

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

PAULA APARECIDA MUNIZ DE LIMA

**SUFICIÊNCIA AMOSTRAL, CARACTERÍSTICAS
FISIOLÓGICAS, FITOQUÍMICAS E FITORMONAIIS, ÓLEOS
ESSENCIAIS E MECANISMOS ALELOPÁTICOS NA
PROPAGAÇÃO DE *Passiflora* spp.**

ALEGRE

2023

PAULA APARECIDA MUNIZ DE LIMA

**SUFICIÊNCIA AMOSTRAL, SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA,
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS, FITOQUÍMICAS E
FITORMONAS, ÓLEOS ESSENCIAIS E MECANISMOS
ALELOPÁTICOS NA PROPAGAÇÃO DE *Passiflora* spp.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Agronomia, na linha de pesquisa Produção de Plantas Cultivadas e Nativas.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes.

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre.

ALEGRE

2023

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

L732s Lima, Paula Aparecida Muniz de, 1993-
SUFICIÊNCIA AMOSTRAL, CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS, FITOQUÍMICAS E FITORMONAIAS, ÓLEOS ESSENCIAIS E MECANISMOS ALELOPÁTICOS NA PROPAGAÇÃO DE *Passiflora* spp. / Paula Aparecida Muniz de Lima. - 2023.
167 f. : il.

Orientador: José Carlos Lopes.
Coorientador: Rodrigo Sobreira Alexandre.
Dissertação (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Maracujazeiro. 2. Citogenética. 3. Precisão experimental. 4. Qualidade fisiológica. 5. Sementes. 6. Germinação. I. Lopes, José Carlos. II. Alexandre, Rodrigo Sobreira. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 63

PAULA APARECIDA MUNIZ DE LIMA

**SUFICIÊNCIA AMOSTRAL, SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA,
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS, FITOQUÍMICAS E
FITORMONAIS, ÓLEOS ESSENCIAIS E MECANISMOS
ALELOPÁTICOS NA PROPAGAÇÃO DE *Passifloraspp.***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Agronomia, na linha de pesquisa Produção de Plantas Cultivadas e Nativas.

COMISSÃO EXAMINADORA



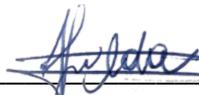
Prof. Dr. Adésio Ferreira
CCAЕ/UFES



Prof. Dr. Allan Rocha de Freitas
FAF



Prof^a. Dr^a. Khétrin Silva Maciel
UFSB



Prof^a. Dr^a. Liana Hilda Golin Mengarda



Prof. Dr. José Carlos Lopes
CCAЕ/UFES- Orientador

Dedico esta tese aos meus pais, Eunice Muniz de Lima e Paulo César Fiel de Lima (*in memoriam*), que desde cedo me ensinaram a importância da educação na formação de um ser humano, sempre prestaram suporte, apoio e incentivo às minhas decisões e souberam valorizar minhas escolhas.

BIOGRAFIA

Paula Aparecida Muniz de Lima, filha de Paulo César Fiel de Lima e Eunice Muniz de Lima, nasceu em 16 de maio de 1993, em Cachoeiro de Itapemirim, estado do Espírito Santo. Coursou o ensino fundamental, na Escola Municipal Professor Pedro Estellita Herkenhoff, em Cachoeiro de Itapemirim, ES. Coursou o ensino médio, no Colégio Jesus Cristo Rei, em Cachoeiro de Itapemirim, ES. No ano de 2012 ingressou no curso de Agronomia no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Alegre, ES, graduando-se em fevereiro de 2017. No ano de 2017, iniciou o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), tendo defendido a dissertação em fevereiro de 2019. Em março de 2019, iniciou o Curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), tendo defendido a tese em 17 de fevereiro de 2023.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida;

A Universidade Federal do Espírito Santo (CCAIE) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia que possibilitaram a realização do doutorado, e a CAPES, pela bolsa concedida;

Ao meu orientador, professor José Carlos Lopes por todos os ensinamentos, dedicação, orientação e auxílio;

Ao meu coorientador, professor Rodrigo Sobreira Alexandre por todos os ensinamentos e orientações;

Aos meus pais, Eunice e Paulo, que são tudo na minha vida e a toda minha família pela total dedicação e apoio em todos os momentos, sem eles não seria possível chegar até aqui!

Ao Ricardo pela ajuda, incentivo e auxílio nos momentos que mais precisei;

A Embrapa Cerrados em nome do Pesquisador Dr. Fábio Gelape Faleiro, pela doação das sementes dos híbridos de maracujazeiro BRS;

Ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da UFES, pela estrutura e pelos equipamentos oferecidos;

Aos amigos do LAS, Glaucia, Gardênia, Taísa, Gilma e Maria Luiza pela ajuda, troca de informações e pelas grandes amizades que formei;

Ao Laboratório de Biometria, especialmente ao professor Adésio Ferreira e ao José Henrique por toda ajuda e troca de informações;

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), pela Taxa de Pesquisa (Edital FAPES N° 19/2018 – Taxa de pesquisa – Processo FAPES n° 82195510);

A todos os professores da Pós-Graduação em Agronomia que proporcionaram conhecimentos no decorrer do doutorado;

Aos membros da banca pelas contribuições;

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

LIMA, Paula Aparecida Muniz de. **Suficiência amostral, superação de dormência, características fisiológicas, fitoquímicas e fitormonais, óleos essenciais e mecanismos alelopáticos na propagação de *Passiflora* spp.** 2023. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. Orientador: José Carlos Lopes. Coorientadores: Rodrigo Sobreira Alexandre.

Os maracujazeiros têm relevante destaque da fruticultura brasileira. Para muitos genótipos e híbridos, porém, carecem informações imprescindíveis para direcionar o processo de propagação e, por conseguinte, o sucesso do seu cultivo. Objetivou-se com o presente trabalho, estudar e analisar aspectos relacionados a dormência e características fisiológicas, fitoquímicas e fitormonais de sementes, o efeito do uso de óleos essenciais para controle de fungos em sementes, mecanismos alelopáticos e a suficiência amostral na propagação de *Passiflora* spp. Para os experimentos de superação de dormência, características fisiológicas, bioquímicas, fitormonais e uso de óleos essenciais, utilizou-se sementes de genótipos de *P. mucronata*. Os óleos essenciais no controle da contaminação fúngica foi analisado em sementes de maracujá amarelo e roxo. Foram analisados: germinação, vigor, substâncias de reservas e hormônios. Para análise de alelopatia utilizou-se extrato de cascas de genótipos de *P. mucronata* sobre a germinação e o vigor de sementes de *Lactuca sativa*. Para a análise da suficiência amostral utilizou-se sementes do híbrido de maracujá (BRS Rubi do Cerrado – BRS RC). Foram analisados: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e da raiz, massa seca das plântulas normais e a razão comprimento da raiz pelo comprimento da parte aérea. As sementes de *P. mucronata* apresentam dormência tegumentar. Os tratamentos com escarificação mecânica e imersão em ácido sulfúrico não superaram a dormência das sementes dos genótipos de *P. mucronata*. As temperaturas de 60 e 70 °C superaram a dormência de sementes dos genótipos de *P. mucronata* e proporciona maior germinação e vigor. As sementes dos genótipos G3, G7 e G8

de *P. mucronata* apresentaram maior germinação e vigor, quando submetidas aos tratamentos para superação de dormência. Sementes dos genótipos G2 e G8 apresentam as maiores médias de germinação e vigor. Sementes de genótipos de *P. mucronata* submetidas ao tratamento de termoterapia apresentam menores médias de reservas nutritivas. Sementes do genótipo G6 apresenta menores médias de germinação, vigor, reservas nutritivas e hormônios. Sementes do genótipo G2 apresenta maiores médias de proteínas e lipídios, e dos hormônios AIA, prolina, precursor do etileno ACC, espermina e espermidina. Os óleos essenciais de citronela e canela são eficientes no controle de fungos em sementes de *Passiflora* spp. Os óleos essenciais de citronela e canela afetam a germinação e o vigor das sementes de *P. mucronata* estudadas. O óleo de canela na concentração de 0,5% é eficiente no controle de fungos e não afeta a qualidade fisiológica das sementes de *Passiflora* spp. Sementes de *L. sativa* têm seu ciclo fisiológico afetado por substâncias alelopáticas presentes na casca de frutos de *P. mucronata*. A concentração de extratos da casca a partir de 50% inibe a germinação de sementes de *L. sativa*. Para sementes de maracujá, o comportamento do experimento e do ajuste foi o mesmo, independente da variável, número de repetições e do tratamento, com e sem estresse salino. A utilização de 14 repetições, independente do número de sementes, há redução de 50% da amplitude do intervalo de confiança de bootstrap.

Palavras-chave: Maracujazeiro. Citogenética. Precisão experimental. Qualidade fisiológica.

ABSTRACT

LIMA, Paula Aparecida Muniz de. **Sampling sufficiency, dormancy breaking, physiological, phytochemical and phytohormonal characteristics, essential oils and allelopathic mechanisms in the propagation of *Passiflora* spp.** 2023. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES. Advisor: José Carlos Lopes. Co-advisors: Rodrigo Sobreira Alexandre.

Passion fruit trees have an important role in Brazilian fruit growing. For many genotypes and hybrids, however, essential information is lacking to guide the propagation process and, therefore, the success of their cultivation. The objective of this work was to study and analyze the sample sufficiency, aspects related to dormancy and physiological, phytochemical and phytohormonal characteristics of seeds, the effect of using essential oils to control fungi in seeds and allelopathic mechanisms in the propagation of *Passiflora* spp. For experiments on overcoming dormancy, physiological, biochemical, phytohormonal characteristics and the use of essential oils, seeds of *P. mucronata* genotypes were used. Essential oils in the control of fungal contamination was analyzed in yellow and purple passion fruit seeds. The following were analyzed: germination, vigor, reserve substances and hormones. For analysis of allelopathy, bark extract of *P. mucronata* genotypes was used on the germination and vigor of *Lactuca sativa* seeds. For the analysis of sample sufficiency, seeds of the passion fruit hybrid (BRS Rubi do Cerrado – BRS RC) were used. The following parameters were analyzed: germination, germination speed index, shoot and root length, dry mass of normal seedlings and the ratio of root length to shoot length. The seeds of *P. mucronata* show integumentary dormancy. Treatments with mechanical scarification and immersion in sulfuric acid do not overcome seed dormancy of *P. mucronata* genotypes. The temperatures of 60 and 70 °C overcame the dormancy of seeds of the *P. mucronata* genotypes and provided greater germination and vigor. Seeds of the *P. mucronata* genotypes G3, G7 and G8 showed greater germination and vigor when submitted to treatments to overcome dormancy. Seeds of the G2 and G8 genotypes showed the highest means of germination and vigor. Seeds of *P.*

mucronata genotypes submitted to thermotherapy treatment have lower averages of nutritional reserves. Seeds of the G6 genotype have lower averages of germination, vigor, nutritional reserves and hormones. Seeds of the G2 genotype show higher averages of proteins and lipids, and of the AIA hormones, proline, ethylene precursor ACC, spermine and spermidine. Essential oils of citronella and cinnamon are efficient in controlling fungi in *Passiflora* spp seeds. The essential oils of citronella and cinnamon affect the germination and vigor of the studied *P. mucronata* seeds. Cinnamon oil at a concentration of 0.5% is efficient in controlling fungi and does not affect the physiological quality of *Passiflora* spp seeds. *L. sativa* seeds have their physiological cycle affected by allelopathic substances present in the peel of *P. mucronata* fruits. The concentration of bark extracts from 50% inhibits the germination of *L. sativa* seeds. For passion fruit seeds, the behavior of the experiment and the adjustment was the same, regardless of the variable, number of repetitions and treatment, with and without saline stress. Using 14 repetitions, regardless of the number of seeds, there is a 50% reduction in the amplitude of the bootstrap confidence interval.

Keywords: Passion fruit. Cytogenetics. Experimental accuracy. Physiological quality.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 - Germinação (%) de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C. *Significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Figura 2 - Índice de velocidade de germinação de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C. *Significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Figura 3 - Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C. *Significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Figura 4 - Comprimento da raiz (cm) de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C. *Significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Figura 5 - Massa seca (mg) de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C. *Significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

CAPÍTULO II

Figura 1 - Germinação (%) e índice de velocidade de germinação de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* (G2; G5; G6 e G8), submetidas ao tratamento com água na temperatura de 70 °C. ¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre os genótipos, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Figura 2 - Comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e massa seca de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G2; G5; G6 e G8), cujas sementes foram submetidas ao tratamento com água na temperatura de 70 °C. ¹Médias seguidas pela

mesma letra, minúscula entre os genótipos, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Figura 3 - Amido (mg g^{-1}), proteínas (mg g^{-1}), lipídios (%) e fibras (%) em sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* sem tratamento (verde) e tratadas com água na temperatura de 70 °C (azul). ¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre os genótipos, para cada tratamento e variável não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). *Significativo ($p < 0,05$) e ^{ns}Não significativo pelo teste F, dentro de cada genótipo entre os tratamentos.

Figura 4 - Concentração endógena dos hormônios GA₃, AIA, prolina, precursor do etileno ACC, espermina e espermidina, presentes em sementes de genótipos de *Passiflora mucronata*, sem tratamento (verde) e tratadas com água na temperatura de 70 °C (azul). ¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre os genótipos, para cada tratamento e variável não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). *Significativo ($p < 0,05$) e ^{ns}Não significativo pelo teste F, dentro de cada genótipo entre os tratamentos.

CAPÍTULO III

Figura 1 - Germinação de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% $v v^{-1}$. * significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. R^2 = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Figura 2 - Índice de velocidade de germinação de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% $v v^{-1}$. * significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. R^2 = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Figura 3 - Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% $v v^{-1}$. * significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. R^2 = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Figura 4 - Comprimento da raiz de plântulas (cm) oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% $v v^{-1}$. * significativo em

nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. R^2 = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Figura 5 - Massa fresca (mg) de plântulas oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹. * significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. R^2 = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Figura 6 - Massa seca (mg) de plântulas oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹. * significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. R^2 = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Figura 7 - Visualização microscópica do fungo *Fusarium* spp.

CAPÍTULO IV

Figura 1 - A- Metáfase em raízes meristemáticas de *Lactuca sativa*. B- Cromossomo aderente (alteração cromossômica). C- Fase mitótica Anáfase. D- Telófase em raízes meristemáticas de *Lactuca sativa* L. E- Prófase. F- Núcleo Condensado (alteração cromossômica).

CAPÍTULO V

Figura 1 - Ajuste da regressão exponencial dos valores máximos e mínimos observados dentro das seis variáveis estudadas: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, massa seca das plântulas e relação comprimento da parte aérea pelo comprimento da raiz, renomeando de um a seis, respectivamente; e combinadas da interação Tratamento (T) x Classes (C), sendo dois tratamento, com e sem estresse; e três classes, quatro, oito e 16 repetições, respectivamente.

