/isocitrato%20e%20malato%20sintase.pdf

BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 43-49, 2001.

www.scielo.br/pdf/sa/v58n1/a08v58n1.pdf

BRAGA, M. F.; SANTOS, E. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SOUSA, A. A. T. C.; FALEIRO, F. G.; REZENDE, L. N.; JUNQUEIRA, K. P. Enraizamento de estacas de três espécies silvestres de *Passiflora*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 284-288, 2006.

www.scielo.br/pdf/rbf/v28n2/a29v28n2.pdf

BUCKERIDGE, M. S.; TINÉ, M. A.; SANTOS, H. P. D.; LIMA, D. U. D. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes, estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 137-162, 2000.

academico.ifg.edu.br/uploads/MATERIAIS_AULAS/15901-artigo_5.pdf

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S.; AIDAR, M. P. M. Mobilização de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 163-185.

CAPUTO, M. M.; BEAUCLAIR, E. G. F.; SILVA, M. A.; PIEDADE, S. M. S. Resposta de cana-de-açúcar à indutores de maturação. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.1, p.15-23, 2008. www.scielo.br/pdf/brag/v67n1/a02v67n1.pdf

CARDOSO, V.J.M. Germinação. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431p.

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

COLLI, S. Outros reguladores: brassinoesteróides, poliaminas, ácido jasmônico e salicílico. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**, 2 ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2008, 431p.

CORTE, V. B., BORGES, E. E. D. L., PONTES, C. A., LEITE, I. T. D. A., VENTRELLA, M. C., MATHIAS, A. D. A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosa e Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 941-949, 2006.
www.scielo.br/pdf/rarv/v30n6/a09v30n6.pdf

CROZIER, A.; KAMIYA, Y.; BISHOP, G.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (eds). **Biochemistry e Molecular Biology of Plants**. 3 ed. 2001. Rockville. American Society of Plant Physiologists. p. 911-915.

CUNHA, M. A. P.; BARBOSA, L. V., FARIA, G. A. Botânica. In: LIMA, A. A., CUNHA M. A. P. **Maracujá**: produção e qualidade na passicultura, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2008. 396p.

DALASTRA, I. M.; PIO, R.; ENTELMANN, F. A.; WERLE, T.; ULIANA, M. B.; SCARPARE FILHO J. A. Germinação de sementes de noqueira-macadâmia submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 641-645, 2010.
www.scielo.br/pdf/cagro/v34n3/16.pdf

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro: desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.;

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. cap. 8, p. 187-210.

ivrtpm.cpac.embrapa.br/homepage/capitulos/cap_8.pdf

FERRARI, T. B., FERREIRA, G., ZUCARELI, V., BOARO, C. S. F. Efeito de reguladores vegetais nos índices da análise de crescimento de plântulas de

maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 45-51, 2011.

<https://www.journal.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2008v21n3p45/18845>

FERREIRA, G., COSTA, P. N., FERRARI, T. B., RODRIGUES, J. D., BRAGA, J. F., JESUS, F. A. D. Emergência e desenvolvimento de plântulas de maracujazeiro azedo oriundas de sementes tratadas com bioestimulante. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 595-599, 2007.

www.scielo.br/pdf/rbf/v29n3/a34v29n3.pdf

FERREIRA, G.; OLIVEIRA, A.; RODRIGUES, J. D.; DIAS, G. B.; DETONI, A. M.;

TESSER, S. M.; ANTUNES, A. M. Efeito do arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* Curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 277-280, 2005.

www.scielo.br/pdf/rbf/v27n2/a22v27n2.pdf

FEUILLET, C. Passifloraceae (Passion Flower Family). In: SMITH, N.; MORI, S. A.; HENDERSON, A.; STEVENSON, D. W.; HEALD, S. V. (eds.) **Flowering plants of**

the Neotropics. Princeton Oxford: Princeton University Press & New York Botanical Garden, p. 286-287, 2004.

GALSTON, A. W.; KAUR-SAWHNEY, R. Polyamines a sendo genius growth regulators. In: DAVIES, P. J. **Planthormones**: their role in plant growth and development. 2 ed. New York: Nijhoff Publishers, 1994. p. 280-95.

GUIMARÃES, R.M. **Fisiologia de Sementes**. 1999. 79p. Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Produção e Tecnologia de Sementes. UFLA/FAEPE, Lavras, 1999.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JUNIOR, 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.

www.scielo.br/pdf/brag/v69n3/26.pdf

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Online. Disponível: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 29 de setembro de 2013.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431p.

KÜLEN, O.; STUSHNOFF, C.; DAVIDSON, R. D.; HOLM, D. G. Gibberellic acid and ethephon alter potato minituber bud dormancy and improve seed tuber yield. **American Journal of Potato Research**, v. 88, p. 167-174, 2011.

[download.springer.com/static/pdf/640/art%253A10.1007%252Fs12230-010-9178-](http://download.springer.com/static/pdf/640/art%253A10.1007%252Fs12230-010-9178-9178-)

8.pdf?auth66=1387107379_d701088c3d1864598b26186d60b175cb&ext=.pdf

LEITZKE, L. N.; DAMIANI, C. R.; SCHUCH, M. W. Influência do meio de cultura, tipo e concentração de citocininas na multiplicação *in vitro* de amoreira-preta e framboeseira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 352-360, 2010.

www.scielo.br/pdf/cagro/v34n2/12.pdf

LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Produção de mudas de maracujazeiro-doce com uso de biorregulador. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 107-109, 2005.

scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:CqayhYsdfwQJ:scholar.google.com/+Produ%C3%A7%C3%A3o+de+mudas+de+maracujazeiro-doce+com+uso+de+biorregulador&hl=pt-BR&as_sdt=0,5

LIMA, A. A. **Maracujá produção**: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 103p. (Frutas do Brasil, 15).

www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000116&pid=S1413-7054201000030002700012&lng=en

LOPES, J. C.; COELHO, R. I.; AMARAL, J. A. T. Reguladores de crescimento vegetal. In: POLANCZYK, R. A.; CECÍLIO, R. A.; MATTA, F. P.; SOARES, T. C. B.; PEZZOPANE, J. E. M.; CAMPANHARO, W. A.; OLIVEIRA, M. C. C. (Org.). **Estudos avançados em produção vegetal**. 1 ed. Alegre-ES: UFES, Centro de Ciências Agrárias, 2008, v. 1, p. 43-68.

MAGALHÃES, S. R.; LIMA, E. E.; BERGER, A. P. A. Mobilização de reservas no eixo embrionário e nos cotilédones de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell.) SF Blake durante a germinação. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, 2010.

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

MELETTI, L. M. **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 239p.

MELO, P. T. B. S.; SCHUCH, L. O. B.; ASSIS, F. N.; CONCENÇO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 84-94, 2006. www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a11v28n2.pdf

NEGREIROS, J. R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; ALVARES, V. S.; SILVA, J. O. C.; NUNES, E. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós-colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 21-24, 2006. www.scielo.br/pdf/rbf/v28n1/29683.pdf

NUNES, T. S.; QUEIROZ, L. P. Flora da Bahia: Passifloraceae. **Sitientibus**, v. 6, n. 3, p.194-226, 2006.

OSIPI, E. A. F.; CEREDA, E. Produção do maracujazeiro doce proveniente de propagação sexuada e vegetativa, conduzido em latada e espaldeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 2004, (CD Rom).

PEREIRA, K. J. C.; DIAS, D. C. F. S. Germinação e vigor de sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) submetidas a diferentes métodos de remoção de mucilagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 288-291, 2000.

PEREIRA, W. S. P.; BELTRAN, A. Mecanismo de ação e uso do 1-MCP – bloqueador de etileno, visando prolongar a vida útil das frutas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 31-44.

PEREZ, S. C. J. G. A.; ANDRADE, A. C. S.; MARTINS FILHO, C. A. S.; HOJAS, M. H. C. Eficiência de reguladores de crescimento na atenuação do estresse salino em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub). **Revista de Tecnologia do Ambiente**, v. 5, n. 2, p. 63-76, 1999.

- PONTES, C. A.; BORGES, E. E. D. L.; BORGES, R. D. C.; SOARES, C. P. B. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (garapa) durante a embebição. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 593-601, 2002. www.scielo.br/pdf/rarv/v26n5/a10v26n5.pdf
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília – DF: s/Ed., 1985. 289 p.
- PRADO, R. M.; NATALE, W. Efeito da aplicação da escória de siderurgia ferrocromo no solo, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p.140-144, 2004. www.scielo.br/pdf/rbf/v26n1/a38v26n1.pdf
- RABBANI, A. R. C., SILVA-MANN, R., FERREIRA, R. A., VASCONCELOS, M. C. Pré-embebição em sementes de moringa. **Scientia Plena**, v. 9, n. 5, 2013. www.scienciaplena.org.br/ojs/index.php/sp/article/viewFile/878/795
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 728p.
- REIS, R. C. R.; DANTAS, B. F.; PELACANI, C. R. Mobilization of reserves and germination of seeds of *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) under different osmotic potentials. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 580-588, 2012. www.scielo.br/pdf/rbs/v34n4/08.pdf
- SANTOS, A. R. F.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. Water pre-hydration as priming for *Moringa oleífera* Lam. Seed sunder salt stress. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 14, n. 1, p. 201-207, 2011. www.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/620/512
- SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L; MAIA, M. S.; ASSIS, F. N. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia-preta. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 305-312, 2000. www.scielo.br/pdf/sa/v57n2/v57n2a18.pdf
- SINSKA, I.; LEWANDOWSKA, U. Polyamines and ethylene in the removal of embryonal dormancy in apple seeds. **Physiologia Plantarum**, v. 81, p. 59-64, 1991. onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1991.tb01713.x/pdf
- SUDA, C. N. K.; GIORGINI, J. F. Seed reserve composition and mobilization during germination and initial seedling development of *Euphorbia heterophylla*.

Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Lavras, v. 12, n. 3, p. 226-245, 2000.

www.scielo.br/pdf/rbfv/v12n3/9356.pdf

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 719p.

TEIXEIRA, J. B.; MARBACH, P. A. S. **Fitohormônios**. Universa. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 20013. p. 101-132.

ULMER, T.; MACDOUGAL, J. M. **Passiflora** – passion flowers of the World. Timber Press, Portland-Cambridge. 2004. 430p.

VALLILO, M. I.; CARUSO, M. F.; TAKEMOTO, E.; PIMENTEL, S. A. Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 73-80, 2007.

www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista_if/rev19-2pdf/73-80.pdf

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**, 3 ed., Cambridge: The MIP Press, 2000. 224p.

WAGNER JÚNIOR. A.; SANTOS, C. E. M.; SILVA, J. O. C.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H.; MAZARO, S. M. Densidade de sementes de três espécies de maracujazeiro na emergência e desenvolvimento inicial das plântulas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 3-4, p. 359-364, 2011.

www.periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/2069/1907

Capítulo 1. Germinação de sementes de maracujá amarelo em função de etileno

Resumo

Sementes de maracujazeiro apresentam problemas relacionados à sua qualidade fisiológica, como a desuniformidade na germinação, o que compromete o vigor e a formação das mudas. Tratamentos de embebição das sementes fazem com que elas germinem mais rapidamente e de modo mais uniforme. Neste trabalho objetivou-se avaliar a germinação de sementes de maracujá amarelo tratadas com etileno. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. As sementes foram embebidas em diferentes concentrações de ácido 2-cloroetil fosfônico (ethrel) para a avaliação da qualidade fisiológica do lote. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com dez tratamentos e quatro repetições de 50 sementes cada. Os tratamentos corresponderam às concentrações de ethrel, sendo: T0- Água destilada (controle); T1- 100 mg L⁻¹; T2- 200 mg L⁻¹; T3- 300 mg L⁻¹; T4- 400 mg L⁻¹; T5- 500 mg L⁻¹; T6- 600 mg L⁻¹; T7- 700 mg L⁻¹; T8- 800 mg L⁻¹ e T9- 900 mg L⁻¹. Sementes embebidas na concentração de 600 mg L⁻¹ apresentaram maiores valores de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de raiz e parte aérea, massa fresca e seca. As concentrações de 700, 800 e 900 mg L⁻¹ não diferiram significativamente das sementes embebidas em água destilada. A concentração de 600 mg L⁻¹ favorece o desenvolvimento das plântulas de maracujazeiro.

Palavras chave: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, vigor, ácido 2-cloroetil fosfônico.

Abstract

Passion fruit seeds have related to their physiological quality problems such as uneven germination, which undermines the vigor and seedling formation. Treatments seed soaking cause them to germinate faster and more uniformly. This work aimed to evaluate the germination of yellow passion fruit treated with ethylene. The experiment was conducted at Seed Analysis Laboratory, Department of Plant Production Centre of Agricultural Sciences, Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES. Seeds were soaked in different concentrations of 2-chloroethyl phosphonic acid (Ethrel) to evaluate the physiological quality of the batch. The experimental design was completely randomized design with ten treatments and four replications of 50 seeds each. The treatments corresponded to concentrations of Ethrel, being: T0 - distilled water (control), T1 - 100 mg L⁻¹, T2 - 200 mg L⁻¹, T3 - 300 mg L⁻¹, T4 - 400 mg L⁻¹, T5 - 500 mg L⁻¹, T6 - 600 mg L⁻¹, T7 - 700 mg L⁻¹, T8 - 800 mg L⁻¹, T9 - 900 mg L⁻¹. Seeds soaked in concentration of 600 mg L⁻¹ showed higher germination, germination velocity index, root length and shoot, fresh and dry. The concentrations of 700, 800 and 900 mg L⁻¹ did not differ significantly from seeds soaked in distilled water. The concentration of 600 mg L⁻¹ promotes the development of seedlings of passion fruit.