Figura 2 - Gráfico de barras do número de repetições necessárias para avaliação em quatro cenários de redução, sendo eles: 50%, 90%, 99% e 100%, correspondendo às cores vermelha, amarela, verde e azul, respectivamente; para combinadas da interação Tratamento (T) x Classes (C), sendo dois tratamento, sem e com estresse; e três classes, quatro, oito e 16 repetições, ou seja, uma, duas e três, respectivamente, dentro dos maiores

e menores valores, representados por um e dois, respectivamente; para cada uma das seis variáveis estudadas, germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, massa seca das plântulas e relação comprimento da raiz pelo comprimento da parte aérea.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Germinação (%) de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C

Tabela 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C

Tabela 3 - Comprimento da parte aérea de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C

Tabela 4 - Comprimento da raiz de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C

Tabela 5 - Massa seca de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C

CAPÍTULO IV

Tabela 1 - Germinação de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tabela 2 - Índice de velocidade de germinação de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan

Tabela 3 - Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tabela 4 - Comprimento da raiz de plântulas (cm) oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tabela 5 - Massa fresca de plântulas (mg) oriundas de sementes de maracujá amarelo

(MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tabela 6 - Massa seca (mg) de plântulas oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tabela 7 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá amarelo, cujas sementes foram tratadas com óleo de citronela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tabela 8 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá amarelo, cujas sementes foram tratadas com óleo de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tabela 9 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá roxo, cujas sementes foram tratadas com óleo de citronela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tabela 10 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá roxo, cujas sementes foram tratadas com óleo de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tabela 11 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá de restinga, cujas sementes foram tratadas com óleo de citronela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tabela 12 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá de restinga, cujas sementes foram tratadas com óleo de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

CAPÍTULO V

Tabela 1 - Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA) de *Lactuca sativa*, cujas sementes foram submetidas a diferentes concentrações (100, 50, 25 e 12,5%) de extrato aquoso do genótipo G1 e dois controles (água e glifosato)

Tabela 2 - Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA) de *Lactuca sativa*, cujas sementes foram submetidas a diferentes concentrações (100, 50, 25 e 12,5%) de extrato aquoso do genótipo G6 e dois controles (água e glifosato)

Tabela 3 - Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA) de *Lactuca sativa*, cujas sementes foram submetidas a diferentes concentrações (100, 50, 25 e 12,5%) de extrato aquoso do genótipo G9 e dois controles (água e glifosato)

Tabela 4 - Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Lactuca sativa* tratadas com os extratos dos três genótipos de *Passiflora mucronata* nas concentrações de 100; 50; 25 e 12,5% e dois controles (água e glifosato)

Tabela 5 - Índice mitótico (IM), alterações cromossômicas (AC) e nucleares (AN) de células meristemáticas de *Lactuca sativa* tratadas com o extrato aquoso do genótipo G1 de *P. mucronata*

Tabela 6 - Índice mitótico (IM), alterações cromossômicas (AC) e nucleares (AN) de células meristemáticas de *Lactuca sativa* tratadas com o extrato aquoso do genótipo G6 de *P. mucronata*

Tabela 7 - Índice mitótico (IM), alterações cromossômicas (AC) e nucleares (AN) de células meristemáticas de *Lactuca sativa* tratadas com o extrato aquoso do genótipo G9 de *P. mucronata*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVO.....	17
1.1.1	Objetivo geral	17
1.1.2	Objetivos específicos	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	REAMOSTRAGEM VIA BOOTSTRAP	18
2.2	GÊNERO <i>Passiflora</i> spp. E SEU CULTIVO NO BRASIL.....	19
2.3	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E PROPAGAÇÃO DO MARACUJAZEIRO	23
2.4	DORMÊNCIA DAS SEMENTES	25
2.5	COMPOSIÇÕES BIOQUÍMICA E HORMONAL EM SEMENTES	28
2.6	ÓLEOS ESSENCIAIS	32
2.7	POTENCIAL ALELOPÁTICO DE CASCA DE FRUTOS DE <i>Passiflora</i> spp.	34
3	REFERÊNCIAS	35
4	CAPÍTULO I.....	58
5.1	INTRODUÇÃO	58
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	60
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
5.4	CONCLUSÕES.....	70
5.5	REFERÊNCIAS	70
5	CAPÍTULO II.....	74
6.1	INTRODUÇÃO	75
6.2	MATERIAL E MÉTODOS	76
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
6.4	CONCLUSÃO	86
6.5	REFERÊNCIAS	86
6	CAPÍTULO III	93
7.1	INTRODUÇÃO	93
7.2	MATERIAL E MÉTODOS	95
7.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	96

7.4 CONCLUSÕES.....	114
7.5 REFERÊNCIAS.....	114
7 CAPÍTULO IV.....	120
8.1 INTRODUÇÃO.....	121
8.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	123
8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	125
8.4 CONCLUSÕES.....	132
8.5 REFERÊNCIAS.....	133
8 CAPÍTULO V.....	139
4.1 INTRODUÇÃO.....	139
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	141
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	142
4.4 CONCLUSÕES.....	147
4.5 REFERÊNCIAS.....	147
9 CONCLUSÕES GERAIS.....	151
10 APÊNDICES.....	152

1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, e ao gênero *Passiflora*, que se destaca como o mais importante economicamente. O Brasil é considerado centro de origem de aproximadamente 150 espécies conhecidas, das quais 87 são endêmicas, o que o torna centro de diversidade genética do gênero. Por possuir características sensoriais exóticas e ser uma fruta de fácil adaptação em países de clima tropical, o fruto do maracujá conquistou o mercado mundial e elevou o Brasil à condição de um dos maiores produtores mundiais deste fruto (BERNACCI et al., 2015; COELHO et al., 2016).

Portanto, atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, com uma produção de 683.993 toneladas em uma área de 44.827 hectares. A região Nordeste vem liderando a produção brasileira nos últimos anos, sendo a responsável por 69,59% da produção. O estado do Espírito Santo no ano de 2021, teve uma produção de 15.447 toneladas, em uma área cultivada de 702 hectares (IBGE, 2021).

Entre as inúmeras espécies nativas de maracujazeiro, destaca-se a *P. mucronata* Lam., que é natural da Floresta Atlântica, classificada como uma trepadeira herbácea, com caule delgado não lenhoso. A espécie apresenta floração intensa com flores brancas, fosforescentes e quase contínuas pelo ano todo (MELETTI et al., 2011). Ela vem apresentando elevado interesse devido à resistência a algumas doenças e, portanto, torna-se uma alternativa como porta-enxerto sob *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (OLIARI et al., 2016), além do potencial para uso ornamental, com flores brancas que se abrem à noite em decorrência da visitação do agente polinizador (morcego), e de se mostrar tolerante ao frio, com produção ininterrupta o ano todo (MELETTI et al., 2011).

O maracujazeiro pode ser propagado por sementes, estaquia e enxertia. Por ser mais barato e de fácil execução, o uso das sementes é o método mais comum. No caso de reprodução sexuada, várias espécies de *Passiflora* apresentam problemas de germinação de sementes. Aspectos relacionados à dormência, recalitr ncia, genética e qualidade fisiológica das sementes influenciam no sistema de produção (FALEIRO et al., 2019).

Os principais cultivares estão disponíveis no mercado, na forma de sementes. No

entanto, a germinação de suas sementes é lenta e desuniforme. Isto se deve a fatores de natureza variada, como sementes de plantas não selecionadas, presença de substâncias fitorreguladoras, compostos fenólicos presentes no tegumento, que podem atuar ativando ou inibindo o sistema enzimático e a atividade auxínica, impermeabilidade do tegumento à entrada de água e oxigênio, e problemas fitossanitários (fungos) (MELETTI, 2010; LOPES et al., 2013; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016; FREITAS et al., 2016), além da utilização de sementes com reduzida qualidade durante o armazenamento (LIMA et al., 2019).

O ciclo de crescimento de uma planta começa com a germinação de suas sementes. Em todas as etapas do crescimento das plantas, os hormônios e seus precursores estão presentes em praticamente todos os processos fisiológicos, atuando na divisão celular, dormência, germinação de sementes, crescimento de parte aérea, raiz, florescimento, senescência e abscisão de folhas, flores e frutos (DONOHUE et al., 2010; NONOGAKI et al., 2010; MIRANSARI; SMITH, 2014; LAI et al., 2015; PENFIELD, 2017).

Além dos hormônios, os principais compostos de reserva presentes nas sementes são carboidratos, lipídios e proteínas, decorrentes da síntese e deposição, durante a maturação, em organelas específicas presentes no embrião e nos tecidos de reservas, como endosperma e perisperma, alterando em proporção nas diferentes espécies. Esse processo de síntese destaca a importância do estudo da composição química de uma semente, porque tanto a capacidade das sementes de externar seu vigor quanto o período de armazenamento das sementes são influenciados pelas reservas nelas contidas. A viabilidade durante o armazenamento é variável em função do genótipo e tem início no campo, após a maturação fisiológica da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; BEWLEY et al., 2013; MARCOS FILHO, 2015).

Desta forma, a garantia de produção das culturas está diretamente associada a qualidade fisiológica das sementes que é avaliada normalmente pelo teste de germinação e vigor, que objetiva determinar o potencial máximo de germinação do lote de sementes. O conhecimento da qualidade fisiológica, genética e sanitária é um fator indispensável para o sucesso da propagação, pois permite a formação de mudas uniformes e vigorosas, bem assim a presença de dormência natural ou adquirida e as condições de

armazenamento para entendimento das respostas diferenciadas que podem apresentar em função de fatores ambientais e genéticos (FALEIRO et al., 2019; LIMA et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2022).

Entretanto, sob condições de campo e as interações ambientais exercem influência acentuada na expressão do fenótipo, que são fundamentais na seleção de genótipos que apresentam características agronomicamente desejáveis (LOPES; ALEXANDRE, 2010, MACIEL et al., 2018).

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

Estudar e analisar aspectos relacionados a dormência e características fisiológicas, fitoquímicas e fitormonais de sementes, o efeito do uso de óleos essenciais para controle de fungos em sementes, mecanismos alelopáticos e a suficiência amostral na propagação de *Passiflora* spp.

1.1.2 Objetivos específicos

Analisar o fenômeno de dormência em sementes de *Passiflora mucronata*;

Estudar caracteres agronômicos, fisiológicos e bioquímicos de genótipos de *Passiflora mucronata*;

Verificar a relação existente entre a composição química dos compostos de reserva de sementes de genótipos de *Passiflora* spp. associadas com a qualidade fisiológica das sementes;

Investigar fitormônios em sementes de genótipos de *Passiflora mucronata*.

Estudar a qualidade fisiológica de sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), maracujá roxo (*Passiflora edulis*) e maracujá de restinga (*Passiflora mucronata*) após tratamentos com óleos essenciais de citronela e canela para controle de fungos em sementes;

Verificar o potencial alelopático dos extratos da casca de frutos de *Passiflora mucronata* sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.);

Estudar o número de repetições suficientes para a análise da qualidade fisiológica de sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.;

Caracterizar a influência do número de repetições em experimentos para analisar a qualidade fisiológica de sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg..

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 REAMOSTRAGEM VIA BOOTSTRAP

O tamanho da amostra tem impacto significativo na estatística e na interpretação dos seus resultados. Em grandes amostras, os coeficientes de baixa magnitude tendem a apresentar significância estatística, mesmo quando a relação entre os parâmetros não é importante do ponto de vista prático. Portanto, quando o tamanho da amostra é pequeno, a confiabilidade das estimativas é baixa e pode não representar a verdadeira relação entre duas variáveis (HAIR et al., 2005; CARGNELUTTI FILHO et al., 2010; CARGNELUTTI FILHO et al., 2011; CARGNELUTTI FILHO et al., 2012a).

Nos experimentos, um dos principais objetivos é reduzir o erro. Dessa forma, a unidade experimental deve ser escolhida para minimizar o erro experimental, que é a medida da variação que existe entre as observações das unidades experimentais tratadas igualmente ao longo do experimento (STEEL et al., 1997; STORCK et al., 2011).

Embora se considere que quanto maior o tamanho da parcela, menor o erro experimental e, conseqüentemente, maior a precisão do experimento, essa relação não é linear (PARANAÍBA et al., 2009; BARBIN, 2013). O aumento do tamanho da parcela inicialmente leva a uma diminuição do erro experimental até certo ponto, a partir do qual o ganho de precisão é muito pequeno (PARANAÍBA et al., 2009; STORCK et al., 2011).

O intervalo de confiança do coeficiente de correlação de Pearson pode ser estimado a partir da distribuição amostral transformada por Fischer (FERREIRA, 2009; CARGNELUTTI FILHO et al., 2011). Outra forma de obtê-lo é por meio de intervalos de confiança bootstrap com reposição. Nela, não há necessidade de conhecer a distribuição de probabilidade da variável, sendo esta abordagem eficaz no caso de variáveis com distribuição desconhecida ou não normal (CARGNELUTTI FILHO et

al., 2010; CARGNELUTTI FILHO et al., 2012a). Esta metodologia é de grande importância, pois pode ser utilizada para determinar a amplitude do intervalo de confiança de qualquer variável e para qualquer planta cultivada. O tamanho amostral necessário para estimar a média dos parâmetros é comum na literatura, mas há poucos estudos que determinam o tamanho amostral necessário para estimar o coeficiente de correlação de Pearson (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010; CARGNELUTTI FILHO et al., 2011; CARGNELUTTI FILHO et al., 2012a).

O teste de bootstrap é considerado o melhor teste para comparações múltiplas, principalmente por controlar adequadamente as taxas de erro experimental de tipo I em modelos normais e não normais e em hipóteses nulas completas ou parciais e mostra alta potência sob hipótese alternativa (FERREIRA, 2014).

Para a avaliação da qualidade experimental o coeficiente de variação é muito utilizado, pois, constitui-se numa estimativa do erro experimental, em relação à média geral do ensaio. Assim, quanto maior for o coeficiente de variação, menor será a precisão do experimento e vice-versa (CARGNELUTTI FILHO; STORCK, 2007).

O número adequado de repetições pode aumentar a precisão do experimento, e pode melhorar a capacidade de um teste estatístico em detectar diferenças menores entre as estimativas das médias dos tratamentos (VELINI et al., 2006).

Na literatura há vários trabalhos que relatam o tamanho ótimo de parcela para diferentes culturas, como para tomate (LÚCIO et al., 2010; LÚCIO et al., 2012), alface (LÚCIO et al., 2011), arroz (CARGNELUTTI FILHO et al., 2012b), feijão (SANTOS et al., 2012), mamona (PALUDO et al., 2015) e girassol (SOUSA et al., 2016). Entretanto, para a cultura do maracujá pouco se sabe sobre o tamanho e a forma de parcela experimental.

2.2 GÊNERO *Passiflora* spp. E SEU CULTIVO NO BRASIL

O gênero *Passiflora* é constituído de plantas trepadeiras herbáceas ou arbustivas, raramente eretas, caule cilíndrico ou quadrangular, ramificado, anguloso, apresentando gavinhas, com folhas alternadas simples, suberificado, glabro ou piloso com sementes ariladas (VANDERPLANK, 2000; TOKUORA, 2012). O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, à ordem Violales, à classe Magnoliopsida e a divisão

Magnoliophyta. Desde 1553 existem registros de plantas desta família, mas houve divergências quanto ao número de gêneros e espécies da família quando o primeiro registro literário de uma planta pertencente ao grupo foi escrito na Colômbia (JORGENSEN; MACDOUGAL, 2014).

Diversas espécies apresentam grande potencial ornamental e alimentício, com distribuição essencialmente pantropical, cujo número de espécies varia entre 520 e 700, e o número de gêneros, entre 18 a 23 (BARROSO et al., 2004; SOUZA; LORENZI, 2012; WATSON; DALLWITZ, 2012). Há estimativa da existência de 170 espécies na Colômbia e 150 no Brasil, sendo 89 endêmicas do país (SOUZA; LORENZI, 2012; BERNACCI et al., 2019), considerado como um dos maiores centros de diversidade genética do gênero e o maior produtor mundial da cultura (MELETTI et al., 2011). É constituída por um grupo monofilético, bem sustentado por análises moleculares e pela presença de uma corona bem desenvolvida nas flores (JUDD et al., 2009).

O maracujazeiro é uma planta de clima tropical e subtropical, sendo as condições climáticas favoráveis a sua ocorrência com temperatura média entre 25 e 26 °C; precipitação pluviométrica ideal entre 1.200 a 1.400 mm bem distribuída ao longo do ano. De acordo com Faleiro (2016), apesar de entre os maiores produtores e consumidores de maracujá do mundo, o Brasil tem condições de ampliar ainda mais a produção atual, cerca de 920 mil toneladas de frutas por ano. São produzidos comercialmente o *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener e o *Passiflora alata*, enquanto, em outros países da América Latina são cultivadas outras espécies como *Passiflora ligularis* Juss, *Passiflora mollissima* Bailey, *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora maliformis* e *Passiflora quadrangularis* (MIRANDA et al., 2009).

O maracujá amarelo é o mais cultivado comercialmente, sendo preferência do mercado *in natura* (MELETTI, 2005). Dentro da espécie *P. edulis* existe alta variabilidade genética, características como diâmetro de haste, presença de tricomas nas folhas, comprimento de gavinha e de internódio de haste, cor da casca e da polpa do fruto variam entre as espécies e essas características podem ser utilizadas para separar *Passiflora edulis* da forma *flavicarpa* cuja variabilidade é mais limitada (CROCHEMORE et al., 2003).

A espécie *Passiflora mucronata* Lam. é nativa da Mata Atlântica, encontrada desde o litoral sul da Bahia até o litoral norte de São Paulo (BERNACCI et al., 2003), o principal lugar onde ela ocorre é em vegetações de restinga, nos estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro (MAGNAGO et al., 2011). A espécie apresenta frutos do tipo baga com sementes comprimidas recobertas por um arilo mucilaginoso. São sementes que toleram um baixo teor de umidade, sendo classificadas como ortodoxas (MELETTI et al., 2007). É uma espécie que vem sendo estudada pelo seu potencial como resistente a doenças como fungos do gênero *Fusarium*, que causam doenças limitantes para a cultura dos maracujazeiros (PREISIGKE et al., 2017).

O maracujá roxo *Passiflora edulis* Sims tem sido reconhecido e cultivado no Brasil, principalmente visando a exportação pois o mercado internacional é bastante receptivo ao fruto roxo, cujo cultivo é recomendado em regiões de clima ameno como o centro-sul do país para assim produzir frutos adequados para o padrão internacional que comercializa frutas por unidade e privilegia a qualidade (MELETTI, 2005). A polpa do fruto de maracujá roxo é uma importante fonte de componentes bioativos, destacando os elevados valores médios para ácido ascórbico e polifenóis extraíveis totais (SILVA et al., 2021).

O Brasil e a Colômbia têm o cultivo mais diversificado das espécies comerciais e silvestres desse gênero, sendo que no Brasil, as espécies mais cultivadas são *P. edulis* Sims e *P. alata* Curtis (OLIVEIRA, 2019). O cultivo do maracujazeiro no Brasil, em escala comercial, teve início na década de 1970, com a cultura do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), espécie de maior importância econômica dentro da família Passifloraceae, devido à qualidade dos frutos, do consumo *in natura* e do incentivo à agroindústria, com a finalidade de seu uso como matéria-prima para a fabricação de medicamentos e cosméticos em geral, ocupando lugar de destaque na fruticultura tropical e no cenário agroindustrial (BERNACCI et al., 2003; MELETTI, 2011).

Atualmente, o Brasil destaca-se como maior produtor mundial de maracujá, com 683.993 toneladas, em uma área cultivada de 44.827 hectares. A região Nordeste vem liderando a produção brasileira nos últimos anos, com uma produção de 476.006 toneladas, seguida pela região Sudeste com 80.569 toneladas, Sul com 73.273 toneladas,

Norte com 39.275 toneladas e Centro-Oeste com 14.870 toneladas. O estado do Espírito Santo contribui expressivamente com a fruticultura, no ano de 2021 produziu 15.447 toneladas de frutas, em uma área cultivada de 702 hectares. Destaca como uma atividade agrícola de rentabilidade para cerca de 80% das propriedades rurais capixabas, que são a base familiar, entre outras ações que são desenvolvidas em 13 polos de fruticultura no estado, e a cultura do maracujá, que sofreu uma queda em 2014, e uma elevada ascensão a partir desta, destacando-se os municípios: Sooretama, Linhares, São Mateus, Pinheiros e Jaguaré (CANAL DO PRODUTOR, 2020; IBGE, 2021).

Apesar do investimento inicial elevado, o pequeno produtor encontra na cultura do maracujazeiro a base da sustentação de sua família e de sua propriedade, podendo contar praticamente o ano inteiro com uma pequena produção, com relevância econômica e social para o desenvolvimento e oferecer condições de vida mais favoráveis, ocupações produtivas e geração de renda no meio rural. Assim, a agricultura familiar tem sido responsável pela expansão dos pomares comerciais, inserindo a cultura do maracujá, que tem desempenhado uma importante função social, com oportunidade de emprego no campo para a população de baixa renda, a redução de êxodo rural, a sustentabilidade ambiental e econômica das propriedades rurais (ALEXANDRE et al., 2009; MELETTI, 2011).

A polpa do maracujá é muito utilizada como matéria-prima para produção de sucos, xaropes, doces e outras formulações (MATSUURA, 2005). A casca e semente são subprodutos do seu processamento tornando-se desafios para a indústria de alimentos, com a necessidade de encontrar formas de aproveitamento para os mesmos, um dos processos alternativos a fim de minimizar impactos ambientais e transformá-los em benefícios financeiros é a secagem (AKPINAR, 2006).

Os frutos também são utilizados na produção de fármacos para o tratamento de diversas doenças, assim como também é utilizado como ingrediente culinário (PYTA, 2012). É estudado pelas diversas ações terapêuticas de suas partes, como a polpa e a casca. Algumas espécies de maracujá se destacam nos estudos científicos, como o maracujá amarelo e o maracujá do mato, sendo que farinhas de suas cascas são feitas e estudadas devido ao seu possível poder hipoglicemiante em indivíduos com *Diabetes mellitus* (CORRÊA et al., 2014). Essa cultura é estudada no *D. mellitus* em função das

suas ações hipoglicemiante, antioxidante, anti-inflamatória e na resistência à insulina (FERREIRA; SOUZA, 2020).

Outras partes da planta também apresentam potencial para serem exploradas no mercado, tais como a produção de flores para o uso ornamental, os resíduos da casca e das sementes para aproveitamento alimentício e farmacêutico (FALEIRO et al., 2015).

2.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E PROPAGAÇÃO DO MARACUJAZEIRO

A qualidade da semente é um fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade esperada e o armazenamento é uma técnica fundamental na manutenção de sua qualidade fisiológica, destacando-se como um método por meio do qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter o vigor até a futura semeadura (AZEVEDO et al., 2003). É uma prática fundamental para manutenção da qualidade fisiológica da semente e garantir a manutenção de vigor e viabilidade no período entre a colheita e a semeadura (GUEDES et al., 2010). Entretanto, com o armazenamento as sementes entram em processo de deterioração, que é inexorável, irreversível e variável entre e dentro as espécies. As sementes perdem seu vigor, ficando mais suscetíveis ao estresse durante a germinação e perdem a sua capacidade de originar plântulas normais (POPINIGIS, 1985; SILVA et al., 2014).

A qualidade das sementes compreende um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, de modo que o potencial de desempenho das sementes somente pode ser identificado quando há interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária. Estes afetam a sua capacidade de germinar e desenvolver plântula normal rapidamente para o sucesso da cultura. A qualidade fisiológica é máxima na fase de maturidade fisiológica, que é o momento em que cessa a transferência de massa seca da planta para as sementes; a semente se desliga da planta mãe e é considerado como ponto de máximo potencial fisiológico, em que culmina com o máximo de acúmulo de substâncias de reservas como: carboidratos, lipídios e proteínas (POPINIGIS, 1985; SANTOS et al., 2007; BEWLEY et al., 2013; MARCOS FILHO, 2015).

A qualidade fisiológica da semente normalmente é avaliada pelo teste de germinação, que tem por objetivo determinar o potencial máximo de germinação do lote de sementes. No entanto, sob condição de campo pode ocorrer grande variação, no qual, se destaca a utilização de testes de vigor para obtenção de resultados mais consistentes na condução da semeadura (LOPES; ALEXANDRE, 2010; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; BASKIN; BASKIN, 2014).

A capacidade da semente de desempenhar suas funções vitais caracteriza-se pela longevidade, germinação e vigor. Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de várias espécies cultivadas, um dos testes mais difundidos e capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência é o envelhecimento acelerado (HAMPTON; TEKRONY, 1995), que se caracteriza pelo uso de condições artificiais de elevada umidade e temperatura para acelerar a deterioração das sementes e, assim, identificar o vigor e o potencial de armazenamento (DELOUCHE; BASKIN, 1973). Além do envelhecimento acelerado, o teste de condutividade elétrica é recomendado para análise de vigor de sementes de várias culturas e proporciona informações consistentes e adicionais sobre o seu potencial fisiológico em período de tempo relativamente curto (VIEIRA et al., 2004). Avalia indiretamente a integridade das membranas celulares (MARCOS FILHO, 2015), principalmente por constituir-se no primeiro evento, em uma sequência hipotética da sua deterioração (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

A propagação do maracujazeiro em escala comercial é feita quase que exclusivamente por sementes. Portanto, o conhecimento da qualidade fisiológica, genética e sanitária da semente é um fator indispensável para o sucesso da propagação, pois permite a formação de mudas uniformes e vigorosas, bem assim a presença de dormência natural ou adquirida e as condições de armazenamento para entendimento das respostas diferenciadas que podem apresentar em função de fatores ambientais e genéticos (FALEIRO et al., 2019; LIMA et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2022).

Além da propagação seminífera, entre as técnicas de propagação vegetativa para o maracujazeiro a enxertia é um método visado para o controle de patógenos, utilizando-se plantas resistentes. É uma técnica que une duas plantas, uma fornecendo o sistema radicular, sendo denominada cavalo ou hipobioto, e outra fornecendo a parte aérea, denominada cavaleiro, enxerto ou epibioto e, conseqüentemente da qual se obtém a

frutificação (LIMA; CUNHA, 2004; ALEXANDRE et al., 2013). No entanto, além de possibilitar a união de mais de um genótipo, combina as características desejáveis de ambos biontes em uma planta composta, e sendo utilizados porta-enxertos resistentes a doenças causadas por fungos de solo, prolongará a vida útil da planta, preservando as qualidades do material de plantio e da área cultivada (LIMA; CUNHA, 2004; PIO et al., 2008).

A minienxertia em espécies do gênero *Passiflora* tem sido estudada com o uso de inúmeros porta-enxertos para a prevenção de doenças relacionadas com o sistema radicular, como a fusariose e a podridão do coleto (FISCHER et al., 2010). É uma metodologia inovadora que foi desenvolvida pela inserção de um ápice caulinar da espécie *P. edulis* f. *flavicarpa*, no epicótilo, por meio da incisão em forma de janela na proximidade da região apical de uma plântula da mesma espécie (RIBEIRO et al., 2008; ALEXANDRE et al., 2013; OLIARI et al., 2016). Microenxertia realizada com *P. edulis* f. *flavicarpa* sobre *P. mucronata* evidenciaram que as espécies são compatíveis e demonstraram facilidade de pegamento (80%) (ALEXANDRE et al., 2013).

2.4 DORMÊNCIA DAS SEMENTES

Várias espécies de *Passiflora* apresentam problemas de germinação de sementes. Aspectos relacionados à dormência, recalcitrância, genética e qualidade fisiológica das sementes influenciam diretamente no enxerto a ser utilizado no sistema de produção (FALEIRO et al., 2019).

Existem dois tipos de dormência: tegumentar e embrionária. Na dormência tegumentar as sementes viáveis de algumas espécies não germinam, mesmo sob condições favoráveis, porém, em muitos casos, seu embrião isolado germina normalmente. Neste caso, a semente é dormente porque os tecidos que a envolvem exercem um impedimento que não pode ser superado, sendo conhecido como dormência imposta pelo tegumento (BEWLEY et al., 2013). Esta é a mais comum das categorias de dormência, e está relacionada com a impermeabilidade do tegumento ou do pericarpo à água e ao oxigênio, com a presença de inibidores químicos no tegumento ou no pericarpo, tais como a cumarina ou o ácido parasórbico, ou com a resistência mecânica do tegumento ou do pericarpo ao crescimento do embrião (BASKIN; BASKIN, 2014).

Quando a remoção do tegumento de uma semente viável não permite que esta germine, caracteriza-se a dormência embrionária, que é devida a causas que envolvem o embrião. Esta categoria de dormência é mais comum nas espécies florestais, especialmente nas da família Rosaceae, podendo ser devida à ocorrência de embrião imaturo, ou presença de mecanismo de inibição fisiológica que o impedem de desenvolver-se (KOBORI et al., 2013).

A dormência nas sementes pode ser atribuída a diversas causas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2015). Na dormência tegumentar pode-se citar a interferência na absorção de água, por exemplo as sementes das famílias das Leguminosae, Cannaceae, Convolvulaceae, Malvaceae e Chenopodiaceae apresentam na testa camadas de um tecido chamado de osteosclereides, que impede a entrada de água e atrasa a germinação por vários anos; o impedimento mecânico, em que vários tecidos ao redor do embrião são extremamente resistentes, e se o embrião não consegue penetrá-los não germina; a interferência nas trocas gasosas, em que os tecidos impermeáveis que circundam o embrião limitam sua capacidade de trocas gasosas, impedindo a entrada do oxigênio, fator limitante à germinação, mantendo-a dormente; e a presença de inibidores químicos, que são encontrados, nas sementes de muitas espécies, em diferentes classes, localizados no tegumento e no embrião, que são retidos pela semente embebida, evitando sua dispersão no meio, bloqueando a germinação (KOBORI et al., 2013).

Já na dormência embrionária existem dois fatores envolvidos, os cotilédones e as substâncias inibidoras da germinação. A constatação disto foi feita através da remoção dos cotilédones do embrião dormente, permitindo que o mesmo se desenvolvesse, confirmando que os cotilédones aparentemente exercem algum efeito inibidor da germinação sobre o eixo embrionário. Provavelmente, o contato dos cotilédones com o substrato úmido proporciona a distribuição do inibidor químico para o meio, inibindo a germinação e mantendo a semente dormente (PEREIRA et al., 2013).

Atualmente existem diferentes métodos para a superação da dormência das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012, MARCOS FILHO, 2015): na dormência tegumentar utiliza-se de escarificação ácida, em que as sementes são imersas em ácido sulfúrico, por um determinado tempo, que varia em função da espécie, à temperatura

entre 19 e 25 °C, sendo então lavadas em água corrente e colocadas para germinar; imersão em água, que pode ser quente ou fria. A imersão em água quente é um eficiente meio para superação da dormência tegumentar de sementes de algumas espécies florestais, em que a água é aquecida até uma temperatura inicial, variável entre as espécies, na qual as sementes são imersas e permanecem por um período de tempo também variável, de acordo com cada espécie; a imersão em água fria, é utilizada em casos em que as sementes de algumas espécies apresentam dificuldades para germinar, sem, contudo, estarem dormentes. A simples imersão das sementes em água, à temperatura ambiente (25 °C) por 24 horas, elimina o problema, que normalmente é decorrente de longos períodos de armazenamento, e que causa a secagem excessiva das sementes, impedindo-as de absorver água e iniciar o processo germinativo; e escarificação mecânica, que consiste, basicamente, em submeter as sementes a abrasão, através de lixas que irão desgastar seu tegumento, proporcionando condições para que absorva água e inicie o processo germinativo. Para que se obtenham resultados positivos na utilização do processo são necessárias algumas precauções, como o tempo de exposição das sementes à escarificação e a pureza do lote, pois sementes com impurezas comprometem a eficiência do tratamento. Este método tem se mostrado bastante eficaz para a superação da dormência de algumas espécies florestais, em especial as leguminosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; KOBORI et al., 2013; NASCIMENTO et al., 2022).