Keywords: *Passiflora edulis*, vigor, 2-chloroethyl phosphonic acid.

Introdução

O maracujazeiro pode ser propagado tanto de forma sexuada, quanto assexuadamente pela utilização da estaquia, enxertia, e cultura de tecidos. A via seminífera tem preferência em relação aos métodos assexuados devido à facilidade do processo e a um menor tempo de formação das mudas (ALEXANDRE et al., 2004).

No entanto, as sementes de maracujazeiro apresentam problemas relacionados à sua qualidade fisiológica, como a desuniformidade na germinação, o que compromete o vigor e a formação das mudas (NEGREIROS et al., 2006). Wagner Júnior et al. (2011) afirmam que o tratamento de embebição das sementes faz com que elas germinem mais rápido e uniformemente.

Os hormônios exercem papel fundamental no processo germinativo das sementes e, dentre eles o etileno, as giberelinas e as citocininas, na promoção da germinação de sementes e o ácido abscísico como inibidor da germinação (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O processo de produção de etileno pelas sementes é desencadeado imediatamente após o início da embebição, com aumento da sua produção com o tempo. Todavia, o padrão de produção de etileno pelas sementes, durante a germinação, é variável entre as espécies (NASCIMENTO, 2000). De acordo com Felipe (1979), o transporte das enzimas α -amilase, proteases e ribonucleases, sintetizadas pela ação do ácido giberélico na camada de aleurona até o endosperma, é facilitado e acelerado pela ação do etileno. Adicionalmente, esse mesmo autor relatou que as enzimas supracitadas atuam na degradação das reservas de amido, proteína e ácido nucleico, além de promover a germinação e a formação posterior da plântula.

Neste contexto, a aplicação de algumas substâncias tem auxiliado nos estudos do etileno em diferentes processos biológicos nas plantas, como responsável pelo aumento de endo-mananase, enzima da parede celular responsável pelo enfraquecimento do endosperma, permitindo a germinação das sementes (NASCIMENTO, 2000).

Deste modo, em face da carência de estudos com hormônios vegetais e suas implicações no processo de germinação, objetivou-se neste estudo avaliar os efeitos do ethrel na germinação de sementes de maracujá amarelo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.

Foram utilizadas sementes de maracujá amarelo, cultivar FB 200, provenientes de frutos maduros obtidos de diversas matrizes formando um único lote. Para a extração das sementes, os frutos foram seccionados ao meio e, as sementes, juntamente com restos placentários, arilo e o suco dos frutos, foram transferidos para béqueres. A retirada do arilo foi realizada por fermentação durante um período de 72 horas. Após a fermentação, as sementes foram atritadas sobre peneira de nylon, com lavagem em água corrente, para a retirada do arilo. Em seguida, as sementes foram postas para secar, durante 24 horas, sobre papel toalha em condições de laboratório (28 ± 2 °C) e, então realizada a determinação do grau de umidade do lote (BRASIL, 2009).

Foram utilizadas diferentes concentrações de 2-cloroetil fosfônico (ethrel) para a avaliação da qualidade fisiológica do lote de sementes: T0- Água destilada (controle); T1- 100 mg L⁻¹; T2- 200 mg L⁻¹; T3- 300 mg L⁻¹; T4- 400 mg L⁻¹; T5- 500 mg L⁻¹; T6- 600 mg L⁻¹; T7- 700 mg L⁻¹; T8- 800 mg L⁻¹ e T9- 900 mg L⁻¹. As avaliações foram:

- *Umidade (U)*: determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (Brasil, 2009). Os resultados foram calculados com base no peso úmido e expressos em porcentagem.

- *Massa de mil sementes (MMS)*: calculada de acordo com Brasil (2009). Foram utilizadas oito subamostras de 100 sementes provenientes da porção “Semente Pura” e, calculado a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos das pesagens de cada subamostra. O resultado da massa de mil sementes do lote original foi expresso em gramas (g).

- *Teste de germinação (G)*: realizado em câmara de germinação do tipo BOD, sob temperatura alternada (20-30 °C) e escuro constante. A sementeira foi realizada em rolos de papel germitest umedecidos com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, com quatro repetições de 25 sementes. A contagem de sementes germinadas foi realizada diariamente, sendo computadas até o vigésimo oitavo dia após a sementeira. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada tratamento.

- *Primeira contagem de germinação (PC)*: realizada juntamente com o teste de germinação, considerada a quantidade de sementes germinadas no sétimo dia após a sementeira (BRASIL, 2009), sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram protrusão da raiz primária com tamanho ≥ 2 mm.

- *Índice de velocidade de germinação (IVG)*: determinado concomitantemente com o teste de germinação, sendo computado diariamente o número de sementes que apresentaram protrusão da raiz primária com tamanho ≥ 2 mm, até a estabilização. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com a metodologia proposta por Maguire (1962).

- *Comprimento da parte aérea e comprimento da raiz (CPA e CR)*: foram realizadas medições em dez plântulas de cada repetição, sendo as avaliações do comprimento da parte aérea e da raiz realizadas aos 28 dias após a instalação do teste, com o auxílio de paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetro (mm).

- *Massas fresca (MF) e seca (MS) de plântulas*: a massa fresca foi determinada aos 28 dias após a sementeira, por pesagem das plântulas em balança analítica (0,0001 g). Posteriormente, as plântulas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo kraft, mantidas em estufa de convecção a 75 °C, por 72 horas. Após esse período, foi determinada a massa seca, e os resultados expressos em mg plântula^{-1} .

Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos e quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e de homogeneidade de variância. Os valores em porcentagem foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$ e os índices em $\sqrt{(x+0,5)}$, sendo que nas tabelas são apresentados os dados originais. Os dados obtidos foram

submetidos a análise de variância pelo teste F e a comparação de médias realizada pelo teste de Tukey em nível de 5% empregando-se o software SAEG 9.1. (2007).

Resultados e discussões

O teor de água das sementes foi de 9,01% e a massa de mil sementes de 22,32 g. Os resultados dos testes de primeira contagem e germinação das sementes embebidas em soluções com diferentes concentrações de ethrel estão apresentadas nas Figuras 1 e 2.

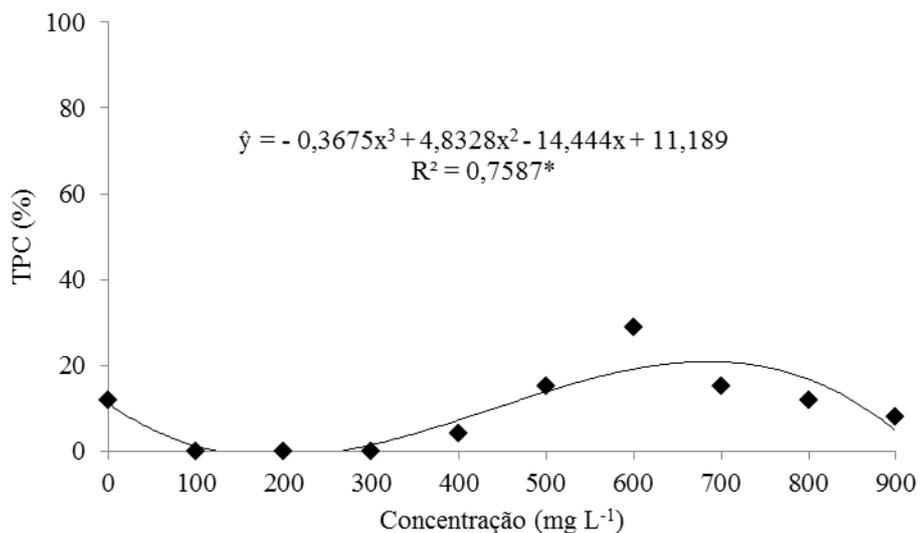


Figura 1. Teste de primeira contagem (TPC, %) em sementes de maracujá amarelo embebidas em diferentes concentrações de ethrel. Onde: 0- Água destilada (controle); 1- 100 mg L⁻¹; 2- 200 mg L⁻¹; 3- 300 mg L⁻¹; 4- 400 mg L⁻¹; 5- 500 mg L⁻¹; 6- 600 mg L⁻¹; 7- 700 mg L⁻¹; 8- 800 mg L⁻¹; 9- 900 mg L⁻¹ de ethrel.

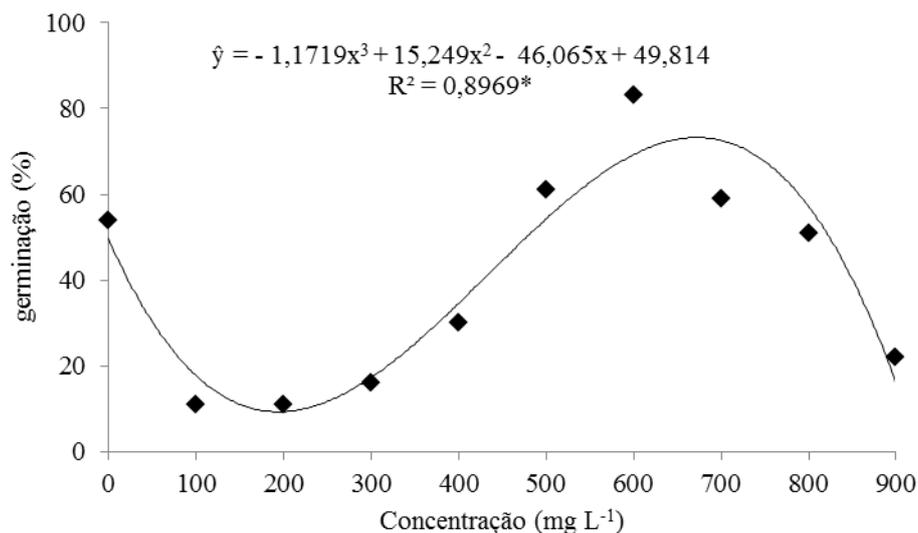


Figura 2. Germinação (%) de sementes de maracujá amarelo embebidas em diferentes concentrações de ethrel. Em que: 0- Água destilada (controle); 1- 100 mg L⁻¹; 2- 200 mg L⁻¹; 3- 300 mg L⁻¹; 4- 400 mg L⁻¹; 5- 500 mg L⁻¹; 6- 600 mg L⁻¹; 7- 700 mg L⁻¹; 8- 800 mg L⁻¹; 9- 900 mg L⁻¹ ethrel.

A embebição das sementes em solução contendo ethrel na concentração de 600 mg L⁻¹ (T6) apresentou os maiores valores nos testes de primeira contagem (29%) (Figura 1) e germinação (83%) (Figura 2), sugerindo que esta concentração seja a mais indicada para estimular a germinação de sementes de maracujá amarelo.

As sementes embebidas em soluções com concentrações menores que 400 mg L⁻¹ não apresentaram germinação no dia da primeira contagem, sendo possível que o ethrel tenha inibido a germinação nos primeiros dias e que essa inibição tenha sido eliminada após a dispersão do etileno, uma vez que as sementes imersas nessas concentrações apresentaram germinação ao final de 28 dias, mesmo que em menor porcentagem. Segundo Dombroski et al. (2010), o ethrel é uma substância química que ao ser metabolizado pelos tecidos das plantas libera etileno nos níveis citoplasmáticos. Contudo, o etileno expressa sua ação de forma temporária por sua característica volátil. Amaro et al. (2009) verificaram que o ethrel em concentrações abaixo de 100 mg L⁻¹, quando aplicado isoladamente, em sementes de *Passiflora cincinnata* não é eficiente para a superação da dormência dessa espécie.

Nas concentrações de 700 e 800; tratamentos T7 e T8, respectivamente, não houve diferenças da porcentagem de germinação nos testes aplicados em relação à água destilada (T0), e a concentração de 900 mg L⁻¹ pode ter ocasionado um efeito de toxidez na primeira contagem e na germinação das sementes, uma vez que estas apresentaram queda na germinação.

Com relação ao índice de velocidade de germinação (Figura 3), foi observado o mesmo comportamento dos testes de primeira contagem e germinação, sendo que as sementes embebidas no tratamento T6 apresentaram maior velocidade, indicando que este tratamento favoreceu para que as sementes externassem melhor seu vigor.