Para a superação da dormência embrionária das sementes utiliza-se estratificação a frio, para sementes de algumas espécies florestais, por exemplo, que apresentam embrião imaturo, não germinando em condições ambientais favoráveis, necessitando de estratificação para completar seu desenvolvimento. Normalmente utiliza-se areia bem lavada que apresente grãos em torno de 2,0 mm de diâmetro (média) para facilitar a posterior separação das sementes por peneiragem. O recipiente em que será colocado o meio deve permitir boa drenagem evitando-se a acumulação de água no fundo o que causa o apodrecimento das sementes. A temperatura requerida para a estratificação a frio está entre 2 e 4 °C, que pode ser obtida em uma geladeira ou câmara fria. As sementes são colocadas entre duas camadas de areia com 5 cm de espessura. O período de estratificação varia de 15 dias para algumas espécies, até 6 meses para outras. Uma

vez encerrado o período de estratificação, as sementes devem ser semeadas imediatamente, pois se forem secas poderão ser induzidas à dormência secundária; estratificação quente e fria, utilizadas para casos como, em que a maturação dos frutos de algumas espécies ocorre no final do verão e início do outono, com temperaturas ambientais mais baixas. A estratificação quente e fria visa reproduzir as condições ambientais ocorridas por ocasião da maturação dos frutos. O procedimento é exatamente o mesmo descrito para a estratificação a frio, alterando-se temperaturas altas (25 °C por 16 horas e 15 °C por 8 horas) por um período, e temperaturas baixas (2 a 4 °C) por outro período (KOBORI et al., 2013)

A dormência combinada ocorre em casos de algumas espécies que apresentam sementes com dormência tegumentar e embrionária. Nestes casos, submete-se a semente inicialmente ao tratamento de superação da dormência tegumentar, e a seguir, para superar a dormência embrionária. Em alguns casos, apenas a estratificação a frio é suficiente para superação de ambas (KOBORI et al., 2013).

2.5 COMPOSIÇÕES BIOQUÍMICA E HORMONAL EM SEMENTES

As sementes acumulam reservas nutritivas, armazenadas principalmente na forma de carboidratos, lipídios e proteínas, que serão utilizados como reserva para o crescimento do embrião, e podem influenciar diretamente na germinação e no crescimento das plântulas. Entretanto, outros compostos têm papel fundamental durante a germinação como os aminoácidos e as poliaminas (DONOHUE, 2009; PIERUZZI et al., 2011; BASKIN; BASKIN, 2014; LI et al., 2017).

As reservas acumuladas nos cotilédones e no endosperma durante o desenvolvimento da semente são consumidas durante a germinação visando à formação de uma plântula. No entanto, a proporção desses compostos pode variar de espécie para espécie ou entre espécies de uma mesma família (BUCKERIDGE et al., 2004; MARCOSFILHO, 2005; BEWLEY et al., 2013).

Em plantas, assim como em animais, os fitormônios podem ser produzidos em determinados sítios e transportados para outros, nos quais produzirão as respostas fisiológicas específicas, alguns atuam no mesmo sítio em que foram produzidos. Os hormônios são mensageiros químicos capazes de informar o estado de desenvolvimento

das células, tecidos ou órgãos. Produzidos em vários locais da planta e ativos em quantidades muito pequenas (TAIZ et al., 2017).

As classes de hormônios de plantas que recebem maior atenção são: ácido abscísico, auxinas, citocininas, etileno e giberelinas. A nomenclatura de reguladores de crescimento inclui a forma natural ou sintética das substâncias hormonais ou substâncias que interferem na biossíntese ou ação hormonal, as quais, quando aplicadas em plantas influenciam no seu crescimento e desenvolvimento (RAVEN; EICHHORN 2014).

A primeira auxina descoberta foi o ácido indol-3-acético (AIA), sendo a mais abundante entre as plantas superiores, atuando na dominância apical (BARBIER et al., 2017), formação de raízes (COSTA et al., 2018), diferenciação vascular (BERLETH et al., 2000), regulação da abscisão foliar quando associado ao etileno (KUČKO et al., 2019) e desenvolvimento de frutos (MATSUO et al., 2018). As auxinas são conhecidas como hormônios do crescimento, sendo sintetizadas principalmente em ápices caulinares, folhas jovens, frutos e sementes em desenvolvimento, associando-se a tecidos que estão em processo de rápida divisão celular (TEALE et al., 2006).

A auxina pode atuar inibindo a produção de etileno, retardando o processo de abscisão foliar, sendo este um processo geneticamente programado, culminando na separação de um órgão da planta. Ocorre a formação de uma zona de abscisão, local este no qual as células têm suas paredes celulares digeridas, tornando-se frágeis e causando o seu desprendimento. Durante a senescência foliar a fotossíntese é interrompida e suas reservas são transferidas para outros tecidos, ocorrendo a diminuição dos níveis de auxinas, culminando com aumentos das concentrações de etileno, o qual irá desencadear o processo de senescência do órgão vegetal, findando com a sua abscisão (HIMELBLAU; AMASINO, 2001; TAIZ et al., 2017; KUČKO et al., 2019).

O aminoácido triptofano é o provável precursor do AIA, sendo a rota do ácido indol-3-pirúvico a via mais comum, tendo como substrato inicial o triptofano (Trp), o qual através da Trp transaminase é convertido em ácido indol-3-pirúvico (AIP) por uma desaminação, seguido por uma descarboxilação pela enzima AIP descarboxilase, formando o indol-3-acetaldeído (IAId), o qual sofre uma reação de oxidação mediada pela IAId desidrogenase, dando origem ao AIA (TAIZ et al., 2017; CASANOVA-SÁEZ; VOß, 2019).

O transporte das auxinas ativas é lento, unidirecional (polar), movendo-se do ápice para a região basal, com gasto de energia, sendo o floema sua principal rota de transporte, independente da ação da gravidade, ocorrendo principalmente de célula a célula. O AIA pode entrar na célula pacificamente na forma protonada (AIAH), ou na sua forma aniônica AIA⁻ - no sentido ápice-base. No citosol celular a forma aniônica irá predominar em detrimento do pH neutro do citosol. O AIA⁻ sai da célula através de proteínas transportadoras localizadas nas extremidades celulares denominadas PIN (BARBIER et al., 2017; TAIZ et al., 2017; BARBOSA et al., 2018).

A citocinina é o hormônio da divisão celular, produzida principalmente em ápices radiculares e transportadas pelo xilema para a parte aérea, atuando no desenvolvimento de brotações (GU et al., 2018), melhorando o desenvolvimento de plântulas germinadas *in vitro* (SIMLAT et al., 2019), que sinteticamente, contribui para melhorias na produção, aumentando o tamanho final de frutas (KUMAR et al., 2014; FERRER et al., 2017) e atua na regulação da senescência de flores (SHIMIZU-YUMOTO; ICHIMURA, 2013).

As giberelinas são encontradas principalmente em frutos em desenvolvimento e sementes imaturas e podem atuar no crescimento de raiz (TAN et al., 2019), quebra de dormência em sementes, indução de hidrolases pela camada de aleurona no endosperma para subsequente quebra de macromoléculas e nutrição do embrião (MIRANSARI; SMITH, 2014), indução de floração (PHARIS et al., 1987), estabelecimento e crescimento de frutos (HOSEIN-BEIGI et al., 2019). Elas podem induzir respostas de alongamento e divisão de células embrionárias de sementes, enquanto as citocininas podem promover o crescimento embrionário, controlando o ciclo celular e a mitose (FINKELSTEIN, 2004).

O etileno tem como precursor a metionina e o seu intermediário é o ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC). Altas concentrações de etileno são encontradas em folhas em processo de abscisão foliar, senescência de flor, amadurecimento de frutos e quando a planta é submetida a lesões (BARRY; GIOVANNONI, 2007).

A biossíntese de etileno ocorre através da conversão de metionina em sadenosilmetionina (SAM) e sua posterior conversão em ácido 1-aminociclopropano-1-

carboxílico (ACC) por meio da ACC sintase, e por fim é convertida em etileno por meio da ACC oxidase (DUBOIS et al., 2018). A expressão do gene ARGOS em algumas espécies permite que estas se tornem menos sensíveis a ação do etileno, culminando para o aumento da tolerância ao estresse hídrico (SHI et al., 2015).

O etileno está envolvido na regulação de genes fundamentais para a divisão celular do procâmbio, e sua interação com estes genes contribui para a manutenção do tecido vascular (ETCHELLS et al., 2012). Em algumas espécies, baixas concentrações de etileno podem promover crescimento rápido de folhas, e elevadas concentrações acarretam em diminuição do alongamento (FIORANI et al., 2002). Também está envolvido no amadurecimento de frutos, sendo encontrada uma maior quantidade de genes receptores de etileno em frutos climatéricos, quando comparado aos não-climatéricos, o que demanda uma maior concentração deste gás durante o processo de amadurecimento (CHEN et al., 2018).

A biossíntese do ácido abscísico (ABA) pode ocorrer de forma direta, tendo como precursor o farnesil pirofosfato, contudo, ela ocorre principalmente por via indireta, convertendo o isopentenildifosfato (IPP) em trans-violaxantina (C40), através da enzima catalizadora zeaxantina epoxidase (ZEP). Esta dará origem a 9' cis-neoxantina, que por meio de uma clivagem resultará no xantoxal, sendo este convertido em ABA (TAIZ et al., 2017).

O ABA atua impedindo casos de viviparidade, comum em plantas ABAdeficientes, processo este que a semente germina ainda no tecido materno (PENFIELD, 2017) e reduz as lesões promovidas por estresse salino (JAVID et al., 2011; POÓR et al., 2019). Outra importante função é a sua atuação no crescimento de pelos radiculares, quando associado ao óxido nítrico (LOMBARDO; LAMATTINA, 2018), além de ser precursor de proteínas LEAs, as quais são mais abundantes no final da embriogênese, e que são constituídas por aminoácidos resistentes a temperaturas elevadas, estando envolvidas na capacidade de tolerância à dessecação do embrião, ao promover uma maior estabilidade nas membranas celulares (BHATTACHARYA et al., 2019).

2.6 ÓLEOS ESSENCIAIS

Os inseticidas sintéticos muitas das vezes são tóxicos aos organismos não-alvo e podem causar danos ao meio ambiente, por meio de contaminação do solo, da água e do ar (SILVA et al., 2008; GALVÃO et al., 2019). Deve-se considerar também que o uso indiscriminado dessas substâncias faz aumentar a quantidade de insetos resistentes (PRADO et al., 2019; BOUYER et al., 2020).

O uso de fungicidas para controle patológico em sementes é amplamente utilizado, principalmente como uma forma de evitar a deterioração de sementes por fungos como o *Fusarium* spp., principalmente quando a velocidade de emergência da semente é lenta, como em solos frios (CASA et al., 2012).

O Captan é um produto com ação fungicida, que é utilizado em sementes como forma de proteção e controle de fungos (CRUZ et al., 2018). É um método eficaz que, para muitas espécies de plantas, reduz a incidência de fungos e não interfere na qualidade fisiológica das sementes (OLIVEIRA et al., 2011). Em sementes de *Passiflora*, o Captan apresentou resultados satisfatórios, podendo ser utilizado como erradicante, inibindo o processo infeccioso e reduzindo o desenvolvimento da doença, ou como controle químico preventivo (FISCHER et al., 2005).

Contudo, algumas espécies de plantas podem ser afetadas pelo uso do produto. O uso de fungicidas como o Captan, para tratar sementes, pode interferir na germinação e no desenvolvimento das plântulas, como observado em sementes de ervilha (SILVA et al., 2013), sementes de Capim-guatemala (HUANG et al., 2017), sua atividade tóxica pode afetar a permeabilidade da membrana das raízes e suas atividades enzimáticas, como observado em sementes de pimentão (SAYHAN et al., 2019). Além de ser prejudicial à natureza e gerar impactos ambientais (SAHA et al., 2022).

Neste contexto, se faz necessário o desenvolvimento de métodos alternativos que sejam eficientes para controle de pragas, principalmente das que provocam danos econômicos à agricultura. Assim, nos últimos anos, pesquisas visando este controle alternativo e que seja compatível com a qualidade ambiental, têm aumentado de forma considerável, através do uso de extratos vegetais e óleos essenciais (FONSECA et al., 2015).

Os óleos essenciais têm sido estudados como forma alternativa de controle patológico em sementes, pois não causam impacto ambiental (ARAÚJO; TEBALDI, 2019), no entanto, o método químico, que é o mais utilizado, pode apresentar efeitos tóxicos para as plantas (VOGEL; FEY, 2019) e para o meio ambiente. Os óleos essenciais têm potencial para promover o mesmo controle que os fungicidas comerciais e sem afetar a qualidade fisiológica das sementes (LEITE et al., 2018).

Essa utilização deve ser um método de controle eficaz não apenas para o controle de pragas, mas também para a redução de custos, preservação do ambiente e dos alimentos da contaminação química, tornando-se um método adequado à agricultura sustentável (MARANGONI et al., 2012).

Provenientes do metabolismo secundário de plantas, os óleos essenciais (OEs) são compostos orgânicos, voláteis, podendo conter mais de 300 compostos distintos, sendo em sua maioria pertencentes à família dos terpenos (DHIFI et al., 2016). Esses compostos não são considerados essenciais para sua sobrevivência (OLIVEIRA et al., 2019). Contudo, são facilitadores planta-ambiente, pois são importantes para sua proteção contra insetos, microrganismos e herbivoria (PADOVAN et al., 2014; VASCONCELOS et al., 2019). Esses compostos podem estar presentes nas folhas, flores, cascas, raízes, rizomas, madeiras ou sementes, podendo atuar de forma isolada ou sinérgica (BERNARDES, 2017; TARIQ et al., 2019).

Suas concentrações podem ocorrer variabilidade em uma mesma espécie, isso pode ocorrer por fatores genéticos, fisiológicos e ambientais (SOUZA et al., 2017; MENDES et al., 2018). A função repelente e inseticida de diversos OEs e terpenos como 1,8-cineol, α -terpineol, timol, citronelal e citronelol, α - e β -pineno, mirceno, linalol, carvacrol, limoneno, mentol, dentre outros, foram descritas para diversos insetos (NICULAU et al., 2013). Em alguns casos, pequenas quantidades de OE já são eficientes para causar a morte de grande quantidade de pragas (SIMAS et al., 2004).

O óleo essencial de canela é conhecido por suas propriedades farmacológicas, como ação antimicrobiana, cicatrizante, dentre outros, e apresenta a vantagem de ter baixa toxicidade (SILVA et al., 2018). Além dos efeitos farmacológicos, o óleo essencial apresenta efeito nematicida (MONTEIRO et al., 2014), ação repelente (OLIVEIRA; VENDRAMIM, 1999) e o seu efeito antifúngico tem sido estudado, como

verificado por Viegas et al. (2005), que testaram a ação do óleo essencial de casca de canela contra fungos do grupo *Aspergillus flavus* e observaram a inibição do desenvolvimento dos micélios.

O óleo essencial de citronela apresenta ação antimicrobiana (SCHERER et al., 2009), ação fungicida (SEIXAS et al., 2011; VELOSO et al., 2012; RUSSIANO et al., 2019), ação fungitóxica e fungistática (PEIXINHO et al., 2019) e ação antibacteriana (SILVEIRA et al., 2012). Sua utilização, além de reduzir a incidência de fungos pode acarretar aumento do percentual de germinação (ARAÚJO NETO et al., 2012).

2.7 POTENCIAL ALELOPÁTICO DE CASCA DE FRUTOS DE *Passiflora* spp.

A alelopatia é definida como ciência que estuda qualquer processo envolvendo, essencialmente, metabólitos secundários produzidos por plantas, algas, bactérias e fungos, que influenciam o crescimento e desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos (INTERNATIONAL ALLELOPATHY SOCIETY, 2014).

Ela é a influência de uma planta que apresenta um potencial alelopático sobre outra planta. Os aleloquímicos liberados podem afetar a velocidade e a porcentagem de germinação, a fisiologia, o crescimento de plântulas, o que beneficia ou prejudica a planta que é sensível às substâncias alelopáticas, podendo afetar fatores genéticos de plantas vizinhas (CONTI; FRANCO, 2011; HARUN et al., 2014).

Os aleloquímicos são sinais químicos transmitidos ao ambiente, que podem inibir a germinação de sementes, o desenvolvimento de plantas, a produção de metabólitos, a fotossíntese, a respiração, o transporte de membrana e a sinalização química intracelular (FABRICANTE et al., 2013). São responsáveis pelas múltiplas interações químicas entre os diferentes organismos como: interações positivas (promoção, atração) e negativas (inibição, repelência), nos quais indicam as funções ecológicas dessas substâncias, sendo importante para a sobrevivência, evolução e coevolução das espécies vegetais. A liberação de aleloquímicos serve de estratégia de plantas invasoras para garantir sucesso na competição e no domínio de comunidades vegetais (LARCHER, 2006). Os compostos alelopáticos são produtos do metabolismo secundário vegetal produzidos pela planta, que parece não ter relação direta com o crescimento e

desenvolvimento do vegetal. Eventos em nível celular coordenam um complexo de sinais (sinalizadores -“signaling”), que permitem a comunicação entre os órgãos por hormônios ou fitormônios (“mensageiros químicos”), em que os metabólitos secundários são ativados por estímulos internos ou externos (RAVEN et al., 2010; TAIZ et al., 2017). Em maracujá os aleloquímicos se apresentam em maior concentração no arilo que envolve toda a semente, faltando maiores informações se esse efeito concentra-se somente no arilo, ou se em outras partes da planta, podendo exercer alelopatia positiva ou não (MARTINS et al., 2010).

As Passifloráceas têm sido estudadas por seu potencial alelopático, em várias espécies de plantas, inclusive a *Lactuca sativa* L., foi observado susceptibilidade a substâncias liberadas por espécies variadas de maracujá. Costalonga e Pimentel Batitucci (2014) testaram a alelopatia usando folhas de *Passiflora edulis* em sementes de *Allium cepa* (cebola) e observaram que essa espécie de maracujá interferia no ciclo celular das sementes de cebola, causando diminuição do índice mitótico e inibição da germinação.

A alface (*Lactuca sativa*L.) é uma planta eudicotiledônea, pertence à família Asteraceae, destacando-se como uma das hortaliças herbáceas mais consumidas no mundo e no Brasil, agronomicamente muito delicada, de caule diminuto não ramificado (NASCIMENTO et al., 2012). A principal vantagem do uso da alface nos estudos alelopáticos reside na sensibilidade da espécie, mesmo em baixas concentrações de aleloquímicos e por apresentar outras peculiaridades como germinação rápida, em aproximadamente 24 horas; crescimento linear insensível às diferenças de pH em ampla faixa de variação e insensibilidade aos potenciais osmóticos, que favorecem sua utilização (SOUZA et al., 2005; FREITAS et al., 2016).

3 REFERÊNCIAS

AKPINAR, E. K. Mathematical modelling of thin layer drying process under open sun of some aromatic plants. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 4, p. 864-870, 2006.

ALEXANDRE, R. S.; BRUCKNER, C. H.; LOPES, J. C. **Propagação do maracujazeiro**: aspectos morfológicos, fisiológicos e genéticos. Vitória, ES: EDUFES, 2009. 210p.

ALEXANDRE, R. S.; LOPES, J. C.; TIRADENTES, A. T.; BRUCKNER, C. H.; OTONI, W. C. Metodologia de minienxertia em maracujazeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 329-332, 2013.

ARAUJO NETO, A. C.; ARAÚJO, P. C.; SOUZA, W. C.; MEDEIROS, J. G.; SANTOS, S. R. Atividade antifúngica do óleo essencial de citronela em sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* mill.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 34, 2012.

ARAÚJO, V. C.; TEBALDI, N. D. Intervalo de aplicação de óleos essenciais no controle da mancha bacteriana do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 210-212, 2019.

AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.

BARBIER, F. F.; DUN, E. A.; BEVERIDGE, C. A. Apical dominance. **Current Biology**, v. 27, n. 17, p. R864-R865, 2017.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. Londrina, Macenas. 2013. 213p.

BARBOSA, I. C.; HAMMES, U. Z.; SCHWECHHEIMER, C. Activation and polarity control of PIN-FORMED auxin transporters by phosphorylation. **Trends in Plant Science**, v. 23, v. 6, p. 523-538, 2018.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 2004. 443p.

BARRY, C. S.; GIOVANNONI, J. J. Ethylene and fruit ripening. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 26, n. 2, p. 143, 2007.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. 2. ed. San Diego, Academic/Elsevier, 2014. 1602p.

BERLETH, T.; MATTSSON, J.; HARDTKE, C. S. Vascular continuity and auxin signals. **Trends in Plant Science**, v. 5, n. 9, p. 387-393, 2000.

BERNACCI, L. C.; CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; NUNES, T. S.; IMIG, D. C.; MEZZONATO, A. C. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>>. Acesso em: 26 outubro de 2022.

BERNACCI, L. C. Passifloraceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S. (Ed.). **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: RiMa, FAPESP, v. 3, p. 247-274, 2003.

BERNACCI, L. C.; CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; NUNES, T. S.; IMIG, D. C.; MEZZONATO, A. C. **Passifloraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>>.

BERNARDES, C. O. **Diversidade genética, caracterização e atividade de óleos essenciais de *Psidium* spp.** Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2017.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILROST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed., New York: Springer, 2013. 392p.

BHATTACHARYA, S.; DHAR, S.; BANERJEE, A.; RAY, S. Structural, functional, and evolutionary analysis of late embryogenesis abundant proteins (LEA) in *Triticum aestivum*: A detailed molecular level biochemistry using in silico approach, **Computational Biology and Chemistry**, v. 82, p. 9-24, 2019.

BOUYER, J.; YAMADA, H.; PEREIRA, R.; BOURTZIS, K.; VREYSEN, M. J. B. Phased conditional approach for mosquito management using sterile insect technique. **Trends in Parasitology**, v. 36, n. 4, p. 325-336, 2020.

CANAL DO PRODUTOR. **Safra de maracujá terá mercado e preços garantidos**. Seag/ES, 2015. Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/noticias/safra-de-maracuja-tera-mercado-e-preco-garantidos>>. Acesso em: 17 outubro de 2022.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 1, p. 17-24, 2007.

CARGNELUTTI FILHO, A.; LOPES, S. J.; BRUM, B.; TOEBE, M.; SILVEIRA, T. R.; CASAROTTO, G. Tamanho da amostra para estimar o coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres da mamoneira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 953-962, 2012a.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MARCHESAN, E.; SILVA, L. S.; TOEBE, M. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipo de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p. 336-343, 2012b.

CARGNELUTTI FILHO, A. TOEBE, M.; BURIN, C.; SILVEIRA, T. R.; CASAROTTO, G. Tamanho da amostra para estimativa do coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1363-1371, 2010.

CARGNELUTTI FILHO, A.; LOPES, S. J.; TOEBE, M.; SILVEIRA, T. R.; SCHWANTES, I. A. Sample size to estimate the Pearson correlation coefficient among characters of *Crambe abyssinica*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 149-158, 2011.

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

CASANOVA-SÁEZ, R.; VOß, U. Auxin metabolism controls developmental decisions in land plants. **Trends in Plant Science**, v. 24, p. 741-754, 2019.

CASA, R. T.; KUHNEM JÚNIOR, P. R.; REIS, E. M.; BOLZAN, J. M.; MOREIRA, É. N. Interação entre temperatura do solo, profundidade de semeadura e tratamento de sementes com fungicida na emergência de plantas de milho. **Summa Phytopathologica**, v. 38, p. 90-92, 2012.

CHEN, Y.; GRIMPLET, J.; DAVID, K.; CASTELLARIN, S. D.; TEROL, J.; WONG, D. C. J.; LUO, Z.; SCHAFFER, R.; CELTON, J. M.; TALON, M.; GAMBETTA, G. A.; CHERVIN, C. Ethylene receptors and related proteins in climacteric and nonclimacteric fruits. **Plant Science**, v. 276, p. 63-72, 2018.

COELHO, E. M.; AZÊVEDO, L. C.; UMSZA-GUEZ, M. A. Fruto do maracujá: Importância Econômica e Industrial, Produção, Subprodutos e Prospecção Tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, v. 9, n. 3, p. 323-361, 2016.

CONTI, D.; FRANCO, E. T. H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Casearia sylvestris* Sw. na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 17, n. 2, p. 193-203, 2011.

CORRÊA, E. M.; MEDINA, L.; BARROS-MONTEIRO, J.; VALLE, N. O.; SALES, R.; MAGALHÃES, A.; SOUZA, F. C. A.; CARVALHO, T. B.; LEMOS, J. R.; LIRA, E. F.; LIMA, E. S.; GALENO, D. M. L.; MORALES, L.; ORTIZ, C.; CARVALHO, R. P. The intake of fiber mesocarp passionfruit (*Passiflora edulis*) lowers levels of triglyceride and cholesterol decreasing principally insulin and leptin. **The Journal of Aging Research & Clinical Practice**, v. 3, n. 1, p. 31-35, 2014.

COSTA, C. T.; GAETA, M. L.; MARIATH, J. E. A.; OFFRINGA, R.; FETT-NETO, A. G. Comparative adventitious root development in pre-etiolated and flooded *Arabidopsis* hypocotyls exposed to different auxins. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 127, p. 161-168, 2018.

COSTALONGA, S. A.; BATITUCCI, M. C. P. Avaliação de efeitos mutagênicos de tintura de *Passiflora edulis* Sims (maracujá) no sistema-teste *Allium cepa*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 19, n. 4, p. 329-337, 2014.

CROCHEMORE, M. L.; MOLINARI, H. B.; STENZEL, N. M. C. Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 5-10, 2003.

CRUZ, F. R. S.; SILVA, R. S.; NASCIMENTO, M. G. R.; SILVA, D. J.; NASCIMENTO, L. C. Sanitary, physiological quality and alternative treatments of *Dimorphandra gardneriana* Tul. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 6, p. 1611-1621, 2018.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.

DHIFI, W.; BELLILI, S.; JAZI, S.; BAHLOUL, N.; MNIF, W. Essential oils' Chemical characterization and investigation of some biological activities: A critical review. **Medicines**, v. 3,4, n. 25, 2016.

DONOHUE, K.; DE CASAS, R. R.; BURGHARDT, L.; KOVACH, K.; WILLIS, C. G. Germination, postgermination, adaptation, and species ecological ranges. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 41, p. 293-319, 2010.

DUBOIS, M.; VAN DEN BROECK, L.; INZÉ, D. The pivotal role of ethylene in plant growth. **Trends in Plant Science**, v. 23, n. 4, p. 311-323, 2018.

ETCHELLS, J. P.; PROVOST, C. M.; TURNER, S. R. Plant vascular cell division is maintained by an interaction between PXY and ethylene signalling. **Plos Genetics**, v. 8, n. 11, p. e1002997, 2012.

FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, M. N. A.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. Aspectos da ecologia de *Calotropis procera* (Apocynaceae) em uma área de Caatinga alterada pelas obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco em Mauriti, CE. **Rodriguésia**, v. 64, n. 3, p. 647-654, 2013.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécies comerciais e silvestres de maracujá (*Passiflora* spp.). Plantalnitá, Df: **Embrapa Cerrados**, Documentos 329, 1.ed. 26 p. 2015.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N.; MIRANDA, D.; OTONI, W. C. Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 2, e-155, 2019.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá**: O produtor pergunta, a Embrapa responde Brasília, DF: Embrapa, 2016.

FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. 2.ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2009. 664p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia para seus procedimentos Bootstrap em comparações múltiplas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, W. S.; SOUZA, M. L. R. Os benefícios do maracujá (*Passiflora* spp.) no *Diabetes Mellitus*. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 6, p. 19523-19539, 2020.

FERRER, C.; MARTIZ, J.; SAA, S.; CAUTÍN, R. Increase in final fruit size of tangor (*Citrus reticulata* × *C. sinensis*) cv. W. Murcott by application of benzyladenine to flowers. **Scientia Horticulturae**, v. 223, p. 38-43, 2017.

FIORANI, F.; BÖGEMANN, G. M.; VISSER, E. J.; LAMBERS, H.; VOESENEK, L. A. Ethylene emission and responsiveness to applied ethylene vary among *Poa* species that inherently differ in leaf elongation rates. **Plant Physiology**, v. 129, n. 3, p. 1382-1390, 2002.

FISCHER, I. H.; LOURENÇO, S. A.; MARTINS, M. C.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da podridão do colo do maracujazeiro causada por *Nectria haematococca*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 250-258, 2005.

FINKELSTEIN, R. R. The role of hormones during seed development and germination In: DAVIES, P. J. (ed) **Plant hormones**: biosynthesis, signal transduction, action Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2004, p. 513-537.

FONSECA, M. C. M.; LEHNER, M. S.; GONÇALVES, M. G.; PAULA JÚNIOR, T. J.; SILVA, A. F.; BONFIM, F. P. G.; PRADO, A. L. Potencial de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de fitopatógenos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 1, p. 45-50, 2015.

FRANÇA, J. M.; VENIAL, L. R.; COSTA, E. B.; SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; BERNARDES, P. M.; TATAGIBA, S. D.; LOPES, J. C.; FERREIRA, M. F. S.; ALEXANDRE, R. S. Morphophysiology, phenotypic and molecular diversity of auxin-induced *Passiflora mucronata* Lam. (Passifloraceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1799-1814, 2018.

FREITAS, A. R.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G.; ZANOTTI, R. F.; VENANCIO, L. P. Allelopathic effect of *Passiflora alata* Curtis extracts on seed germination. **Comunicata Science**, v. 7, n. 1, p. 129-132, 2016.

GALVÃO, J. G.; CERPE, P.; SANTOS, D. A.; GONSALVES, J. K.; SANTOS, A. J.; NUNES, R. K.; LIRA, A. A.; ALVEZ, P. B.; CORTE, R. L.; BLANK, A. F.; SILVA, G. F.; CAVALCANTI, S. C.; NUNES, R. S. Lippia gracilis essential oil in β -cyclodextrin inclusion complexes: an environmentally safe formulation to control Aedes aegypti larvae: Lippia gracilis essential oil in β -cyclodextrin inclusion complexes. **Pest Management Science**, v. 75, n. 2, p. 452–459, fev. 2019.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; FRANÇA, P. R. C.; SANTOS, S. S. Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 331-342, 2010.

GU, J.; LI, Z.; MAO, Y.; STRUIK, P. C.; ZHANG, H.; LIU, L.; WANG, Z.; YANG, J. Roles of nitrogen and cytokinin signals in root and shoot communications in maximizing of plant productivity and their agronomic applications. **Plant Science**, v. 274, p. 320-331, 2018.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods**. 3ed. Zürich: ISTA, 1995. 117p.

HARUN, M. A. Y. A.; JOHNSON, R. W. R.; UDDIN, M. Z. Allelopathic potential of *Chrysanthemoides monilifera* subsp. *monilifera* (boneseed): a novel weapon in the invasion processes. **South African Journal of Botany**, v. 93, p. 157-166, 2014.

HIMELBLAU, E.; AMASINO, R. M. Nutrients mobilized from leaves of *Arabidopsis thaliana* during leaf senescence. **Journal of Plant Physiology**, v. 158, n. 10, p. 1317-1323, 2001.

HOSEIN-BEIGI, M.; ZAREI, A.; ROSTAMINIA, M.; ERFANI-MOGHADAM, J. Positive effects of foliar application of Ca, B and GA₃ on the qualitative and quantitative traits of pomegranate (*Punica granatum* L.) cv. 'MalaseTorshe-Saveh'. **Scientia Horticulturae**, v. 254, p. 40-47, 2019.

HUANG, W.; MAYTON, H. S.; AMIRKHANI, M.; WANG, D.; TAYLOR, A. G. Seed dormancy, germination and fungal infestation of eastern gamagrass seed. **Industrial Crops and Products**, v. 99, p. 109-116, 2017.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Banco de dados agregados. Sistema IBGE de recuperação automática -Sidra. **Produção agrícola municipal: produção de maracujá**. 2021. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso: 20 de agosto de 2022.

INTERNATIONAL ALLELOPATHY SOCIETY [Online]; 2014. Disponível em: <<https://allelopathy-society.osupytheas.fr/>>. Acesso em 18 de outubro de 2022.

JAVID, M. G.; SOROOSHADEH, A.; MORADI, F.; SANAVY, S. A. M. M.; ALLAHDAI, I. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. **Australian Journal of Crop Science**, v. 5, n. 6, p. 726-737, 2011.