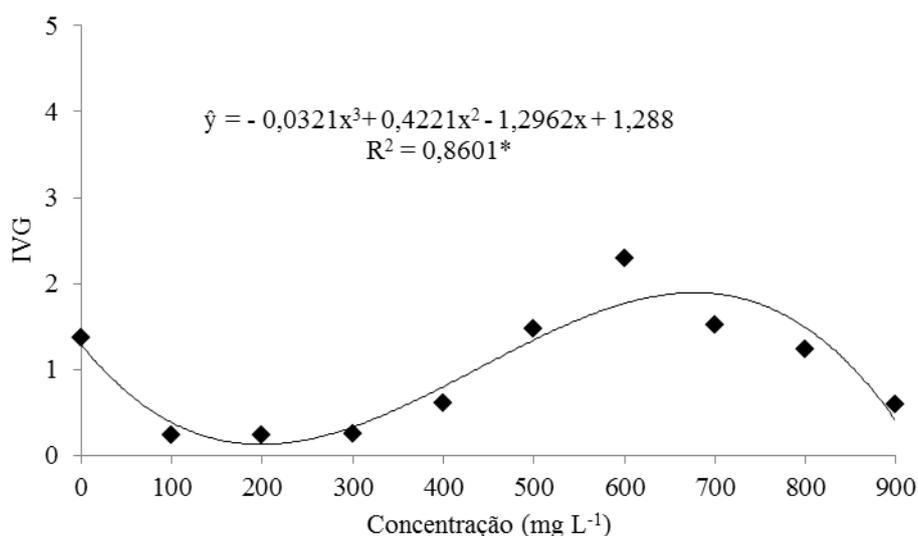


Figura 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de maracujá amarelo embebidas em diferentes concentrações de ethrel. Em que: 0- Água destilada (controle); 1- 100 mg L⁻¹; 2- 200 mg L⁻¹; 3- 300 mg L⁻¹; 4- 400 mg L⁻¹; 5- 500 mg L⁻¹; 6- 600 mg L⁻¹; 7- 700 mg L⁻¹; 8- 800 mg L⁻¹; 9- 900 mg L⁻¹ ethrel.

Sementes embebidas nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 apresentaram IVG menor que o tratamento T0, o mesmo ocorrido nos testes de primeira contagem e germinação. Oliveira et al. (2010) apresentaram resultados

diferentes para sementes de atemoia. Os autores verificaram que com o aumento da concentração de ethrel há o aumento do índice de velocidade de germinação, porém com concentrações variando de 0 a 100 mg L⁻¹.

O aumento da concentração de ethrel, nos tratamentos T7 e T8, fez com que as sementes apresentassem queda na velocidade de germinação e não apresentassem, junto às sementes embebidas no tratamento T5, diferenças significativas em relação às sementes embebidas em água destilada (T0). Já as sementes embebidas no tratamento T9 apresentaram valor de velocidade de germinação abaixo do tratamento T0, sugerindo que esta concentração de ethrel pode ter sido tóxica às sementes. O índice de velocidade de germinação é de fundamental importância no estudo do desenvolvimento de plântulas, uma vez que existe uma relação direta entre a velocidade na germinação e o desenvolvimento da planta (PICOLOTTO et al., 2013).

Com relação ao comprimento da raiz, as sementes embebidas nos tratamentos T6 e T7 originaram plântulas de maior tamanho (Figura 4). Sementes embebidas nos demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas àquelas embebidas em água destilada (T0). Maior comprimento de raiz também foi encontrado por Costa et al. (2012) em plântulas de lichieira, em que os autores atribuíram esse fato aos reguladores vegetais presentes no substrato.

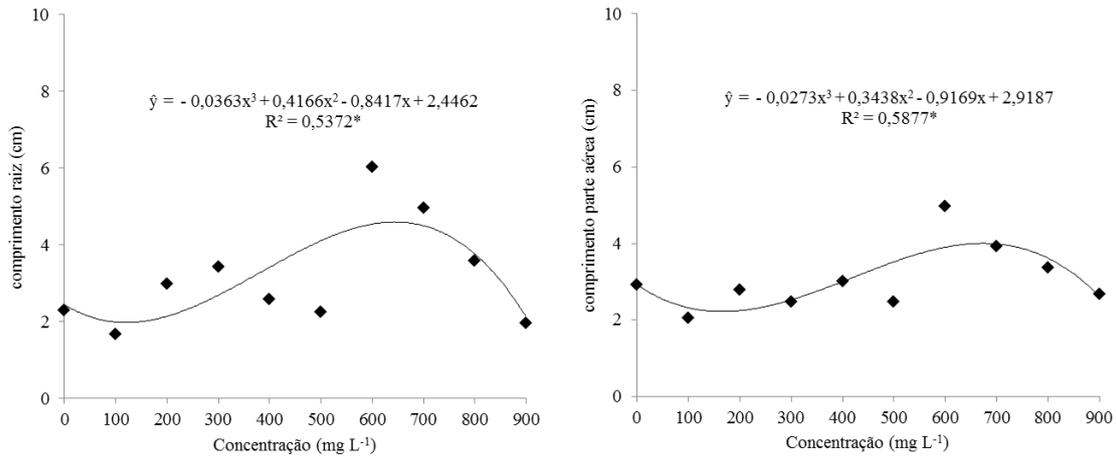


Figura 4. Comprimento da raiz e da parte aérea das plântulas de maracujá amarelo embebidas em diferentes concentrações de ethrel. Em que: 0- Água destilada (controle); 1- 100 mg L⁻¹; 2- 200 mg L⁻¹; 3- 300 mg L⁻¹; 4- 400 mg L⁻¹; 5- 500 mg L⁻¹; 6- 600 mg L⁻¹; 7- 700 mg L⁻¹; 8- 800 mg L⁻¹; 9- 900 mg L⁻¹ de ethrel.

O comprimento da parte aérea das plântulas apresentou mesmo padrão do comprimento das raízes (Figura 4). A concentração de 600 mg L⁻¹ proporcionou maior desenvolvimento da parte aérea. À medida que aumenta a concentração de ethrel, em resposta, as plântulas começam a diminuir o seu crescimento. Observa-se o efeito exponencial quanto ao comportamento do acúmulo de massa fresca e massa seca das plântulas nas diferentes concentrações de ethrel (Figura 5).

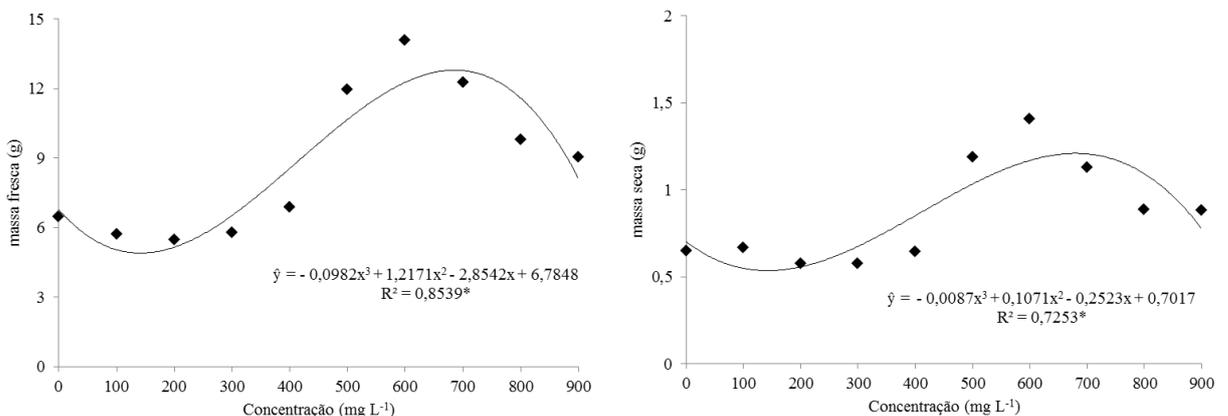


Figura 5. Massa fresca e massa seca das plântulas de maracujá amarelo embebidas em diferentes concentrações de ethrel. Emq ue: 0- Água destilada (controle); 1- 100 mg L⁻¹; 2- 200 mg L⁻¹; 3- 300 mg L⁻¹; 4- 400 mg L⁻¹; 5- 500 mg L⁻¹; 6- 600 mg L⁻¹; 7- 700 mg L⁻¹; 8- 800 mg L⁻¹; 9- 900 mg L⁻¹ de ethrel.

Em concentração de 600 mg L⁻¹ verificou-se as maiores médias e uma queda no acúmulo de assimilados plântulas oriundas das sementes embebidas em concentrações superiores. Esses resultados podem ter relação com as condições favoráveis à germinação, sementes com maior vigor dão origem a plântulas com maior taxa de crescimento, porque possuem boa capacidade de transformação e suprimento de reservas essenciais para o desenvolvimento do eixo embrionário e a concentração de 600 mg L⁻¹ pode ter favorecido a expressão do vigor.

Conclusões

A concentração de 600 mg L⁻¹ de ethrel favorece a capacidade das sementes de maracujá amarelo expressar o seu vigor.

Concentrações abaixo de 400 mg L⁻¹ de ethrel não são favoráveis à germinação de sementes de maracujá amarelo.

Concentrações acima de 700 mg L⁻¹ de ethrel apresentam efeito significativo na germinação de sementes de maracujá amarelo.

Referências

ALEXANDRE, R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; PARIZZOTTO, A.; BRUCKNER, C. H. Germinação de sementes de genótipos de maracujazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1239-1245, 2004.

www.scielo.br/pdf/pab/v39n12/22866.pdf

AMARO, A. C. E.; ZUCARELI, V.; MISCHAN, M. M.; FERREIRA, G. Combinações entre GA 4+7 + N-(fenilmetil)-aminopurina e ethephon na

germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 195-202, 2009.

www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a22v31n1.pdf

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p.

COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; CARLOS NETO, A.; BORGES, D. I.; MENEZES, T. P.; RAMOS, P. S. Alporquia e regulador de crescimento na propagação de lichieira. **Revista Ciências Agrária**, v. 55, n. 1, p. 40-43, 2012.

doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.2012.035

DOMBROSKI, J. L. D.; PAIVA, R.; ALVES, J. M. C.; SANTOS, B. R.; NOGUEIRA, R. C.; PAIVA, P. D. O.; BARBOSA, S. Métodos para superação da dormência fisiológica de *Caryocar brasiliense* camb. **Cerne**, v. 16, n. 2, p. 131-135, 2010.

www.redalyc.org/articulo.oa?id=74421665003

FELIPPE, G. M. Etileno. In: FERRI, M.G. (ed.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU-EDUSP, 1979. cap. 6, p. 163-192.

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

NASCIMENTO, W. M. Envolvimento do etileno na germinação de sementes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12 (Edição Especial), p. 163-174, 2000.

NEGREIROS, J. R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; ALVARES, V. S.; SILVA, J. O. C.; NUNES, E. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós-colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 2, p. 21-24, 2006.

www.scielo.br/pdf/rbf/v28n1/29683.pdf

OLIVEIRA, M. C.; FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V. F.; DIAS, G. B. Germinação de sementes de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) CV 'GEFNER' submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA₃) e ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 544-554, 2010.

www.scielo.br/pdf/rbf/v32n2/aop06810.pdf

PICOLOTTO, D. R. N.; THEODORO, J. V. C.; DIAS, A. R. THEODORO, G. F. ALVES, C. Z. Germinação de sementes de urucum em função de métodos de superação de dormência e temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 232-238, 2013.

www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/21824/15134

SAEG, **Sistema para Análise Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes – UFV – Viçosa, 2007.

WAGNER JÚNIOR, A.; SANTOS, C. E. M.; SILVA, J. O. C.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H.; MAZARO, S. M. Densidade de sementes de três espécies de maracujazeiro na emergência e desenvolvimento inicial das plântulas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 3-4, p. 359-364, 2011.

www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v17n3/artigo09.pdf

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 719p.

Capítulo 2 - Reguladores vegetais na germinação de sementes de maracujá amarelo

Resumo

Objetivou-se com este trabalho estudar o efeito de reguladores vegetais na germinação de sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Foram utilizadas sementes provenientes de frutos maduros obtidos em pomares comerciais. O beneficiamento dos frutos foi realizado em laboratório, realizando, posteriormente, testes para avaliações da qualidade fisiológica das sementes. Os tratamentos utilizados foram: T0- água destilada (controle); T1- 600 mg L⁻¹ ácido 2-cloroetil fosfônico (etileno); T2- 500 mg L⁻¹ de 6-benzilamina 6-purina (BAP); T3- 500 mg L⁻¹ de ácido 4-(3-indolil) butírico (AIB); T4- 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃); T5- 250 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T6- 350 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T7- 750 mg L⁻¹ de espermidina (ESD) e T8- 1250 mg L⁻¹ de espermidina (ESD). O delineamento foi inteiramente casualizado com nove tratamentos, cada um contendo quatro repetições de 50 sementes. A espermidina fez com que as sementes apresentassem maior porcentagem de germinação, maior germinação no teste de primeira contagem e ainda, maior índice de velocidade de germinação. Verificou-se aumento significativo nos comprimentos da parte aérea e raiz nos tratamentos com espermina e espermidina. As sementes tratadas com espermidina mostraram-se mais eficientes no incremento de massa seca das plântulas. As sementes tratadas com poliaminas expressam maior vigor do que as tratadas com os demais reguladores de crescimento.

Palavras chave: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., etileno, citocinina, auxina, giberelina, poliaminas, vigor

Abstract

The objective of this work was to study the effect of plant growth regulators on seed germination of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*). Seeds from ripe fruits obtained from commercial orchards were used. The processing of fruits was performed in the laboratory, performing subsequently tests for evaluation of seed quality. The treatments were: T0-distilled water (control); T1 - distilled water; T2 - 6-benzylamine 6-purine 500 mg L⁻¹; T3 acid-4-(3-indolyl) butyric 500 mg L⁻¹; T4 - gibberellic acid 500 mg L⁻¹; T5 - spermine 250 mg L⁻¹; T6 - spermine 750 mg L⁻¹; T7 - spermidine 750 mg L⁻¹; T8 - spermidine 1250 mg L⁻¹. The completely randomized design with nine treatments, each with four replicates of 50 seeds. The spermidine caused the seeds presented higher germination percentage, higher germination first count on the test and also the highest rate of germination rate. There was significant increase in the lengths of shoot and root in the treatments with spermine and spermidine. The seeds treated with spermidine were more effective in increasing dry weight of seedlings. The treated seeds expressing polyamines greater force than those treated with other growth regulators.