JORGENSEN, P. M.; MACDOUGAL, J. M. **Taxonomic history of *Passiflora***. 2014. Disponível em: <http://www.mobot.org/mobot/research/passiflora/taxonomic_history.shtml>. Acesso em: 08 de outubro de 2022.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. 632p.

KOBORI, N. N.; MASCARIN, G. M.; CICERO, S. M. Métodos não sulfúricos para superação de dormência de sementes de mucuna-preta (*Mucuna aterrima*). **Informativo ABRATES**. v. 23, n. 1, 2013.

KUČKO, A.; WILMOWICZ, E.; OSTROWSKI, M. Spatio-temporal IAA gradient is determined by interactions with ET and governs flower abscission. **Journal of Plant Physiology**, v. 236, p. 51-60, 2019.

KUMAR, R.; KHURANA, A.; SHARMA, A. K. Role of plant hormones and their interplay in development and ripening of fleshy fruits. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 16, p. 4561-4575, 2014.

LAI, L. M.; TIAN, Y.; WANG, Y. J.; ZHAO, X. C.; JIANG, L. H.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; ZHENG, Y. Distribution of three congeneric shrub species along an aridity gradient is related to seed germination and seedling emergence. **AoB Plants**, v. 7, p. plv071, 2015.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531p.

LEITE, K.; SILVA B. L. T.; MOURA, G. S.; FRANZENER, G. Óleos essenciais no tratamento de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. durante o armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 2, p. 186-199, 2018.

LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Maracujá**: Produção e qualidade na passicultura. Cruz das Almas: EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 2004. 396p.

LIMA, P. A. M.; MACIEL, K. S.; ALEXANDRE, R. S.; LOPES, J. C. The physiological quality of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) seeds with different water content placed in a cold chamber room and environmental conditions. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 3, p. 452-457, 2019.

LOMBARDO, M. C.; LAMATTINA, L. Abscisic acid and nitric oxide modulate cytoskeleton organization, root hair growth and ectopic hair formation in Arabidopsis. **Nitric Oxide**, v. 80, p. 89-97, 2018.

LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. Germinação de sementes de espécies florestais. In: CHICHORRO, J. F.; GARCIA, G. O.; BAUER, M. O.; CALDEIRA, M. W. **Tópicos em Ciências Florestais**. 1 ed. Visconde do Rio Branco-MG: Suprema, v. 1, p. 21-56, 2010.

LOPES, J. C.; TIRADENTES, A. T.; ALEXANDRE, R. S. Emergência e crescimento inicial de plântulas de maracujazeiro para obtenção de porta enxertos. **Magistra**, v. 25, n. 1, p. 55-62, 2013.

LÚCIO, A.; CARPES, R. H.; STORCK, L.; ZANARDO, B.; TOEBE, M.; PUHL, O. J.; SANTOS, J. R. A. Agrupamento de colheitas de tomate e estimativas do tamanho de parcela em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 190-196, 2010.

LÚCIO, A.; HAESBAERT, F. M.; SANTOS, D.; BENZ, V. Estimativa do tamanho de parcela para experimento com alface. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 510-515, 2011.

LÚCIO, A.; HAESBAERT, F. M.; SANTOS, D.; SCHWERTNER, D. V.; BRUNES, R. R. Tamanhos de amostras e de parcelas para variáveis de crescimento e produtivas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 660-668, 2012.

MACIEL, K. S. **Qualidade fisiológica de sementes e diversidade genética de maracujazeiros cultivados em diferentes altitudes no Espírito Santo**. 2015, 100f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). UFES, 2015.

MACIEL, K. S.; LIMA, P. A. M.; MADALON, F. Z.; MORAES, S. P. C. B.; ALEXANDRE, R. S.; LOPES, J. C. The physiological quality of the seeds of passion fruit (*Passiflora* spp.) grown at different altitudes. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 6, p. 937-942, 2018.

MARANGONI, C.; MOURA, N. F.; GARCIA, F. R. M. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 95-112, 2012.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MARTINS, C. M.; VASCONCELLOS, M. A. S.; ROSSETTO, C. A. V.; CARVALHO, M. G. Phytochemical screening of the arils of yellow passion fruits seeds and influence on the seed germination. **Ciência Rural**, v. 40, n. 9, p. 1934-1940, 2010.

MATSUO, S.; KIKUCHI, K.; NAGASUGA, K.; UENO, H.; IMANISHI, S. Transcriptional regulation of auxin metabolic-enzyme genes during tomato fruit development. **Scientia Horticulturae**, v. 241, p. 329-338, 2018.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 83-91, 2011.

MELETTI, L. M. M.; BARBOSA, W.; VEIGA, R. F. A.; PIO, R. Crioconservação de sementes de seis acessos de maracujazeiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 6, n. 1-2, p. 13-20, 2007.

MELETTI, L. M. M. Maracujá-roxo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 194-348. 2005.

MELETTI, L. M. M.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. **Maracujá**. Jaboticabal: Funep, 2010. 55p. (Série frutas nativas, 6).

MENDES, L. A.; SOUZA, T. S.; MENINI, L.; GUILHEN, J. H. S.; BERNARDES, C. O.; FERREIRA, A.; FERREIRA, M. F. S. Spring alterations in the chromatographic profile of leaf essential oils of improved guava genotypes in Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 238, p. 295-302, 2018.

MIRANDA, D.; FISCHER, G.; CARRANZA, C.; MAGNITSKIY, S.; CASIERRA, F.; PIEDRAHÍTA, W.; FLÓREZ, L. E. (Ed.). **Cultivo, poscosecha y comercialización de las passifloráceas en Colombia**: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá, Colômbia: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. 360p.

MIRANSARI, M.; SMITH, D. L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, v. 99, p. 110-121, 2014.

MONTEIRO, T. S. A.; NASU, É. D. G. C.; GUIMARÃES, C. P.; NEVES, W. D. S.; MIZOBUTSI, E. H.; FREITAS, L. G. D. Redução de inóculo de *Aphelenchoides besseyi* em sementes de *Brachiaria brizantha* tratadas com óleos essenciais. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1149-1154, 2014.

NASCIMENTO, G. R.; LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. Biometria e embebição de sementes de *Passiflora* spp. submetidas a tratamentos para superação de dormência tegumentar. **Research, Society and Development**, v. 11, p. e58911226107, 2022.

NASCIMENTO, I. L.; LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; MARACAJÁ, P. B.; TORRES, S. B.; RIBEIRO, M. C. C. Influência de partes vegetais de *Tamarindus indica* L. Como efeito alelopático na germinação da alface. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 4, p. 97-101, 2012.

NICULAU, E. S.; ALVES, P. B.; NOGUEIRA, P. C. L.; MORAES, V. R. S.; MATOS, A. P.; BERNARDO, A. R.; VOLANTE, A. C.; FERNANDES, J. B.; SILVA, M. F. G. F.; CORRÊA, A. G.; BLANK, A. F.; SILVA, A. C.; RIBEIRO, L. P. Insecticidal activity of essential oils of *Pelargonium graveolens* l'Herit and *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown against *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Química Nova**, v. 36, n. 9, 2013.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination - still a mystery. **Plant Science**, v. 179, p. 574-581, 2010.

OLIARI, L. S.; GILES, J. A. D.; MAYRINCK, L. G.; OLIVEIRA, J. P. B.; LOPES, J. C.; OTONI, W. C.; SCHMILDT, E. R.; AOYAMA, E. M.; ALEXANDRE, R. S. Minigrafting of adult *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. scions onto vegetatively propagated adult rootstocks of *P. mucronata* Lam. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 4, p. 490-496, 2016.

OLIVEIRA, J. D. S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FONSECA, K. G.; RAYA, S. Genetic variability of *Passiflora* spp. based on issr and rapd. **Asian Journal of Science and Technology**, v. 10, p. 9375-9378, 2019.

OLIVEIRA, J. V.; VENDRAMIM, J. D. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 549-555, 1999.

OLIVEIRA, M. D. M.; NASCIMENTO, L. C. D.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; GUEDES, R. S.; SILVA NETO, J. J. D. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* AC Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, p. 45-50, 2011.

OLIVEIRA, S. S., HANADA, R. E.; BRITO, R. S. Composição química e atividade antifúngica do óleo essencial de *Zingiber officinale* Roscoe sobre *Colletotrichum theobromicola*, causador da antracnose da cebolinha (*Allium fistulosum*). **Scientia Naturalis**, v. 1, p. 32-40, 2019.

PADOVAN, A.; KESZEI, A.; KÜLHEIM, C; FOLEY, W. J. The evolution of foliar terpene diversity in Myrtaceae. **Phytochemistry Revista**, v. 13, p. 695-716, 2014.

PALUDO, A. L.; LOPES, S. J.; BRUM, B.; STORCK, L.; SANTOS, D.; HAESBAERT, F. Tamanho de parcela e número de repetições para mamoneira em diferentes espaçamentos entre plantas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 253-258, 2015.

PARANAÍBA, P. F.; FERREIRA, D. F.; MORAIS, A. R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 27, p. 255-268, 2009.

PEIXINHO, G. S.; RIBEIRO, V. G.; AMORIM, E. P. R.; MORAIS, A. C. M. Ação do óleo essencial de Citronela (*Cymbopogon nardus* L) sobre o patógeno *Lasiodiplodia theobromae* em cachos de videira cv. Itália. **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 428-431, 2020.

PENFIELD, S. Seed dormancy and germination. **Current Biology**, v. 27, n. 17, p. R874-R878, 2017.

PEREIRA, S. R.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. Superação de dormência de sementes como estratégia para restauração florestal de pastagem tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 148-156, 2013.

PHARIS, R. P.; WEBBER, J. E.; ROSS, S. D. The promotion of flowering in forest trees by gibberellin A47 and cultural treatments: A review of the possible mechanisms. **Forest Ecology and Management**, v. 19, n. 1-4, p. 65-84, 1987.

PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; SIGNORINI, G.; ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; ENTELMANN, F. A. Métodos de enxertia por garfagem de cultivares de marmeleiro no “Japonês”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 267-270, 2008.

POÓR, P.; BORBÉLY, P.; CZÉKUS, Z.; TAKÁCS, Z.; ÖRDÖG, A.; POPOVIĆ, B.; TARI, I. Comparison of changes in water status and photosynthetic parameters in wild type and abscisic acid-deficient sitiens mutant of tomato (*Solanum lycopersicum* cv. Rheinlands Ruhm) exposed to sublethal and lethal salt stress. **Journal of Plant Physiology**, v. 232, p. 130-140, 2019.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/ Ministério da Educação e Cultura (ABEAS/MEC), 1985. 289p.

PRADO, R.; MACEDO-SALLES, P. A.; DUPRAT, R. C.; BAPTISTA, A. R. S.; FEDER, D.; LIMA, J. B. P.; BUTT, T.; RATCLIFFE, N. A. Action of *Metarhizium brunneum* (Hypocreales: Clavicipitaceae) against organophosphate- and pyrethroid-resistant *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and the synergistic effects of phenylthiourea. **Journal of Medical Entomology**, p. tjz161, 2019.

PREISIGKE, S. C.; SILVA, L. P.; SERAFIM, M. E.; BRUCKNER, C. H.; ARAÚJO, K. L.; NEVES, L. G. Seleção precoce de espécies de *Passiflora* resistente a fusariose. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 321-325, 2017.

PYTA, J. S. L. **Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan, 2010.

RAVEN, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2014. 876 p.

RIBEIRO, L. M.; PEIXOTO, J. R.; ANDRADE, S. R. M.; FONSECA, R. S.; VIEIRA, L. M.; PEREIRA, W. V. S. Microenxertia *ex vitro* para eliminação do vírus CABMV em maracujá-azedo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 5, p. 589-594, 2008.

RUSSIANO, M. C. S.; BRESSANELLI, M.; NAVA, G. A.; RUSSIANO, C. G. S. Óleos essenciais de citronela, melaleuca e guaçatonga no controle de *Penicillium expansum*. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 21277-21283, 2019.

SAHA, S.; CHUKWUKA, A. V.; MUKHERJEE, D.; DHARA, K.; PAL, P.; SAHA, N. C. Physiological (haematological, growth and endocrine) and biochemical biomarker responses in air-breathing catfish, *Clarias batrachus* under long-term Captan® pesticide exposures. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 90, p. 103815, 2022.

SANTOS, D.; HAESBAERT, F. M.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Tamanho ótimo de parcela para a cultura do feijão-vagem. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 119-128, 2012.

SANTOS, E. L.; PÓLA, J. N.; BARROS, A. S. R.; PRETE, C. E. C. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 20-26, 2007.

SAYLAN, M.; YÜZBAŞIOĞLU, E.; DALYAN, E.; AKPINAR, I.; UNAL, M. Genotoxicity and antioxidant enzyme activities induced by the captan fungicide in the root of bell pepper (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L. cv. *kandil*). **Trakya University Journal of Natural Sciences**, 2019.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H. T. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, p. 442-449, 2009.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. C.; SANTOS, G. R.; CARDOSO, D. P. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 523-526, 2011.

SHI, J.; HABBEN, J. E.; ARCHIBALD, R. L.; DRUMMOND, B. J.; CHAMBERLIN, M. A.; WILLIAMS, R. W.; LAFITTE, H. R.; WEERS B. P. Overexpression of ARGOS genes modifies plant sensitivity to ethylene, leading to improved drought tolerance in both *Arabidopsis* and maize. **Plant Physiology**, v. 169, n. 1, p. 266-282, 2015.

SHIMIZU-YUMOTO, H.; ICHIMURA, K. Postharvest characteristics of cut dahlia flowers with a focus on ethylene and effectiveness of 6-benzylaminopurine treatments in extending vase life. **Postharvest Biology and Technology**, v. 86, p. 479-486, 2013.

SILVA, C. S.; FIGUEIREDO, S.; OLIVEIRA, P. V.; SILVA, W. F.; SAMINEZ, R. M. D.; RODRIGUES, J. F. S.; SILVA, M. S. M.; SILVA, L. C. N.; GRISOTTO, M. A. G.

Óleo essencial da Canela (Cinamaldeído) e suas aplicações biológicas. **Revista de Investigação Biomédica**, v. 9, n. 2, p. 192-197, 2018.

SILVA, L. R.; FIGUEIREDO, A. R.; CUNHA JÚNIOR, P. C.; BARBOSA, M. I. M. J.; OLIVEIRA, M. M. T.; ROSA, R. C. C.; MORAIS, L. A. S. Caracterização pós-colheita de frutos de maracujá-roxo cultivados em sistema convencional e orgânico. **Nativa**, v. 9, n. 5, p. 551-557, 2021.

SILVA, M. M.; SOUZA, H. R. T.; DAVID, A. M. S. S.; SANTOS, L. M. S.; SILVA, R. F.; AMARO, H. T. R. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agroambiente**, v. 8, n. 1, p. 97-103, 2014.

SILVA, P. P.; FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M. Desempenho de sementes de ervilhas em função do controle químico de *Rhizoctonia solani*. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 1, p. 17-20, 2013.

SILVA, W. J.; DÓRIA, G. A. A.; MAIA, R. T.; NUNES, R. S.; CARVALHO, G. A.; BLANK, A. F.; MARÇAL, R. M.; CAVALCANTI, S. C.H. Effects of essential oils on *Aedes aegypti* larvae: Alternatives to environmentally safe insecticides. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 8, p. 3251-3255, 2008.

SILVEIRA, S. M.; CUNHA JÚNIOR, A.; SCHEUERMANN, G. N.; SECCHI, F. L.; VERRUCK, S.; KROHN, M.; VIEIRA, C. R. W. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* (citronela), *Eucalyptus paniculata* (eucalipto) e *Lavandula angustifolia* (lavanda). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 3, p. 471-480, 2012.

SIMAS, N. K.; LIMA, E. C.; CONCEIÇÃO, S. R.; KUSTER, R. M.; OLIVEIRA FILHO, A. M.; LAGE, C. L. S. Produtos naturais para o controle da transmissão da

dengue: atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 46-49, 2004.