Index terms: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., ethylene, cytokinin, auxin, gibberellin, polyamines, vigor.

Introdução

Originário da América do Sul, o gênero *Passiflora* tem na região Centro-Norte do Brasil o seu maior centro de distribuição geográfica (FALEIRO et al., 2005). No entanto, entre as espécies de maracujazeiro existentes, apenas algumas apresentam importância econômica, seja pela qualidade dos frutos para consumo, por apresentarem propriedades medicinais, ou até mesmo características ornamentais desejáveis do ponto de vista comercial (SOUSA et al., 2012).

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, especificamente, com relação ao maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), principal espécie cultivada comercialmente no país (SOUSA et al. 2012). Porém, isso não lhe garante a posição de maior exportador de polpa e de suco concentrado, cujo mercado é dominado por Equador, Colômbia e Peru, sendo o mercado Europeu o principal destino de exportação de tais produtos.

A propagação sexuada é a mais usual para o maracujazeiro, sendo os pomares comerciais existentes formados principalmente a partir de sementes (Lima et al. 2011). Entretanto, é comum o relato do baixo percentual de germinação de suas sementes por parte de produtores, viveiristas e pesquisadores (OSIPI; NAKAGAWA, 2005).

A dormência das sementes é uma adaptação das plantas à heterogeneidade do ambiente, constituindo-se numa forma natural de distribuir a germinação no tempo, permitindo que a germinação ocorra quando as condições ambientais forem mais propícias ao desenvolvimento inicial da planta, sendo, portanto, um processo de fundamental importância para a perpetuação e o estabelecimento nos mais diversos ambientes, de diversas espécies vegetais (BARBEDO, 2004; PEREZ, 2004; ZAIDAN).

No entanto, apesar da dormência se tratar de uma adaptação evolutiva importante para certos vegetais, em se tratando de cultivos agrícolas com fins comerciais, principalmente no caso das culturas anuais, é necessário que a germinação e o desenvolvimento das plantas ocorram de forma rápida, contínua e uniforme (ZAIDAN; BARBEDO, 2004). Segundo Lopes et al. (2007)

a remoção completa do arilo das sementes de *Passiflora edulis* favorece a porcentagem de germinação e reduz o número de sementes duras.

O estímulo à germinação pode ser promovido pelo uso de reguladores de crescimento, tais como auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e poliaminas (CARDOSO, 2004), os quais, dependendo do modo de ação, são capazes de promover a quebra de dormência das sementes (KÜLEN et al., 2011). Essas substâncias agem como mediadoras nos processos fisiológicos da germinação, transformando sinais ambientais específicos em respostas bioquímicas capazes de alterar o estado fisiológico da semente (BOTELHO; PEREZ, 2001). Diversos estudos associam às alterações do metabolismo de poliaminas com respostas das plantas aos estresses (HUSSAIN, 2011; WIMALASEKERA et al., 2011; ALET et al., 2012; CVIKROVÁ et al., 2012; MELLONI et al., 2012), contudo seu efeito como regulador de crescimento ainda é pouco estudado. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho estudar o efeito de reguladores vegetais, especificamente a ação das poliaminas, na germinação de sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes – LAS, do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.

Foram utilizadas sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) provenientes de frutos maduros obtidos de pomares comerciais. O beneficiamento dos frutos foi realizado no local do experimento e foram descartadas as sementes predadas (presença de insetos ou mesmo vestígios de predação) e sementes abortadas (tamanho reduzido).

Para a extração das sementes, os frutos foram seccionados paralelamente ao seu eixo equatorial. Posteriormente, as sementes, juntamente com restos placentários, arilo e o suco dos frutos, foram transferidos para béqueres. A retirada do arilo foi realizada por fermentação durante um período de 72 horas. Após a fermentação, as sementes foram atritadas sobre peneira de nylon, durante lavagem em água corrente, para a retirada do arilo. Em seguida, as

sementes foram postas para secar, durante 24 horas, sobre papel toalha em condições de laboratório (28 °C) e, então realizada a determinação do grau de umidade do lote (BRASIL, 2009).

As sementes foram acondicionadas em frascos de vidro, com tampa de metal rosqueável, mantidos em geladeira, com temperatura controlada de $5,6 \pm 2$ °C, onde permaneceram armazenadas por cinco dias, quando foram avaliadas a qualidade física e fisiológica das sementes. Para os testes de germinação e vigor, as sementes foram embebidas por um período de cinco horas em soluções contendo reguladores vegetais. Os tratamentos utilizados foram: T0- água destilada (controle); T1- 600 mg L^{-1} ácido 2-cloroetil fosfônico (etileno); T2- 500 mg L^{-1} de 6-benzilamina 6-purina (BAP); T3- 500 mg L^{-1} de ácido 4-(3-indolil) butírico (AIB); T4- 500 mg L^{-1} de ácido giberélico (GA_3); T5- 250 mg L^{-1} de espermina (ESM); T6- 350 mg L^{-1} de espermina (ESM); T7- 750 mg L^{-1} de espermidina (ESD) e T8- 1250 mg L^{-1} de espermidina (ESD). As avaliações foram:

- *Grau de umidade (U)*: foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (Brasil, 2009). Os resultados, expressos em porcentagem, foram calculados com base no peso úmido.

- *Massa de mil sementes (MMS)*: foi calculada de acordo com Brasil (2009). Foram utilizadas oito subamostras de 100 sementes provenientes da porção "Semente Pura" e, calculado a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos das pesagens de cada sub-amostra. Os resultados foram expressos em gramas (g).

- *Teste de germinação (G)*: foi realizado em câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), sob temperatura alternada em 20-30 °C e fotoperíodo de 8-16 horas (luz/escuro). A semeadura foi realizada em rolos de papel germitest com quatro repetições de 50 sementes, umedecidos com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. A contagem de sementes germinadas foi realizada diariamente, sendo computada aos 7 e 28 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada tratamento.

- *Primeira contagem de germinação (PC)*: foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, considerada a quantidade de plântulas germinadas no

sétimo dia após a semeadura (BRASIL, 2009). Entretanto, foram consideradas germinadas as sementes que emitiram raiz primária com tamanho ≥ 2 mm.

- *Índice de velocidade de germinação (IVG)*: foi determinado concomitante com o teste de germinação, sendo computado diariamente o número de sementes que apresentaram protrusão da raiz primária com tamanho ≥ 2 mm, até a estabilização. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962).

- *Comprimento da parte aérea e comprimento da raiz (CPA e CR)*: foram determinados em dez plântulas de cada repetição, sendo as avaliações do comprimento da parte aérea e da raiz avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a instalação do teste, com o auxílio de paquímetro digital 6" ZAAS Precision. Os resultados foram expressos em milímetro (mm).

- *Massas fresca (MF) e seca (MS) de plântulas*: foram determinadas após 28 dias da semeadura, por pesagem em balança analítica (0,0001 g). Posteriormente, as plântulas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo kraft, mantidas em estufa de convecção a 75 °C, por 72 horas. Após esse período as amostras foram armazenadas em dessecador com sílica, e posteriormente determinada a massa seca, e os resultados expressos em mg plântula⁻¹.

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e de homogeneidade de variância e a comparação das médias realizada pelo teste de Tukey em nível de 5%. Os valores em porcentagem foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$ e os índices, em $\sqrt{x + 0,5}$, sendo que nas Tabelas estão os dados originais. A análise de regressão foi utilizada para o fator quantitativo dias de crescimento da raiz e parte aérea das plântulas, e foi utilizado o software SAEG 9.1. (2007).

Resultados e discussão

Após o beneficiamento das sementes, o teor de umidade apresentado foi de 8,38% e a massa de mil sementes foi de 21,1 g.

Os resultados referentes às variáveis de qualidade fisiológica das sementes de primeira contagem, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação encontram-se na Tabela 1. Observou-se que a embebição das sementes em reguladores, exceto o tratamento com citocinina (T2), apresentaram diferenças significativas em relação ao controle (T0) na germinação final. Para o teste de primeira contagem, observou-se maior germinação para a embebição das sementes em soluções de etileno (T1) e poliaminas (T5, T6, T7 e T8), sugerindo maior atenuação do estresse na fase de embebição das sementes. Os tratamentos T6, T7 e T8 apresentaram maior índice de velocidade de germinação e porcentagem final de germinação.

Os expressivos resultados no vigor e na germinação obtidos nos tratamentos feitos com as poliaminas: T6- 350 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T7- 750 mg L⁻¹ de espermidina (ESD) e T8- 1250 mg L⁻¹ de espermidina (ESD) evidenciam que existe uma diferenciação no comportamento das sementes com a utilização desses produtos, atuando como reguladores de crescimento de plantas. Melloni et al. (2012) relatam que as poliaminas ativam a síntese de proteínas quando aplicadas e contribuem com o processo germinativo e são ativadores dessa síntese durante a germinação das sementes, dada a importância da mobilização de reservas nitrogenadas para a síntese proteica durante o processo germinativo e a retomada de crescimento do embrião.

Tabela 1. Germinação (G), primeira contagem (PC) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg..

Tratamentos	PC (%)	G (%)	IVG
T0	14 bc*	45 b	2,60 de
T1	29 a	83 a	2,29 de
T2	1 d	47 b	1,83 e

T3	8 cd	76 a	3,00 cd
T4	19 b	78 a	3,75 bc
T5	27 a	64 a	4,68 ab
T6	27 a	76 a	4,80 a
T7	28 a	84 a	5,21 a
T8	31 a	77 a	5,17 a
CV	20,40	9,25	10,92

* Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Em que, T0- água destilada (controle); T1- 600 mg L⁻¹ ácido 2-cloroetil fosfônico (ETILENO); T2- 500 mg L⁻¹ de 6-benzilamina 6-purina (BAP); T3- 500 mg L⁻¹ ácido 4-(3-indolil) butírico (AIB); T4- 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃); T5- 250 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T6- 750 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T7- 750 mg L⁻¹ de espermidina (ESD); T8- 1250 mg L⁻¹ de espermidina (ESD).

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Botelho e Perez (2001), que verificaram que os tratamentos feitos com poliaminas reduziram o estresse hídrico durante a primeira fase de embebição. Tal efeito foi relacionado por esses autores aos aumentos significativos na porcentagem e velocidade de germinação, que foram observados em sementes de *Peltophorum dubium* Spreng (Taubert) (canafístula), quando comparadas aos valores obtidos sem adição de poliaminas.

Com relação à porcentagem final de germinação os tratamentos T1; T3; T4; T5; T6; T7 e T8 apresentaram maiores valores em relação às sementes controle e ao tratamento T2 (Tabela 1), evidenciando que a concentração utilizada (500 mg L⁻¹) de 6-benzilamina 6-purina não exerceu efeito na germinação das sementes. Isso se explica pelas auxinas atuarem no desenvolvimento da raiz primária e as giberelinas estimularem a síntese de enzimas como a alfa amilase e a liberação de energia para a retomada do crescimento do embrião e consequente germinação (TAIZ; ZEIGER, 2013). Com relação ao tratamento T2, as sementes provavelmente possuíam teores endógenos de citocinina suficientes para a germinação, e a sua adição pode ter causado efeito inibidor.

Os maiores valores apresentados na primeira contagem de germinação (PC) foram obtidos pelos tratamentos com etileno e as poliaminas espermina e espermidina (T1, T5, T6, T7 e T8) (Tabela 1), comportamento que pode ser atribuído ao acúmulo desses compostos no interior da célula, o que irá exercer influência nos processos fisiológicos. A aplicação de espermidina promove respostas fisiológicas, bioquímicas e histoquímicas (KUBIS, 2008), incluindo a regulação de canais de íons, expressão gênica, detoxificação de radicais livres (SRIVASTAVA et al., 2007).

Com este estudo foi possível verificar que as poliaminas promovem aumentos significativos na germinação de maracujá amarelo, comprovado pelos aumentos significativos na porcentagem e na velocidade de germinação observados no teste, quando comparados aos valores obtidos sem adição de poliaminas.

Verificou-se ainda que as sementes embebidas nos tratamentos T0 e T2 apresentaram menores valores de germinação (Tabela 1). Zucareli et al. (2003) apresentaram resultados com baixa porcentagem de germinação em sementes *Passiflora alata* tratadas com citocinina. Luz et al. (2008), trabalhando com sementes de *Rhapis excelsa*, também verificaram que não houve efeito significativo do BAP sobre a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência. Resultados diferentes foram obtidos por Zucareli et al. (2009), que utilizando a mesma concentração de citocinina em sementes de *Passiflora cincinnata* Mast., obtiveram germinação superior a 80%.

Os resultados de comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, massa fresca e massa seca estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) das plântulas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.