SIMLAT, M.; SKRZYPEK, E.; WARCHOL, M.; MACIASZEK, I.; PTAK, A. Evaluation on *Stevia rebaudiana* Bertoni seed germination and seedling development under phytohormones treatment. **Scientia Horticulturae**, v. 257, p. 108-117, 2019.

SOUSA, R. P.; SILVA, P. S. L.; ASSIS, J. P. Tamanho e forma de parcelas para experimentos com girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 683-690, 2016.

SOUZA, T. S.; FERREIRA, M. F. S.; MENINI, L.; SOUZA, J. R. C. L.; PARREIRA, L. A.; CECON, P. R.; FERREIRA, A.; Essential oil of *Psidium guajava*: Influence of genotypes and environment. **Scientia Horticulturae**. v. 216, p. 38-44, 2017.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III, 3ª ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 291p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Princípios e procedimentos de estatística**: uma abordagem biométrica. 3ª ed. Nova York, MacGraw-Hill Book Companies. 1997. 666p.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 3ª ed. Santa Maria, UFSM. 2011. 198p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TAN, H.; MAN, C.; XIE, Y.; YAN, J.; CHU, J.; HUANG, J. A. A Crucial role of GA-regulated flavonol biosynthesis in root growth of Arabidopsis. **Molecular Plant**, v. 12, n. 4, p. 521-537, 2019.

TARIQ, S., WANI, S., RASOOL, W., SHAFI, K., BHAT, M. A., PRABHAKAR, A., SHALLA, A. H., RATHER, M. A. A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drug-resistant microbial pathogens. **Microbial Pathogenesis** v. 134, p. 103580, 2019.

TEALE, W. D.; PAPONOV, I. A.; PALME, K. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, v. 7, n. 11, p. 847-859, 2006.

TOKUOKA, T. Molecular phylogenetic analysis of Passifloraceae sensu lato (Malpighiales) based on plastid and nuclear DNA sequences. **Plant Research**, v. 125, p. 487-497, 2012.

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

VASCONCELOS, L. C.; SANTOS, E. S.; BERNARDES, C. O.; FERREIRA, M. F. S.; FERREIRA, A.; TULER, A. C.; CARVALHO, J. A. M.; PINHEIRO, P. F.; PRAÇA-FONTES, M. M. Phytochemical analysis and effect of the essential oil of *Psidium* L. species on the initial development and mitotic activity of plants. **Environmental Science and Pollution Research International**. v. 26, n. 25, p. 26216-26228, 2019.

VELINI, E. D.; PALMA, V.; SOUZA, L. S.; MARTINS, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do milho. I – Efeito do número de repetições sobre a precisão dos resultados obtidos. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 435-442, 2006.

VELOSO, R. A.; CASTRO, H. G. D.; CARDOSO, D. P.; SANTOS, G. R. D.; BARBOSA, L. C. D. A.; SILVA, K. P. D. Composição e fungitoxicidade do óleo essencial de capim citronela em função da adubação orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1707-1713, 2012.

VIEGAS, E. D. C.; SOARES, A.; CARMO, M. G. F. D.; ROSSETTO, C. A. V. Toxicidade de óleos essenciais de alho e casca de canela contra fungos do grupo *Aspergillus flavus*. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 915-919, 2005.

VIEIRA, R. D.; SCAPA NETO, A.; BITTENCOURT, S. R. M.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 2, p. 164-168, 2004.

VOGEL, G. F.; FEY, R. *Azospirillum brasilense* interaction effects with captan and thiodicarb on the initial growth of corn plants. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 3, p. 53-59, 2019.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification retrieval.** 2012. Disponível em: <<http://www.citeulike.org/user/Flit/article/728499>>. Acesso em: 20 de abril de 2022.

4 CAPÍTULO I

DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Passiflora mucronata* APÓS TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA

RESUMO - Objetivou-se estudar a eficiência de tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata*, a considerar a dificuldade na propagação sexuada ou seminífera. Foram utilizadas sementes de seis genótipos (G1; G3; G6; G7; G8 e G9) de *P. mucronata*, procedentes de maracujazeiros cultivados. As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: controle (semente intacta); escarificação mecânica; imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado durante 5; 10; 20 e 30 minutos; termoterapia, utilizando-se água quente nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C, por um minuto. As variáveis analisadas foram: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e raiz e massa seca das plântulas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com sementes de seis genótipos, tratadas com água quente em cinco temperaturas (60; 70; 80; 90 e 97 °C), com quatro repetições de 25 sementes. As sementes de *P. mucronata* apresentam dormência tegumentar. Os tratamentos com escarificação mecânica e imersão em ácido sulfúrico não superam a dormência das sementes dos genótipos de *P. mucronata*. As temperaturas de 60 e 70 °C superam a dormência de sementes dos genótipos de *P. mucronata* e proporciona maior germinação e vigor. As sementes dos genótipos G3, G7 e G8 apresentam maior porcentagem de germinação e vigor.

Palavras-chave: Germinação. Maracujá de restinga. Termoterapia. Vigor.

5.1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae e ao gênero *Passiflora*, que é considerado o maior da família das Passifloráceas, e apresenta uma alta variabilidade genética e diferentes características entre as espécies que o compõem (OLIVEIRA et al., 2019). Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, com uma produção de 683.993 toneladas em uma área de 44.827 hectares. O estado do Espírito

Santo no ano de 2021 teve uma produção de 15.447 toneladas, em uma área cultivada de 702 hectares (IBGE, 2021).

Além da utilização como alimento, as espécies de Passifloraceae têm importância econômica, como medicinais e ornamentais. Somado ao interesse econômico, a família Passifloraceae tem fundamental importância ecológica e a diversidade de espécies merece destaque (FALEIRO et al., 2015; FRANÇA et al., 2018; MACIEL et al., 2019).

No gênero *Passiflora*, a espécie *Passiflora mucronata* Lam., popularmente conhecida como maracujá de restinga ou maracujá silvestre, é uma espécie que se destaca por apresentar características relacionadas à ornamentação, como flores ovais e fosforescentes e longo período de florescimento (MELETTI et al., 2011), além disso tem sido usada para tratar insônia, hemorróida, e como sedativo e vermífugo para fins medicinais (ARAÚJO et al., 2017). Uma característica agrônômica extremamente importante dessa espécie é a de ser resistente à bacteriose nas folhas, e, altamente resistente à antracnose nos frutos e ramos. Esses patógenos, apresentam um enorme potencial a ser explorado em programas de melhoramento genético e como da espécie comercial suscetível à fusariose, o maracujá azedo (*P. edulis* Sims) (JUNQUEIRA et al., 2005; PREISIGKE et al., 2015; FREITAS et al., 2016; CORREA et al., 2022).

A principal forma de propagação das espécies de maracujazeiro é seminífera, contudo, problemas de germinação e armazenamento são muito comuns em espécies de maracujazeiro. Em busca de soluções para problemas fitossanitários, pesquisadores estudam a enxertia de espécies utilizando de espécies silvestres com algum grau de resistência a certas doenças do solo. No caso de reprodução sexuada, várias espécies de *Passiflora* apresentam problemas de germinação de sementes. Aspectos relacionados à dormência, recalcitrância, genética e qualidade fisiológica das sementes influenciam no sistema de produção (FALEIRO et al., 2019).

O fenômeno da superação de dormência em sementes é uma adaptação para a sobrevivência das espécies em longo prazo, pois geralmente faz com que as sementes se mantenham viáveis por maior período, sendo superada em situações especiais. Todavia as respostas aos métodos de superação de dormência podem diferir de espécie para espécie (ARAÚJO et al., 2014).

Os processos de superação de dormência nas sementes de *Passiflora* podem ser físicos, químicos e/ou físico-químicos, sendo os físicos basicamente a escarificação mecânica, com a utilização de lixas, os químicos, feitos com ácidos, que tornam o tegumento permeável, e os físico-químicos, nos quais se utilizam os dois métodos em um único tratamento das sementes (NASCIMENTO et al., 2020; NASCIMENTO et al., 2022).

Grande número de espécies silvestres apresenta o fenômeno da dormência em suas sementes, visto que em condições naturais, esse mecanismo pode ser de grande valor para a sobrevivência da espécie (BUSATTO, 2013). Diante do exposto objetivou-se com este trabalho estudar a eficiência de tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* para análise da qualidade fisiológica.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), município de Alegre-ES, utilizando-se sementes de seis genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), procedentes de maracujás cultivados em espaldeira, na Área Experimental do CCAUE-UFES, Alegre-ES, latitude 20° 45'S, longitude 41° 30'W e altitude de 250 m.

As sementes de frutos maduros e recém-colhidos foram extraídas com auxílio de uma colher esterilizada, removida a polpa com a cal extinta, sobre uma peneira, lavadas em água corrente e mantidas sobre papel tipo germitest à sombra para secagem.

Em seguida, cada lote com 100 sementes foi submetido aos seguintes tratamentos, visando à eliminação da impermeabilidade do tegumento: a) controle, sementes que não receberam tratamento; b) escarificação mecânica, atritando-se parte do tegumento correspondente à extremidade oposta ao embrião, com uma lixa abrasiva (lixa d'água nº 100); c) imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado, 05; 10; 20 e 30 minutos, seguida de lavagem em água corrente, por aproximadamente cinco minutos; d) termoterapia, utilizando-se água quente nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C (temperatura de ebulição), por um minuto.

Para promover a esterilização superficial, as sementes foram tratadas com álcool 70% por 30 segundos, lavadas e colocadas em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% por cinco minutos.

As avaliações constaram dos seguintes testes/determinações:

Germinação - conduzida com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel tipo germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, mantidos em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura alternada de 20-30 °C, na ausência de luz. As avaliações foram realizadas após sete e 35 dias da semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009), e os resultados expressos em porcentagem de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - determinado concomitante com o teste de germinação, sendo computado diariamente, até o 35º dia, o número de sementes que apresentaram protrusão da raiz primária igual ou superior a 2 mm (MAGUIRE, 1962).

Comprimento da parte aérea - determinado após 35 dias da semeadura, com o auxílio de uma régua milimetrada, mediante a medição do comprimento entre o colo e o ápice da última folha de cada planta da amostra e o resultado expresso em cm planta⁻¹.

Comprimento da raiz - determinado após 35 dias da semeadura, com o auxílio de uma régua milimetrada, medindo-se do colo da planta e a ponta da maior raiz e os resultados expressos em cm planta⁻¹.

Massa seca das plântulas - determinada após 35 dias da semeadura, em balança analítica (0,0001 g). As plântulas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo Kraft, mantidas em estufa de convecção a 72 °C por 72 horas (massa constante) e os resultados expressos em mg planta⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com sementes de seis genótipos e água quente em cinco temperaturas (60; 70; 80; 90 e 97 °C) + controle, com quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias feita pela aplicação do teste de Tukey, considerando as variáveis independentes, em nível de 5% de probabilidade. Os dados

obtidos foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos e de homogeneidade de variância. Os cálculos estatísticos foram realizados utilizando-se o software R (R CORE TEAM, 2022).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes não submetidas a nenhum tratamento (controle) e aos tratamentos com escarificação mecânica e imersão em ácido sulfúrico não germinaram, não obtendo assim resultados de germinação e vigor. A escarificação mecânica é um método simples de baixo custo, que pode ser utilizado a nível popular, apresentando eficiência para a superação de dormência exógena de algumas espécies (OLIVEIRA et al., 2018), desde que se tenha o cuidado para não causar danos ao embrião durante a realização da técnica. Contudo, para sementes *P. mucronata* a aplicação dessa técnica não proporcionou diferença significativa, quando comparada com as sementes que não receberam nenhum tratamento para superação de dormência.

Segundo Carvalho et al. (2016), a utilização de ácido sulfúrico para escarificação química de sementes é prática comum, pois proporciona ruptura ou enfraquecimento do tegumento, permitindo a entrada de água e gases estimulando o processo de germinação. No presente trabalho o uso do ácido sulfúrico nos tempos de 05; 10; 20 e 30 minutos não foram eficientes para superar a dormência.

As sementes de *Passiflora mucronata* dos genótipos G1; G6; G8 e G9 apresentaram maiores médias de porcentagem de germinação, quando submetidas as temperaturas de 60 e 70 °C (77 e 75%; 46 e 43%; 89 e 92% e 75 e 84%, respectivamente). No entanto, quando submetidas às temperaturas de 90 e 97 °C apresentaram as menores médias, sendo que as sementes dos genótipos G1; G6 e G9 apresentaram 0% de germinação. As sementes dos genótipos G3 e G7 apresentaram maiores médias de germinação, quando submetidas as temperaturas de 60; 70 e 80 °C (74; 90 e 81% e 81; 94 e 80%, respectivamente) (Tabela 1). Segundo Ferreira et al. (2014), o tratamento de sementes com água fervente, apesar de ser um método vantajoso pelo baixo custo e eficiente para superar a dormência de sementes, pode ter pouca eficiência ou até mesmo inibir a germinação de sementes de algumas espécies.

Em todas as temperaturas estudadas o genótipo G6 apresentou a menor média de porcentagem de germinação, sendo que nas temperaturas de 90 e 97 °C não houve diferença significativa entre os genótipos G1; G6 e G9, apresentando as menores médias de porcentagem de germinação (0%) (Tabela 1).

De acordo com Guedes et al. (2011), tratamentos com imersão em água quente e com choque térmico foram métodos eficientes para superar a dormência das sementes de pau-de-jangada. No entanto, o estresse térmico pode ser responsável pelo enfraquecimento do tecido tegumentar e propiciar o surgimento de fissuras, que permitem a absorção de umidade para desencadear o processo germinativo.

Tabela 1 - Germinação (%) de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C

Tratamentos	Germinação (%)					
	G1	G3	G6	G7	G8	G9
60 °C	77 aA ¹	74 abA	46 aB	81 aA	89 aA	75 abA
70 °C	75 aB	90 aAB	43 abC	94 aA	92 aAB	84 aAB
80 °C	54 bB	81 aA	26 bC	80 aA	71 bAB	62 bAB
90 °C	0 cC	61 bA	0 cC	49 bB	51 cB	0 cC
97 °C	0 cC	19 cB	0 cC	32 bAB	48 cA	0 cC

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas entre os tratamentos e maiúsculas nas linhas entre os genótipos, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

A germinação de sementes *P. mucronata* diminuiu à medida que aumentou a temperatura da água, para todos os genótipos estudados (Figura 1). Contudo, Sousa et al. (2019) observaram que o tratamento com água a 100 °C foi o tratamento mais eficaz para a superação da dormência de sementes de jangadeira (*Apeiba tibourbou* Aubl).