Tratamentos	CPA (mm)	CR (mm)	MF (mg)	MS (mg)
T0	27,75 cd*	37,50 cd	13,16 c	1,09 c
T1	49,75 b	60,25 ab	14,07 c	1,40 abc
T2	41,25 b	29,25 d	14,06 c	1,45 abc
T3	16,25 c	39,75 cd	13,45 c	1,33 abc

T4	34,75 bc	35,75 cd	17,03 b	1,65 ab
T5	21,25 de	52,00 b	13,16 c	1,09 c
T6	34,50 bc	44,50 bc	13,96 c	1,22 bc
T7	56,50 a	69,75 a	20,22 a	1,75 a
T8	67,25 a	73,00 a	14,39 c	1,25 bc
CV (%)	12,54	10,28	14,76	15,45

*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Em que, T1- água destilada (controle); T2- 500 mg L⁻¹ de 6-benzilamina 6-purina (BAP); T3- 500 mg L⁻¹ de ácido 4-(3-indolil) butírico (AIB); T4- 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃); T5- 250 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T6- 750 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T7- 750 mg L⁻¹ de espermidina (ESD); T8- 1250 mg L⁻¹ de espermidina (ESD).

Houve aumento significativo no comprimento da parte aérea e comprimento da raiz nos tratamentos T7 e T8 (Tabela 42). Fonseca e Perez (2003) atribuem o fato da espermidina ser considerada um regulador de crescimento de plantas, que atua na divisão e na diferenciação celular, aumentando assim, o crescimento das plântulas.

O tratamento T7 mostrou-se mais eficiente no incremento de massa seca das plântulas de maracujazeiro amarelo (Tabela 42). As plântulas submetidas ao tratamento T8 apresentaram resultados inferiores no acúmulo de massa seca (Tabela 2), provavelmente pelo fato da concentração utilizada ter exercido efeito de toxidez às sementes.

Pelas análises dos coeficientes de determinação encontrados pode-se afirmar que todas as equações ajustadas explicam satisfatoriamente a variação observada no crescimento da raiz e da parte aérea das plântulas de maracujazeiro amarelo. A Figura 1 mostra que independente do tratamento, ocorre um aumento no comprimento de raiz e da parte aérea, e que o aumento do comprimento em função do tempo pode ser expresso por equações lineares, as quais apresentaram efeito significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

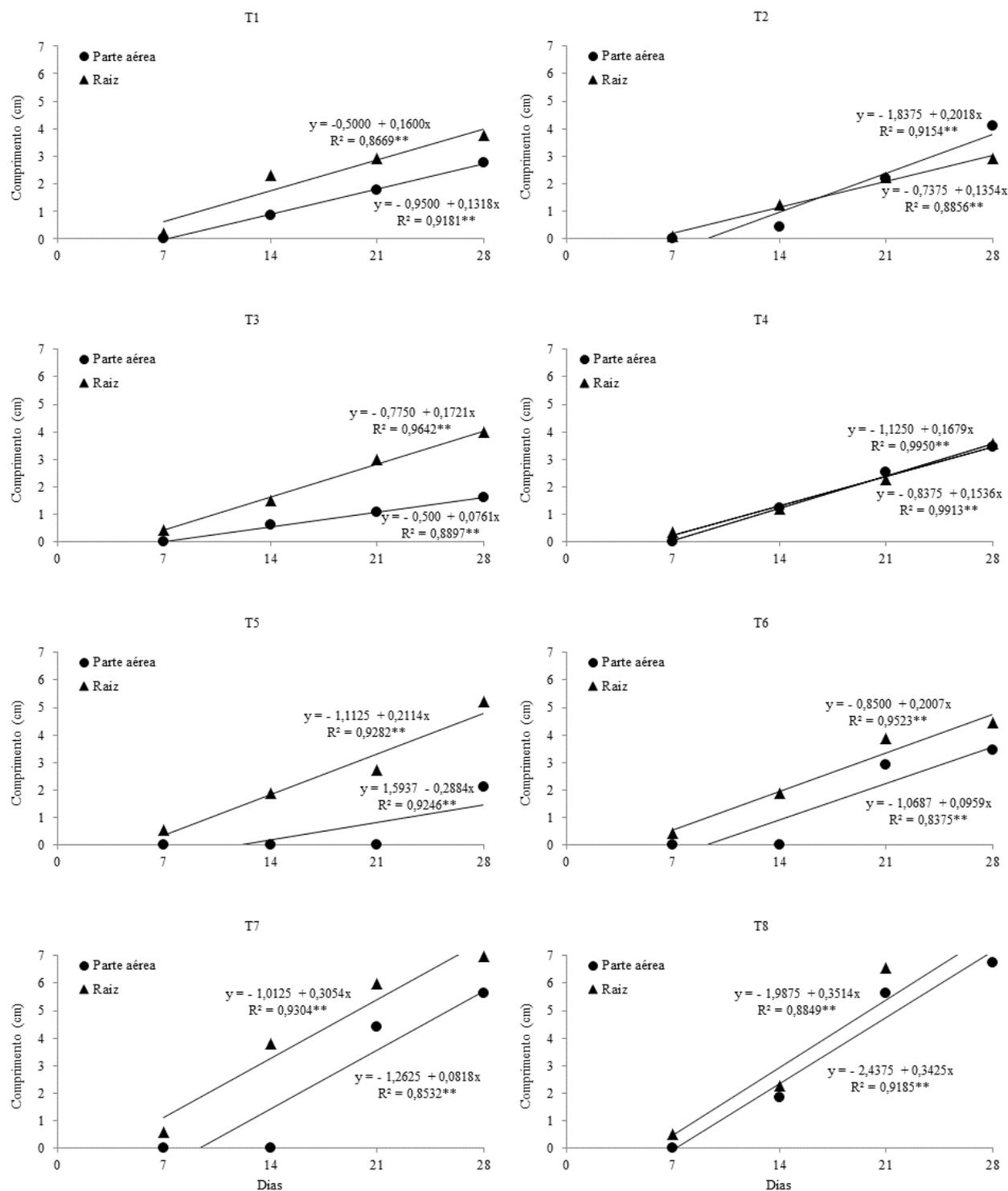


Figura 1. Crescimento da raiz e parte aérea das plântulas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. Em que, T1- água destilada (controle); T2- 500 mg L⁻¹ de 6-benzilamina 6-purina (BAP); T3- 500 mg L⁻¹ de ácido 4-(3-indolil) butírico (AIB); T4- 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃); T5- 250 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T6- 750 mg L⁻¹ de espermina (ESM);

T7- 750 mg L⁻¹ de espermidina (ESD); T8- 1250 mg L⁻¹ de espermidina (ESD). * e ** significativo em nível de 5 e 1% de probabilidade.

Conclusões

Os reguladores vegetais etileno, auxina e giberelina influenciam a germinação de sementes de maracujá amarelo.

As poliaminas agem como reguladores vegetais na promoção da germinação e no vigor das sementes de maracujá amarelo.

A embebição das sementes de maracujá amarelo em citocinina não influencia a germinação e o índice de velocidade.

Sementes tratadas com poliaminas apresentam maior índice de velocidade e germinação inicial.

Sementes tratadas com espermidina apresentam plântulas com maior comprimento de parte aérea e comprimento de raiz.

Concentração de 750 mg L⁻¹ de espermidina favorece o acúmulo de massa pelas plântulas.

Concentrações acima de 1250 mg L⁻¹ de espermidina não apresentam efeito significativo no incremento de massa fresca e seca das plântulas.

Referências

- ALET, A. I.; SÁNCHEZ, D. H.; CUEVAS, J. C.; MARINA, M.; CARRASCO P.; ALTABELLA, T.; TIBURCIO, A. F.; RUIZ, O. A. New insights into the role of spermine in *Arabidopsis thaliana* under long term salt stress. **Plant Science**, v. 182, p. 94-100, 2012. ac.els-cdn.com/S0168945211000902/1-s2.0-S0168945211000902-main.pdf?_tid=68915876-cd17-11e2-9325-00000aab0f26&acdnat=1370351299_5ed29252da6ca21728f0fa5ce6baf97d
- BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 43-49, 2001. www.scielo.br/pdf/sa/v58n1/a08v58n1.pdf
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p. www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/laborat%20rio/sementes/regras%20para%20analise%20de%20sementes.pdf
- CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431p.
- CVIKROVÁ, M.; GEMPERLOVÁ, L.; DOBRÁ, J.; MARTINCOVÁ, O.; PRÁŠIL, I. T.; GUBIS, J.; VANKOVÁ R. Effect of heat stress on polyamine metabolism in proline-over-producing tobacco plants. **Plant Science**, v. 182, p. 49-58, 2012. ac.els-cdn.com/S0168945211000355/1-s2.0-S0168945211000355-main.pdf?_tid=965b7a34-cd17-11e2-b116-00000aacb35f&acdnat=1370351376_0c44ccb014fbd1d8eb496c84289b026b
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro: desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. cap. 8, p. 187-210 ivrtpm.cpac.embrapa.br/homepage/capitulos/cap_8.pdf
- FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista**

Brasileira de Sementes, v. 25, n. 1, p. 1-6, 2003.

www.scielo.br/pdf/rbs/v25n1/19622.pdf

HUSSAIN, S. S.; ALI, M.; AHMAD, M.; SIDDIQUE, K. H. Polyamines: natural and engineered abiotic and biotic stress tolerance in plants. **Biotechnology Advances**, v. 29, n. 11, p. 300-311, 2011.

ac.els-cdn.com/S0734975011000048/1-s2.0-S0734975011000048-

main.pdf?_tid=495dee8e-cd16-11e2-a8dc-

0000aacb35d&acdnat=1370350818_395997a65e71ac420733a0cafbafcdac

KUBIS, J. Exogenous spermidine differentially alters activities of some scavenging system enzymes, H₂O₂ and superoxide radical levels in water-stressed cucumber leaves. **Journal of Plant Physiology**, v. 165, n. 4, p. 397-406, 2008.

ac.els-cdn.com/S0176161707001095/1-s2.0-S0176161707001095-

main.pdf?_tid=18d1e7fa-cd18-11e2-9899-

0000aacb361&acdnat=1370351595_4f87d6a8f05ad8b2c58545e4075fc36b

KÜLEN, O.; STUSHNOFF, C.; DAVIDSON, R. D.; HOLM, D. G. Gibberellic acid and ethephon alter potato minituber bud dormancy and improve seed tuber yield. **American Journal of Potato Research**, v. 88, p. 167-174, 2011.

link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs12230-010-9178-8.pdf

LIMA, A. A.; BORGES, A. L.; FANCELLI, M.; CARDOSO, C. E. L. Maracujá: Sistema de produção convencional. In: PIRES, M. M.; JOSÉ, A. R. S.; CONCEIÇÃO, A. O. **Maracujá: Avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilhéus: Editus/UESC, v. 1, 2011. p. 203-237.

www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/902786

LOPES, J. C.; BONO, G. M.; ALEXANDRE, R. S.; MAIA, V. M. Germinação e vigor de plantas de maracujazeiro amarelo em diferentes estádios de maturação do fruto, arilo e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1340-1346, 2007.

www.scielo.br/pdf/cagro/v31n5/10.pdf

LUZ, P. B.; TAVARES, A. R.; PAIVA, P. D. O.; AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S. Germinação de sementes de palmeira-ráfia: efeito de tratamentos pré-germinativos. **Revista Árvore**.v. 32, n. 5, p. 793-798, 2008.

www.scielo.br/pdf/rarv/v32n5/02.pdf

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

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 2, p. 1-24.

MELLONI, M. L. G.; CRUZ, F. J. R.; SANTOS, D. M. M.; SOUZA, L. F. G. SILVA, J.; SACCINI, V. A. V. V.; MONTEIRO, J. G. Espermidina exógena atenua os efeitos do NaCl na germinação e crescimento inicial de leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 495-503, 2012.

www.scielo.br/pdf/rbs/v34n3/18.pdf

OSIPI, E. A. F.; NAKAGAWA, J. Efeito da temperatura na avaliação da qualidade fisiológica de sementes do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 179-181, 2005.

www.scielo.br/pdf/rbf/v27n1/24597.pdf

PEREZ, S.C.J.G.A. Envoltórios. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 7, p. 125-134.

SAEG, **Sistema para Análise Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes – UFV – Viçosa, 2007.

SOUZA, L. B.; SILVA, E. M.; GOMES, R. L. F.; LOPES, A. C. A.; SILVA, I. C. V. Caracterização e divergência genética de acessos de *Passiflora edulis* e *P. cincinnata* com base em características físicas e químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 832-839, 2012.

www.scielo.br/pdf/rbf/v34n3/24.pdf

SRIVASTAVA, A.; CHUNG, S. H.; FATIMA, T.; DATSENKA, T.; HANDA, A. K.; MATTOO, A. K. Polyamines as anabolic growth regulators revealed by transcriptome analysis and metabolite profiles of tomato fruits engineered to accumulate spermidine and spermine. **Plant Biotechnology**, v. 124, n. 1, p. 57-70, 2007.

naldc.nal.usda.gov/download/36648/PDF

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 719p.

WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER C. H. Efeito do pH da água de embebição e do trincamento das sementes de maracujazeiro amarelo na germinação e desenvolvimento inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1014-1019, 2007.

www.scielo.br/pdf/cagro/v31n4/11.pdf

WIMALASEKERA, R.; TEBARTZ, F.; SCHERER, G. F. E. Polyamines, polyamine oxidases and nitric oxide in development, abiotic and biotic stresses. **Plant Science**, v. 181, p. 593-603, 2011.

ac.els-cdn.com/S0168945211001014/1-s2.0-S0168945211001014-

main.pdf?tid=2a3a31e8-cd20-11e2-8a98-

0000aab0f6c&acdnat=1370355060_dd92d18161c0f97f218aa8e8841f2783

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 8, p. 135-148.

books.google.com.br/books?hl=pt-

BR&lr=&id=WZ8Ga2j8HPoC&oi=fnd&pg=PA7&dq=FERREIRA,+A.+G.%3B+BO

RGHETTI,+F.+Germina%C3%A7%C3%A3o:+do+b%C3%A1sico+ao+aplicado.

+Porto+Alegre:+Artmed,+2004.+209+p.&ots=ON2Hx19oSJ&sig=Q2RlpQg10W

sVQq35By4dqCxO3U#v=onepage&q&f=false

ZUCARELI, C.; CASTRO, M. M.; OLIVEIRA, H. R.; BRANCALIÃO, S. R.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F. Fitoreguladores e germinação de sementes de maracujá doce em condições de laboratório. **Scientia agraria**, v. 4, n. 1-2, p. 9-14, 2003.

ZUCARELI, V.; FERREIRA, G.; AMARO, A. C. E.; ARAUJO, F. P. Fotoperíodo, temperatura e reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 106-114, 2009.

www.scielo.br/pdf/rbs/v31n3/a12v31n3.pdf

Capítulo 3. Reguladores vegetais e mobilização de reservas na embebição de sementes de maracujá amarelo

Resumo

Objetivou-se com este trabalho estudar a ação dos reguladores vegetais e a mobilização de reservas nas fases de embebição de sementes de maracujá amarelo. As sementes foram embebidas por cinco horas em soluções contendo reguladores vegetais. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 8 x 4, com quatro repetições de 25 sementes. O primeiro fator corresponde a oito reguladores vegetais: T1 – água destilada (controle); T2 – 6-benzilamina 6-purina 500 mg L⁻¹; T3 – ácido 4-(3-indolil) butírico 500 mg L⁻¹; T4 – ácido giberélico 500 mg L⁻¹; T5 – espermina 250 mg L⁻¹; T6 – espermina 750 mg L⁻¹; T7 – espermidina 750 mg L⁻¹ e T8 – espermidina 1250 mg L⁻¹, e o segundo, aos quatro tempos de embebição das sementes: 0, 4, 72 e 120 h, correspondendo, respectivamente, à semente seca, fase I, II, e III da curva de embebição. Avaliou-se a composição bioquímica das sementes quanto às concentrações de lipídeos, açúcares solúveis e amido. As sementes apresentaram acúmulo de lipídeos na fase III; os teores de açúcares solúveis e amido aumentaram na fase I e reduziram a partir da fase II, exceto dos açúcares no T1. A principal fonte de reserva nas sementes de maracujá amarelo é o lipídeo; durante o início da germinação (fase III), o amido é a principal fonte utilizada para esse processo; a embebição das sementes em poliaminas gera um acúmulo de lipídeos nas sementes e a embebição em reguladores vegetais aumenta a queima de amido.

Palavras chave: *Passiflora edulis*, lipídeos, amido e açúcares solúveis.

Abstract

Aimed to verify the action of plant growth regulators and reserve mobilization phases of imbibition of seeds of passion fruit. Seeds were soaked for five hours in solutions containing plant growth regulators. We used a completely randomized design in 8 x 4 factorial arrangement with four replications of 25 seeds. The first factor corresponds to eight plant growth regulators: T0- distilled water, T1- 600 mg L⁻¹ ethrel, T2- 500 mg L⁻¹-6-6-benzylamine purine, T3- 500 mg L⁻¹ of 4 - (3-indolyl) butyric acid, T4- 500 mg L⁻¹ gibberellic acid, T5- 250 mg L⁻¹ spermine, T6- 750 mg mg L⁻¹ spermine, T7- 750 mg L⁻¹ spermidine, T8- 1250 mg L⁻¹ spermidine, and second, the four times of seed imbibition: 0, 4, 72 and 120 h, corresponding, respectively, to the dry seed stage I, II, and III of the imbibition curve. We evaluated the biochemical composition of seeds as the concentrations of lipids, soluble sugars and starch. The seeds showed accumulation of lipids in phase III, the content of soluble sugars and starch increased and decreased in phase I from phase II, except sugar in T1. The main storage of the seeds of passion fruit is the lipid; during early germination (phase III), starch is the main source used for this process; seed imbibition in polyamines generates an accumulation of lipids in the seeds and soaking plant growth regulators increases in burning the starch.

Index terms: *Passiflora edulis*, lipids, starch, soluble sugars.

Introdução

A produtividade média nacional de maracujá amarelo é considerada baixa e de grande variabilidade e, embora a expansão da área cultivada tenha sido impulsionada, entre outros fatores, pelo aumento do consumo interno da fruta *in natura* e pelo suco processado, a produção nacional não supre a demanda do mercado (PIMENTEL et al., 2009).

A cultura do maracujazeiro é propagada basicamente por via sexuada (WAGNER JÚNIOR et al., 2005), com isso, a seleção das plantas matrizes que fornecem as sementes e a qualidade das mesmas tem relação direta com a obtenção de mudas vigorosas e livre de doenças. Entretanto, as sementes de maracujazeiro apresentam problemas relacionados à sua qualidade fisiológica, como a desuniformidade na emergência das plântulas, o que compromete diretamente a formação das mudas. Tratamentos de embebição das sementes podem fazer com que elas germinem mais rapidamente e de modo mais uniforme (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; NEGREIROS et al., 2006).

Técnicas que induzem a maior germinação e qualidade fisiológica são fatores importantes para aumentar a capacidade das sementes de externar o vigor e, por conseguinte, a uniformidade das plantas em condições de campo. O uso de reguladores vegetais na fase de germinação melhora o desempenho das plântulas, acelerando a velocidade de emergência e potencializando o vigor das sementes de várias espécies (ARAGÃO et al., 2003).

A disponibilidade hídrica no substrato das sementes é geralmente um fator que limita o início do processo de germinação de sementes não dormentes, o que pode ter efeito na porcentagem de germinação, na velocidade e na uniformidade do processo, pois a água está associada à mobilização de reservas e liberação de energia através da respiração, com papel importante na atividade enzimática, hormonal e diluição do protoplasma com a retomada do crescimento do embrião pela ativação de seu metabolismo (MARCOS FILHO, 2005).

A água é necessária para a digestão das reservas e translocação dos produtos metabolizados, sendo esses processos caracterizados por um padrão trifásico, em que a fase inicial (fase I) do processo de embebição das sementes

constitui-se em um fenômeno essencialmente físico, podendo ser completada em 1 a 2 horas dependendo da espécie, como ocorre nas sementes cotiledonares, independente da condição fisiológica, desde que não seja uma dormência tegumentar causando impedimento de entrada de água. Na segunda etapa (fase II), ocorrem atividades metabólicas e as reservas são convertidas em compostos mais simples para serem utilizados na germinação. A absorção nessa fase é lenta, de 8 a 10 vezes menos intensa do que na anterior. A fase III caracteriza-se pela retomada de absorção de água, culminando com a emissão da raiz primária (BEWLEY; BLACK, 1994).

Assim, a importância da curva de embebição está relacionada tanto a estudos de permeabilidade do tegumento, como na determinação do período de absorção em sementes tratadas com reguladores vegetais, condicionamento osmótico e pré-hidratação em sementes e o aumento das atividades respiratórias da semente a um nível capaz de sustentar o crescimento do embrião, com fornecimento suficiente de energia e de substâncias orgânicas, depende do aumento do grau de hidratação dos seus tecidos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

De uma maneira geral, durante o período de formação da semente, ocorre inicialmente, um acúmulo de açúcares, tais como sacarose, frutose e glicose, bem como, compostos nitrogenados como aminoácidos e amidas. Essas substâncias, que são drenadas da planta mãe, são fundamentais para a formação dos tecidos da semente e das substâncias de reserva que serão acumulados para fornecimento de energia e substâncias básicas para o início do processo de germinação. Assim, à medida que ocorre o desenvolvimento da semente há um decréscimo na quantidade dessas substâncias mais simples e, ao mesmo tempo, um acúmulo de moléculas maiores e mais complexas, como as proteínas, amido, lipídeos e celulose (DANTAS et al., 2008).

Os principais compostos de reserva em uma semente são carboidratos, lipídeos e proteínas, alterando em proporção nas diferentes espécies. O estudo da composição química de uma semente também é de interesse prático da tecnologia de sementes, porque tanto a capacidade das sementes de externar seu vigor quanto o período de armazenamento das sementes são influenciados pelas reservas nelas contidas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). No início do

processo de germinação, as reservas são mobilizadas e durante o desenvolvimento das plântulas seus produtos de degradação são usados para diferentes fins, como a geração de energia e a produção de matéria prima para a formação de células e tecidos (CORTE et al., 2006).

A utilização de amido ou de açúcares solúveis é variável, dependendo da espécie, podendo ser durante a germinação ou no estágio de plântula. Em trabalho realizado com sementes de soja, Henning et al. (2010) verificaram que as sementes com maior vigor apresentavam maiores teores de proteínas solúveis, amido e açúcares solúveis, e uma maior capacidade de mobilização de reservas na germinação, resultando em plântulas de soja com melhor desempenho inicial. Suda e Giorgini (2000) observaram acúmulo de açúcares solúveis no embrião de *Euphorbia heterophylla* durante a germinação e constataram redução no teor de lipídeo no embrião após 72 e 96 horas de embebição. Essas observações evidenciam a importância dos lipídeos de reserva no eixo embrionário, nos estádios iniciais da germinação.

Tendo em vista que pouco se conhece a respeito do processo de mobilização de reservas em sementes de maracujá, objetivou-se com este trabalho conhecer a ação dos reguladores vegetais e a mobilização de reservas nas fases de embebição das sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado no município de Alegre - ES.

Foram utilizadas sementes de maracujá amarelo, provenientes de frutos maduros obtidos de diversas matrizes formando um único lote. A extração das sementes foi realizada por fermentação durante um período de 72 horas. Após a fermentação, as sementes foram lavadas em peneira e colocadas para secar, durante 24 horas, sobre papel toalha em condições de laboratório (28 ± 2 °C) e, então realizada a determinação do grau de umidade do lote (BRASIL, 2009).

As sementes foram embebidas por cinco horas em soluções contendo reguladores vegetais. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 8 x 4 (reguladores vegetais e tempos de embebição), com quatro repetições de 25 sementes. O primeiro fator corresponde a oito tipos de reguladores vegetais: T1- água destilada (controle); T2- 6-benzilamina 6-purina 500 mg L⁻¹ (BAP); T3- ácido 4-(3-indolil) butírico 500 mg L⁻¹ (AIB); T4- ácido giberélico (GA₃) (500 mg L⁻¹); T5-espermina 250 mg L⁻¹ (ESM 250); T6-espermina 750 mg L⁻¹ (ESM 750); T7- espermidina 750 mg L⁻¹ (ESD 750); e T8-espermidina 1250 mg L⁻¹ (ESD 1250), e o segundo, aos quatro tempos de embebição das sementes: 0, 4, 72 e 120 h, correspondendo, respectivamente à semente seca, fase I, II, e III da curva de embebição.

Para a determinação da curva de embebição as sementes foram distribuídas em placas de Petri e o substrato utilizado foi o papel germitest embebido com água destilada até 50% da superfície de contato das sementes. As placas foram mantidas em câmaras germinadoras tipo BOD a 25 °C, na ausência de luz. Para a avaliação do ganho de água pelas sementes foram realizadas pesagens a cada hora, nas primeiras 8 horas, após esse período as avaliações ocorreram a cada 24 horas até 168 horas.

Avaliou-se a composição bioquímica das sementes em relação às concentrações de lipídeos, amido e açúcares solúveis.

Quantificação de lipídeos, amido e açúcares solúveis

Foram pesadas quatro amostras de 100 mg de sementes secas, de cada tratamento. Às amostras foram maceradas com auxílio de cadinho e pistilo e acondicionadas em tubo Eppendorf contendo 500 µL de clorofórmio e 1000 µL de metanol, sob agitação constante durante 10 minutos e, em seguida, adicionados 500 µL de clorofórmio, agitando-se por mais 10 minutos. O material foi levado à centrífuga por 5 min, a 4000 rpm, coletando-se 650 µL de sobrenadante. Posteriormente foram adicionados 1000 µL de água destilada ao tubo Eppendorf e homogeneizou-se a amostra com auxílio de vórtex. Após esse período, houve a formação de duas fases: a fase superior (metanol+água), cuja solução foi recolhida, quantificada e utilizada para a quantificação dos açúcares solúveis; e a fase inferior (clorofórmio), utilizada para quantificar os lipídeos, expressos em porcentagem.

A solução da fase inferior foi colocada em tubos Eppendorf de 2mL identificados e pesados. Em seguida, postos para secar em estufa, a 60 °C, e pesados novamente para quantificação dos lipídeos (BLIGH; DYER, 1959, modificado). Posteriormente os tubos Eppendorf foram levados a banho seco a 95 °C, por 15 minutos. Logo após, resfriado o sistema até a temperatura ambiente e a leitura dos açúcares solúveis foi feita em espectrofotômetro (Femto-cirrus 80 st), a 620 nm, utilizando-se quatro repetições por tratamento. O precipitado formado durante a centrifugação foi hidrolisado com HCl 3%, durante 3 horas, em banho seco, a 90 °C, os níveis de açúcares foram determinados de acordo com Yemm e Willis (1954) e expressos em porcentagem. Os teores de lipídeos, açúcares solúveis e amido foram expressos em porcentagem.

Resultados e discussão

O teor de água inicial das sementes era de 8%. A absorção de água pelas sementes de maracujá amarelo durante a embebição, referentes às duas primeiras fases, seguiu o clássico padrão trifásico de absorção de água proposto por Bewley e Black (1994) (Figura1).

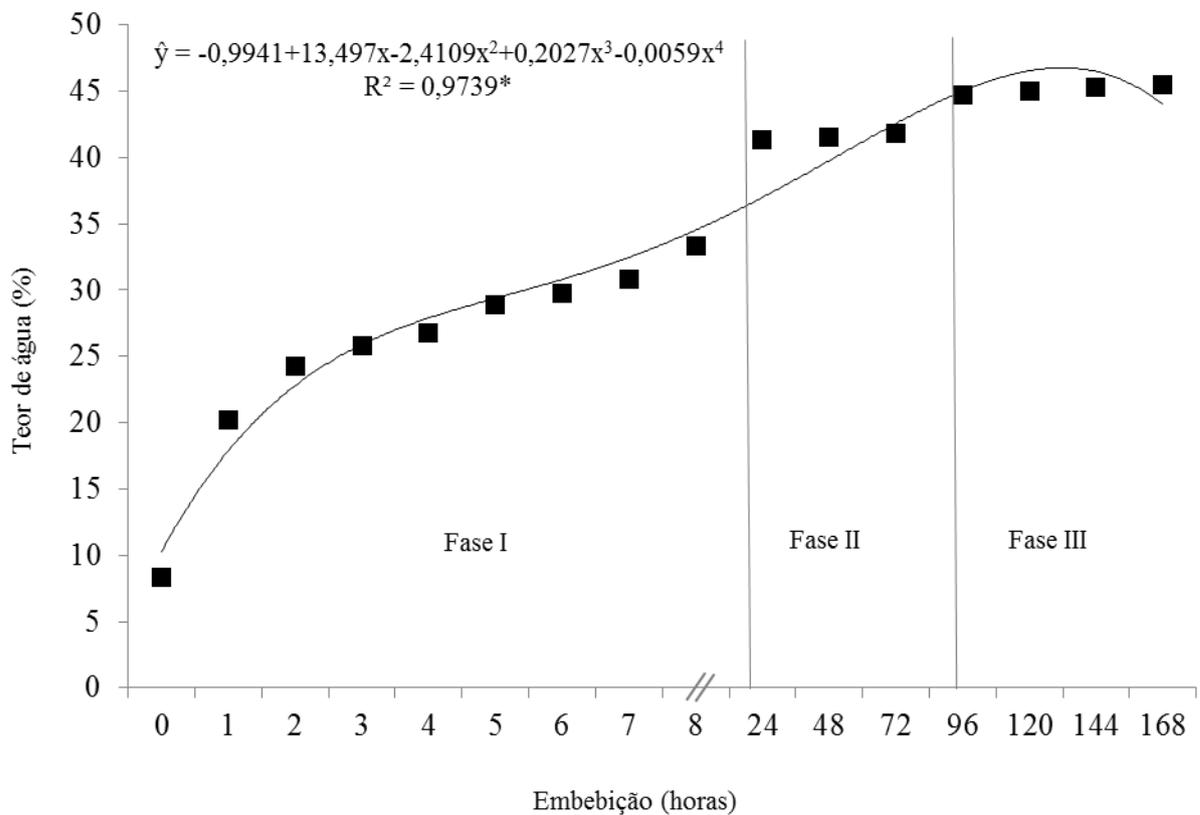


Figura 1. Curva de embebição das sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.).

A fase de maior velocidade de absorção de água ocorreu nas primeiras 24 horas, onde as sementes apresentaram 33% de aumento no teor de água (Figura 1). Nas quatro primeiras horas de embebição ocorreu um aumento de 20%, enquanto a fase de menor velocidade de absorção ocorreu após 24 até 72 horas de embebição, na qual se observou uma redução na absorção de água pelas sementes, passando de 41,32 para 41,83% de água. É Nessa fase que ocorrem as atividades metabólicas necessárias para a protrusão da raiz primária e o desenvolvimento da plântula. Após 96 horas a absorção é retomada aumentando para 45% o teor de água, o que caracterizou o início da fase III, na qual a absorção é associada com a iniciação do crescimento do embrião, que culminou com a protrusão de raiz primária (BEWLEY; BLACK, 1994).

Com base na curva de absorção, estabeleceu-se o tempo exato das três fases de embebição das sementes de maracujá amarelo, correspondendo às primeiras 24 horas à fase I, de 24 a 72 horas a fase II e 72 horas em diante a fase III (Figura 1).

As sementes de todos os tratamentos, no tempo inicial, não diferiram quanto ao teor de lipídeo (Tabela 1). Durante a fase I as sementes embebidas no tratamento com poliamina espermidina na concentração de 1250 mg L⁻¹ (T8) apresentaram maior porcentagem de lipídeo em relação aos demais tratamentos. Isso porque a espermidina pode ter antecipado as reação metabólicas que ocorrem na fase II. Os demais tratamentos não apresentaram alteração na quantidade de lipídeo, quando comparados entre si, indicando a efetividade da poliamina na promoção da germinação, acelerando os processos metabólicos de forma mais eficiente do que o verificado para os demais tratamentos avaliados.

Tabela 1. Teor de lipídeo (%) durante a embebição das sementes de maracujá amarelo tratadas com reguladores vegetais.

Tratamentos	Lipídeos (%)			
	Tempo inicial	Fase I	Fase II	Fase III
T1	6,78 Aa*	7,56 Ba	7,87 Ba	8,91 Da
T2	8,44 Ab	6,86 Bc	9,63 Ab	17,26 Aa
T3	7,51 Abc	6,03 Bc	8,51 ABb	14,17 Ca
T4	6,71 Ab	7,99 Bb	7,63 Bb	13,90 Ca
T5	8,10 Ab	6,07 Bc	8,97 ABb	18,59 Aa
T6	7,16 Ac	7,60 Bb	8,98 ABb	16,26 Ba
T7	8,31 Ab	6,31 Bc	8,81 ABb	17,58 Aa
T8	7,42 Ac	10,28 Ab	10,42 Ab	19,07 Aa
CV (%)	12,17			

*Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. T1- água destilada (controle); T2- 500 mg L⁻¹ de 6-benzilamina 6-purina (BAP); T3- 500 mg L⁻¹ de ácido 4-(3-indolil) butírico (AIB); T4- 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃); T5- 250 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T6- 750 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T7- 750 mg L⁻¹ de espermidina (ESD); T8- 1250 mg L⁻¹ de espermidina (ESD).

Durante a fase II, a porcentagem de lipídeo encontrada nas sementes embebidas em giberelina (T4) foi menor devido ao consumo de lipídeos pelo embrião (Tabela 1). As giberelinas possuem efeito estimulatório no processo germinativo e as sementes necessitam desse regulador para uma série de eventos, tais como ativação do crescimento vegetativo do embrião, a mobilização das reservas do endosperma e no enfraquecimento da camada de endosperma que circunda o embrião, favorecendo assim seu crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Na fase II houve aumento para todos os tratamentos da concentração de lipídeo e quase não ocorreu absorção de água, caracterizando uma fase estacionária, a fase II ou *lag* fase, na qual se inicia a digestão e o transporte ativo das substâncias de reserva. Durante esse período, os potenciais hídricos

do meio e da semente ficam muito próximos e, com isso, a absorção de água pela semente se estabiliza. Ocorre, assim, a ativação dos processos metabólicos pré-germinativos, pois enzimas, membranas e organelas, como as mitocôndrias, tornam-se ativas nas células embebidas para as sementes completarem a germinação (BITTENCOURT, 2004).

Trabalhando com sementes de *Caesalpinia peltophoroides*, Corte et al. (2006) observaram significativa redução na quantidade de lipídeos desde o início da embebição até o décimo dia, sendo esta redução menos acentuada partir desse período. Redução ainda mais rápida foi encontrada por Suda e Giorgini (2000), em sementes de *Euphorbia heterophylla* L., cuja degradação dos lipídeos teve início logo após a embebição inicial da semente, sendo completada entre 72 e 96 horas. Em sementes de *Cucumis sativus* L., a degradação dos lipídeos iniciou-se somente no segundo dia após a germinação, restando 3% da quantidade inicial no sexto dia após a germinação (MATSUI et al.; 1999).

Durante a germinação (fase III), as sementes embebidas nos tratamentos com reguladores vegetais apresentaram aumento significativo no teor de lipídeos em relação ao controle. A embebição das sementes em espermidina (T8) apresentou maior quantidade de lipídeos após a primeira e segunda fase de embebição (início da germinação) (Tabela 1). O resultado desta pesquisa corrobora com Tozzi (2011) ao afirmar que os lipídeos se constituem na principal fonte de energia para a germinação da semente de maracujá amarelo. Segundo esse autor, as sementes de maracujá amarelo são classificadas como oleaginosas, em razão de seu endosperma ser rico em lipídeos. Souza et al. (2009), trabalhando com sementes de pinhão manso, nabo forrageiro e crambe também encontraram maior teor de lipídeos em relação aos açúcares e amido. Lopes et al. (2013) também observaram aumento significativo (43%) no teor de lipídeos no período protrusão da raiz primária em sementes pinhão manso.

A quantidade de lipídeo encontrada durante as três fases de embebição nas sementes de maracujá amarelo segue o mesmo padrão para a maioria das sementes oleaginosas, nas quais o conteúdo de lipídeo permanece inalterado durante o período de embebição, e diminui após a protrusão da raiz primária (ATAÍDE, 2012). Porém, o consumo de lipídeo apresentado pelas sementes de

maracujá amarelo não foi observado. Suda e Giorgini (2000) também observaram comportamento diferente do padrão para sementes de *Euphorbia heterophylla* que apresentaram uma diminuição nos níveis de lipídeos ao redor de 70% entre 3 e 4 dias pós embebição (SUDA; GIORGINI, 2000).

O ácido sulfúrico concentrado hidrolisa e desidrata os carboidratos, modificando os açúcares simples desidratados para furfural ou hidroximetilfurfural. Esses produtos finais se condensam com a antrona (9,10-dihidro-9-oxoantraceno), formando uma substância final de coloração azul petróleo e o açúcar é quantificado de acordo com Yemm e Willis (1954). Sendo assim, na quantificação do teor de açúcar solúvel nas primeiras horas da embebição (fase I), as sementes de maracujá apresentaram aumento no teor de açúcar solúvel em todos os tratamentos, à exceção do tratamento com água destilada (T1) (Tabela 2). Na fase de desenvolvimento dos embriões ocorre a síntese de açúcares solúveis totais. Estes são importantes em diversos processos fisiológicos, atuando como fonte de energia, esqueletos carbônicos e/ou como sinalizadores, sendo também, indispensáveis aos embriões para torná-los metabolicamente quiescentes e tolerantes à dessecação (BAUD et al., 2002).

Tabela 2. Teor de açúcar solúvel (%) durante a embebição das sementes de maracujá amarelo tratadas com reguladores vegetais.

Tratamentos	Açúcar solúvel (%)
-------------	--------------------

	Tempo inicial	Fase I	Fase II	Fase III
T1	1,87 Aa*	1,50 ABab	1,41 ABab	1,28 Ab
T2	1,16 Bbc	1,80 Aa	1,20 BCb	0,80 Bc
T3	1,26 Bb	1,65 ABa	0,83 Cc	1,01 ABbc
T4	0,95 ABb	1,48 ABa	1,33 ABab	0,82 Bc
T5	1,27 Bb	1,60 ABa	1,09 BCbc	0,61 Cc
T6	1,41 ABab	1,93 Aa	1,14 BCbc	0,84 Bc
T7	1,32 Bab	1,57 ABa	1,70 Aa	1,23 Ab
T8	1,22 Bab	1,42 ABa	1,00 BCb	0,77 Cc
CV (%)	17,58			

*Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. T1- água destilada (controle); T2- 500 mg L⁻¹ de 6-benzilamina 6-purina (BAP); T3- 500 mg L⁻¹ de ácido 4-(3-indolil) butírico (AIB); T4- 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃); T5- 250 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T6- 750 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T7- 750 mg L⁻¹ de espermidina (ESD); T8- 1250 mg L⁻¹ de espermidina (ESD).

Durante a fase II, em todos os tratamentos, as sementes apresentaram queda no teor de açúcar solúvel em relação a fase anterior, à exceção do tratamento realizado com a poliamina espermidina na concentração 750 mg L⁻¹ (T7). A redução nos níveis de açúcares observada durante o período pré-protrusão radicular (fases I e II) pode ter relação com a ativação do metabolismo inicial da semente, fornecendo energia para a germinação antes que os processos iniciais de mobilização de reservas pudessem ocorrer.

O aumento do teor de açúcares solúveis ainda na fase II sugere que a função de estabilização das membranas tenha ocorrido, e devido a essa estabilização, as sementes embebidas no tratamento T7 apresentaram maior porcentagem de sementes germinadas (tabela 3). Entre as poliaminas responsáveis pelo metabolismo e pelas respostas das sementes ao ambiente, destaca-se a espermidina, pois atua na divisão e na diferenciação celular, podendo esta prevenir os efeitos deletérios dos estresses ambientais (FONSECA; PEREZ, 2003).

Tabela 3. Germinação (G) de sementes de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*

Deg.

Tratamentos	G (%)
T0	45 b
T1	83 a
T2	47 b
T3	76 a
T4	78 a
T5	64 a
T6	76 a
T7	84 a
T8	77 a
CV	9,25

*Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. T1- água destilada (controle); T2- 500 mg L⁻¹ de 6-benzilamina 6-purina (BAP); T3- 500 mg L⁻¹ de ácido 4-(3-indolil) butírico (AIB); T4- 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃); T5- 250 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T6- 750 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T7- 750 mg L⁻¹ de espermidina (ESD); T8- 1250 mg L⁻¹ de espermidina (ESD).

O teor de açúcar durante a fase III reduziu acentuadamente em todos os tratamentos, comportamento que pode estar associado com a protrusão da raiz primária. A utilização de açúcares solúveis totais, pelo embrião, como fonte de energia e substrato em nível celular, no processo de germinação da semente, é variável dependendo da espécie, podendo ser durante a germinação ou no estado de plântula (FERREIRA; BORGHETTI; 2004).

Lopes et al. (2013) também verificaram queda no teor de açúcar solúvel desde as primeiras horas de embebição até o início da protrusão da raiz primária em sementes de *Jatropha curcas*. Pontes et al. (2002) trabalhando com sementes de *Apuleia leiocarpa* observaram que os teores médios de açúcares solúveis não diferiram significativamente durante o período de embebição, contudo, houve tendência à mobilização dessas reservas durante esse período.

Magalhães et al. (2010) verificaram que os teores dos carboidratos solúveis totais em sementes de *Schizolobium parahyba* apresentaram nítida redução durante a fase inicial da embebição, e que esse gasto de energia está relacionado com a respiração das sementes assim que se inicia o processo.

Durante a fase III, houve acúmulo de lipídeos nas sementes, coincidindo com a utilização de açúcar solúvel e a queda no teor de amido, durante a mesma fase. To et al. (2002) verificaram que em *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. a presença de açúcares solúveis, em geral provindos do metabolismo do amido, inibiu a mobilização das reservas de lipídeo.

O teor de amido aumentou em todos os tratamentos durante as fases I e II da embebição, e reduziu após o início da protrusão da raiz primária (fase III) (Tabela 4), à exceção das sementes embebidas somente em água destilada (T1), em que os níveis de amido continuaram aumentando, e as sementes apresentaram germinação após os demais tratamentos.

Tabela 4. Teor de amido (%) durante a embebição das sementes de maracujá amarelo tratadas com reguladores vegetais.

Tratamentos	Amido (%)			
	Tempo inicial	Fase I	Fase II	Fase III
T1	1,06 Ab*	1,06 Cb	3,59 Bab	4,07 Aa

T2	1,14 Ab	1,64 Ab	3,81 Ba	2,52 Bab
T3	1,23 Ab	1,48 Ab	2,94 Ca	1,75 Cb
T4	0,97 Ac	1,11 Cbc	4,81 ABA	1,89 Cb
T5	1,17 Ac	1,41 ABc	5,56 Aa	2,41 Bb
T6	1,08 Ac	1,23 BCc	5,34 Aa	2,26 BCb
T7	1,12 Ac	1,15 Cc	5,08 Aa	1,91 BCb
T8	1,04 Ac	1,13 Cc	6,35 Aa	2,23 BCb
CV (%)	13,37			

*Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. T1- água destilada (controle); T2- 500 mg L⁻¹ de 6-benzilamina 6-purina (BAP); T3- 500 mg L⁻¹ de ácido 4-(3-indolil) butírico (AIB); T4- 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃); T5- 250 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T6- 750 mg L⁻¹ de espermina (ESM); T7- 750 mg L⁻¹ de espermidina (ESD); T8- 1250 mg L⁻¹ de espermidina (ESD).

Apesar do baixo teor de amido nas sementes de maracujá amarelo, o mesmo parece ser importante no processo de germinação dessas sementes, principalmente nas sementes tratadas com giberelina (T4) e poliaminas (T5, T6, T7 e T8), tendo em vista que estas sementes apresentaram maior redução no teor de amido na transição da fase II para a fase III (Tabela 4).

As sementes embebidas em solução de espermidina (T7 e T8) apresentaram maior consumo de amido em relação à quantidade existente no período de pré-protrusão (fase II), 62 e 64% respectivamente, o que pode estar relacionado com a ação da espermidina sobre a integridade das membranas, possibilitando a manutenção do equilíbrio osmótico e continuidade do processo de embebição das sementes, com reflexos positivos na germinação, conforme descrito por Melloni et al. (2012) em sementes de leguminosas. Segundo Kubis (2008), a aplicação de espermidina em cultivares de arroz também impediu o extravasamento de eletrólitos e/ou aminoácidos durante a embebição possibilitando melhor germinação.

A α -amilase, enzima hidrolítica, que é produzida pela camada de aleurona em resposta à ação das giberelinas, é liberada no endosperma onde atua na conversão de amido em açúcares utilizados no crescimento do embrião

(BERTAGNOLLI et al., 2004). Essa atividade pode ser verificada principalmente nas sementes embebidas no tratamento T7, tendo em vista que essas apresentaram maior acúmulo de açúcar solúvel na fase III da embebição (Tabela 2), em consequência de uma maior queima na quantidade de amido existente na fase anterior (fase II) da embebição das sementes (Tabela 4). Durante o início da germinação (fase III), o amido é a principal fonte utilizada para esse processo. As sementes tratadas com auxina (T3) apresentaram menor consumo de amido em relação aos demais tratamentos durante o período de protrusão da raiz primária (fase III). Santos et al. (2004) demonstraram que a presença de auxina gera um aumento na atividade enzimática do metabolismo de reservas. Os autores basearam-se nas alterações de pH induzidas pela auxina na matriz extra celular para explicar esse fenômeno. As enzimas que quebram o xiloglucano (polímeros de açúcares constituintes de parede com função de reserva em cotilédones) apresentam atividade máxima em pH ácido. Como a auxina ativa o transporte de prótons para a região da parede celular, ela também aumentaria a degradação das reservas. No entanto, a produção de auxina é regulada pela luz (TAIZ; ZEIGER, 2013). Nesse contexto, destaca-se que a luz e os açúcares livres são particularmente importantes na coordenação da mobilização das reservas e, no caso deste experimento a ausência de luz durante a embebição das sementes pode ter causado efeito inibitório das auxinas no processo de germinação das sementes.

Conclusões

As poliaminas agem como reguladores vegetais na mobilização de reservas de sementes de maracujá amarelo.

A embebição das sementes com poliamina espermidina na concentração de 1250 mg L^{-1} determina maior acúmulo de lipídeos nas sementes até a fase III da embebição, atingindo 230% dos valores iniciais contidos nas sementes.

A embebição das sementes em reguladores vegetais favorece o consumo de amido.

Sementes embebidas em poliaminas apresentam maior consumo de amido em relação às sementes embebidas nos demais reguladores vegetais testados.

A espermidina na concentração de 750 mg L^{-1} determina maior queima de amido, maior acúmulo de lipídeos e açúcares solúveis.

Referências

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C. C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003.

www.scielo.br/pdf/rbs/v25n1/19629.pdf

ATAÍDE, G. M.; FLORES, A. V.; BORGES, E. E. L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de *Pterogyne nitens* Tull. durante o envelhecimento artificial. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 71-76, 2012.

www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/16497/10439

BAUD, S.; BOUTIN, J. P.; MIQUEL, M.; LEPINIEC, L.; ROCHA, T. C. An integreed overview of seed development in *Arabidopsis thaliana* ecotype WS. **Plant Physiology Biochemical**, v. 40, p. 151-160, 2002.

www.sciencedirect.com/science/article/pii/S098194280101350X

BERTAGNOLLI, C. M.; CUNHA, C. S. M.; MENEZES, S. M.; MORAES, D. M.; LOPES, N. F.; ABREU, C. M. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de soja submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Agrocência**, v. 10, n. 3, p. 287-291, 2004.

periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/viewArticle/959

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BITTENCOURT, M. L. C.; DIAS, D. C. F. S.; DIAS, L. D. S.; ARAÚJO, E. F. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 50-6, 2004.

www.scielo.br/pdf/rbs/v26n1/a08v26n1.pdf

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 911-917. 1959.

www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.1139/o59-099

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

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

www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622006000600009

DANTAS, B. F.; CORREIA, J. S.; MARINHO, L. B.; ARAGÃO, C. A. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 221-227, 2008. www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a28v30n1.pdf

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324p.

FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 1-6, 2003.

www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222003000100001

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JUNIOR, 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**, v. 69, n. 3, p. 727-734, 2010.

www.scielo.br/pdf/brag/v69n3/26.pdf

KUBIS, J. Exogenous spermidine differentially alters activities of some scavenging system enzymes, H₂O₂ and superoxide radical levels in water-stressed cucumber leaves. **Journal of Plant Physiology**, v. 165, n. 4, p. 397-406, 2008.

cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=20144002

LOPES, L. S.; GALLÃO, M. I.; BERTINI, C. H. C. M. Mobilization of reserves during germination of *Jatropha* seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 371-378, 2013.

www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902013000200021&script=sci_arttext&tlng=pt

MAGALHÃES, S. R.; BORGES, E. E. L.; BERGER, A. P. A. Mobilização de reservas no eixo embrionário e nos cotilédones de sementes de *Schizolobium parahyba* (vell.) s. f. blake durante a germinação. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 589-595, 2010.

cascavel.cpd.ufsm.br/revistas/ojs-

2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/2417/1495

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MATSUI, K.; HIJIYA, K.; TABUCHI, Y.; KAJIWARA, T. Cucumber cotyledon lipoxygenase during postgerminative growth. Its expression and action on lipid bodies. **Plant Physiology**, v. 119, p. 1279-1287, 1999.

www.plantphysiology.org/content/119/4/1279.full.pdf+html

MELLONI, M. L. G.; CRUZ, F. J. R.; SANTOS, D. M. M.; SOUZA, L. F. G.; SILVA, J.; SACCINI, V. A.V.; MONTEIRO, J. G. Espemidina exógena atenua os efeitos do NaCl na germinação e crescimento inicial de leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 495-503, 2012.

www.scielo.br/pdf/rbs/v34n3/18.pdf

NEGREIROS, J. R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; ALVARES, V. S.; SILVA, J. O. C.; NUNES, E. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós-colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 2, n. 1, p. 21-24, 2006.

www.scielo.br/pdf/rbf/v28n1/29683.pdf

PIMENTEL, L. D.; SANTOS, C. E. M.; FERREIRA, A. C. C.; MARTINS, A. A.; WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C. H. Custo de produção e rentabilidade do maracujazeiro no mercado agroindustrial da Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 397-407, 2009.

www.scielo.br/pdf/rbf/v31n2/v31n2a13.pdf

PONTES, C. A.; BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; SOARES, C. P. B. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (garapa) durante a embebição. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 593-601, 2002.

www.scielo.br/pdf/rarv/v26n5/a10v26n5.pdf

SANTOS, H. P.; BUCKERIDGE, M. S. The role of the storage carbon of cotyledons in the establishment of seedlings of *Hymenaea courbaril* L. under different light conditions. **Annals of Botany**, v. 94, p. 819-830, 2004.

aob.oxfordjournals.org/content/94/6/819.full.pdf+html

SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P.; ÍTAVO, L. C. V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão manso, nabo forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1328-1335, 2009.

www.scielo.br/pdf/pab/v44n10/v44n10a17.pdf

SUDA, C. N. K.; GIORGINI, J. F. Seed reserve composition and mobilization during germination and initial seedling development of *Euphorbia heterophylla*. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 3, p. 226-245, 2000.

www.scielo.br/pdf/rbfv/v12n3/9356.pdf

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 719p.

TO, J. P. C.; REITER, W.; GIBSON, S. I. Mobilization of seed storage lipid by *Arabidopsis* seedlings is retarded in the presence of exogenous sugars. **BMC Plant Biology**, v. 2, p. 4-15, 2002. www.biomedcentral.com/1471-2229/2/4/

TOZZI, H. H.; TAKAKI, M. Histochemical analysis of seed reserve mobilization in *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* O. Deg. (yellow passion fruit) during germination. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 3, p. 701-708, 2011.

www.scielo.br/pdf/bjb/v71n3/15.pdf

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, v. 57, p. 508-514, 1954.

www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1269789/

WAGNER JÚNIOR, A.; ALEXANDRE, R. S.; NEGREIROS, J. R. S.; PARIZZOTTO, A.; BRUCKNER, C. H. Influência da escarificação e do tempo de embebição das sementes sobre a germinação de maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). **Revista Ceres**, v. 52, n. 301, p. 369-378, 2005.

www.ceres.ufv.br/ceres/revistas/V52N301P03105.pdf