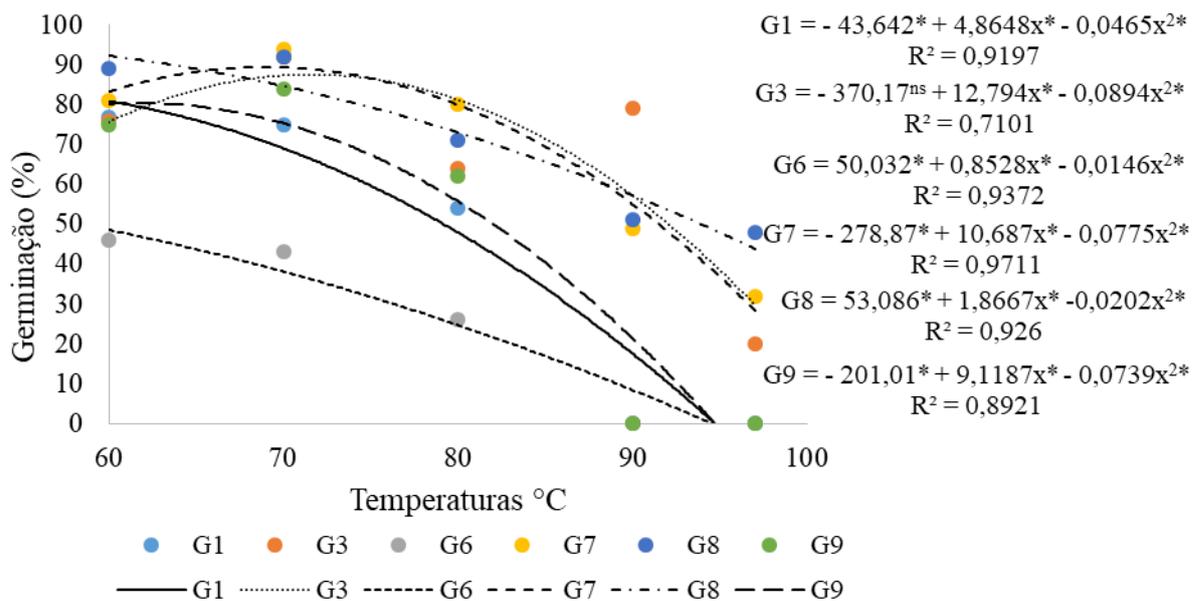


Figura 1 - Germinação (%) de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C. *Significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

As sementes dos genótipos G1 e G8 apresentaram maiores médias de índice de velocidade de germinação quando submetidas às temperaturas de 60 e 70 °C (1,33 e 1,31 e 1,98 e 2,05, respectivamente), e as menores médias, quando submetidas às temperaturas de 90 e 97 °C. No entanto, as sementes dos genótipos G3; G7 e G9 apresentaram maiores médias de IVG, quando submetidas a temperatura de 70 °C (2,00; 2,10 e 1,32, respectivamente). As sementes do genótipo G6 não apresentaram diferença significativa, quando submetidas às temperaturas de 60; 70 e 80 °C (0,58; 0,62 e 0,32, respectivamente) (Tabela 2).

As sementes submetidas às temperaturas de 60 e 70 °C apresentaram maiores médias de IVG, quando procedentes dos genótipos G3; G7 e G8. Entretanto, quando submetidas à temperatura de 80 °C, a maior média de IVG foi observada nas sementes do genótipo G7. No tratamento feito com a temperatura de 90 °C, a maior média de IVG foi observada no genótipo G3 e com a temperatura de 97 °C, as maiores médias foram observadas nos genótipos G7 e G8 (Tabela 2).

Tabela 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C

Tratamentos	IVG					
	G1	G3	G6	G7	G8	G9
60 °C	1,33 aBC ¹	1,64 bAB	0,58 aD	1,71 bA	1,98 aA	1,18 bC
70 °C	1,31 aB	2,00 aA	0,62 aC	2,10 aA	2,05 aA	1,32 aB
80 °C	0,84 bB	1,05 cB	0,32 abC	1,70 bA	1,15 bB	0,83 bB
90 °C	0 cC	1,58 bA	0 bC	0,69 cB	0,73 cB	0 cC
97 °C	0 cC	0,29 dBC	0 bC	0,44 cAB	0,67 cA	0 cC

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas entre os tratamentos e maiúsculas nas linhas entre os genótipos, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Comportamento similar ao de germinação foi observado para o índice de velocidade de germinação, no qual, quanto maior a temperatura, menor foi o índice de velocidade de germinação (Figura 2). Trabalhos com sementes de espécies silvestres apresentaram comportamento semelhante, como em sementes de *Passiflora cincinnata*, que apresentaram os maiores índices de velocidade de emergência, com as sementes submetidas à secagem à sombra e aquecimento na temperatura de 50 °C (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2010).

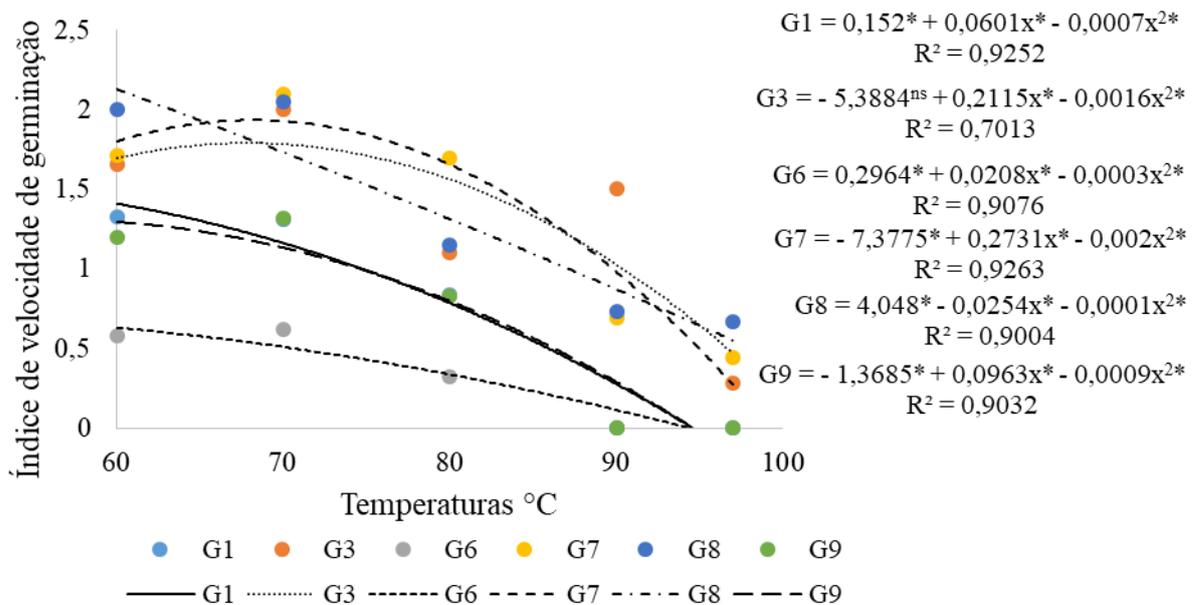


Figura 2 - Índice de velocidade de germinação de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C. *Significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo. R^2 = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Para a variável comprimento da parte aérea (Tabela 3), as sementes dos genótipos G1; G3 e G9 submetidas as temperaturas de 60 e 70 °C apresentaram maiores médias de comprimento de parte aérea das plântulas (6,2 e 5,9; 6,6 e 6,8 e 5,8 e 5,6 cm, respectivamente). Entretanto, as sementes dos genótipos G6; G7 e G8 apresentaram maiores médias, quando submetidas as temperaturas de 60; 70 e 80 °C, (4,2; 4,3 e 4,6; 7,1; 6,8 e 6,7 e 7,4; 7,7 e 6,9 cm, respectivamente), não apresentando diferença significativa entre elas.

O tratamento das sementes com temperatura de 60 °C proporcionou maiores médias de comprimento de parte aérea, quando oriundas dos genótipos G1; G3; G7 e G8 (6,2; 6,6; 7,1 e 7,4 cm, respectivamente). No entanto, quando submetidas à temperatura de 70 e 97 °C, as maiores médias foram observadas nos genótipos G3; G7 e G8 (6,8; 6,8 e 7,7 e 3,0; 3,7 e 4,2 cm, respectivamente), enquanto na temperatura de 80 °C, as maiores médias foram observadas nos genótipos G7 e G8 (6,7 e 6,9 cm, respectivamente) e na temperatura de 90 °C, este comportamento foi observado no genótipo G3 (6,9 cm) (Tabela 3).

Tabela 3 - Comprimento da parte aérea de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C

Tratamentos	Comprimento da parte aérea (cm)					
	G1	G3	G6	G7	G8	G9
60 °C	6,2 aAB ¹	6,6 aAB	4,2 aC	7,1 aA	7,4 aA	5,8 aB
70 °C	5,9 aB	6,8 aAB	4,3 aC	6,8 aAB	7,7 aA	5,6 abB
80 °C	4,1 bB	5,1 bB	4,6 aB	6,7 aA	6,9 aA	4,5 bB
90 °C	0 cC	6,9 aA	0 cC	5,3 bB	4,4 bB	0 cC
97 °C	0 cB	3,0 cA	0 cB	3,7 cA	4,2 bA	0 cB

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas entre os tratamentos e maiúsculas nas linhas entre os genótipos, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Na variável comprimento da parte aérea (Figura 3), quanto maior a temperatura de tratamento das sementes, menor foi o comprimento da parte aérea das plântulas que elas emitiram, para todos os genótipos.

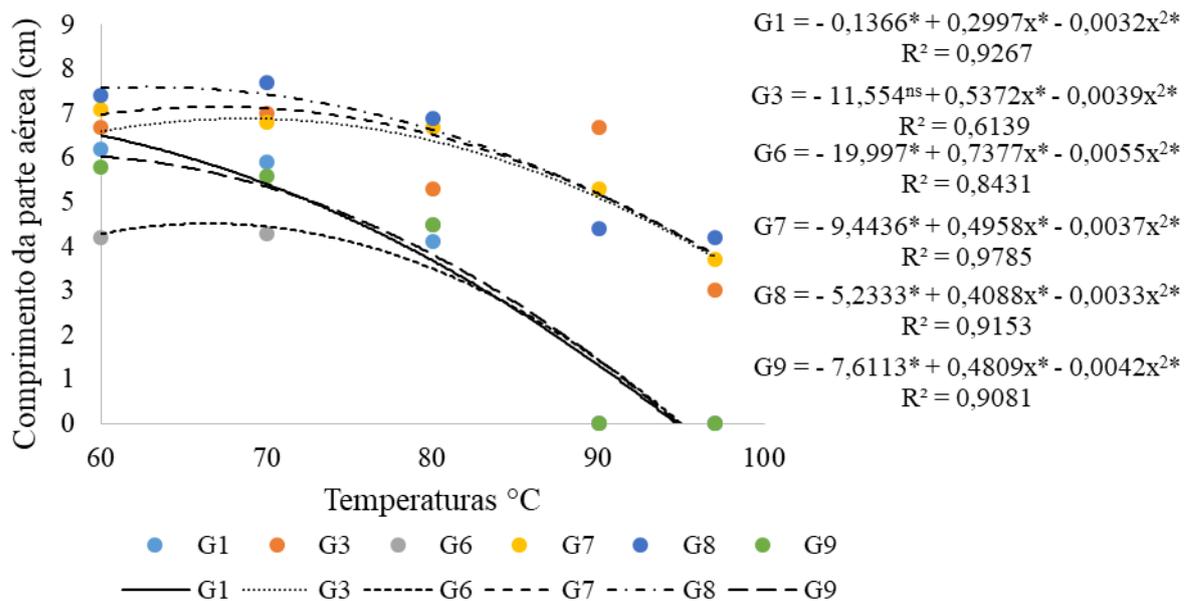


Figura 3 - Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C. *Significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo. R^2 = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Para o comprimento da raiz das plântulas, os genótipos G1; G6; G7; G8 e G9 apresentaram maiores médias, quando oriundas de sementes submetidas às temperaturas de 60; 70 e 80 °C. No entanto, quando oriundas de plântulas do genótipo G3, as maiores médias de comprimento de raiz foram observadas naquelas submetidas às temperaturas de 60; 70 e 90 °C (Tabela 4).

Os tratamentos das sementes com temperaturas de 60 e 70 °C proporcionaram maiores médias de comprimento de raiz naquelas oriundas dos genótipos G1; G3; G7 e G8. Contudo, o tratamento com a temperatura de 80 °C proporcionou maiores médias de comprimento de raiz de sementes dos genótipos G7 e G8; na temperatura de 90 °C foi o genótipo G3, enquanto na temperatura de 97 °C foram nos genótipos G3; G7 e G8 (Tabela 4).

Tabela 4 - Comprimento da raiz de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C

Tratamentos	Comprimento da raiz (cm)					
	G1	G3	G6	G7	G8	G9
60 °C	4,1 aA ¹	4,0 abA	2,8 aC	4,1 abA	3,9 abAB	3,1 aBC

70 °C	4,1 aAB	4,6 aA	2,9 aC	4,3 aAB	3,9 abAB	3,5 aBC
80 °C	3,5 aBC	3,4 bC	3,2 aC	4,6 aA	4,2 aAB	2,8 aC
90 °C	0 bC	4,2 aA	0 bC	3,3 bcB	3,2 bB	0 bC
97 °C	0 bB	2,5 cA	0 bB	2,9 cA	3,3 bA	0 bB

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas entre os tratamentos e maiúsculas nas linhas entre os genótipos, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Assim como na variável comprimento da parte aérea, a variável comprimento da raiz das plântulas apresentou menores médias com o aumento da temperatura que as sementes foram submetidas, para todos os genótipos (Figura 4).

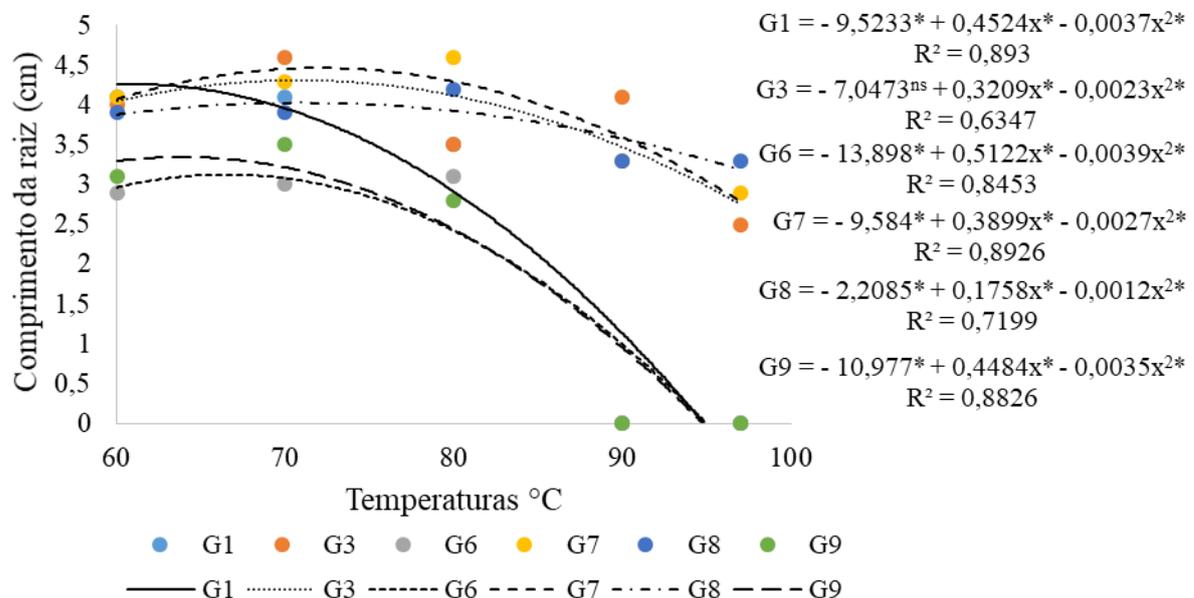


Figura 4 - Comprimento da raiz (cm) de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C. *Significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo. R^2 = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Para a variável massa seca, todos os genótipos apresentaram maiores médias, quando oriundos de sementes submetidas as temperaturas de 60; 70 e 80 °C. Contudo, os genótipos G7 e G8 não apresentaram diferença significativa entre as temperaturas estudadas (Tabela 5).

Comportamento similar ao observado no comprimento de raiz, houve para massa seca de plântulas, em que as sementes submetidas às temperaturas de 60 e 70 °C apresentaram maiores médias de comprimento de raiz, quando oriundas dos genótipos G1; G3; G7 e G8. Contudo, quando submetidas à temperatura de 80 °C não houve

diferença significativa entre os genótipos, enquanto nas temperaturas de 90 e 97 °C, as maiores médias foram observadas nos genótipos G3; G7 e G8 (Tabela 5).

Tabela 5 - Massa seca de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60; 70; 80; 90 e 97 °C

Tratamentos	Massa seca (mg)					
	G1	G3	G6	G7	G8	G9
60 °C	2,89 aAB ¹	2,76 aAB	2,96 aA	2,54 aBC	2,34 aC	2,82 aAB
70 °C	2,84 aAB	3,06 aA	2,69 aAB	2,52 aB	2,61 aB	2,93 aAB
80 °C	2,81 aA	2,69 aA	2,88 aA	2,71 aA	2,69 aA	2,94 aA
90 °C	0 bB	2,85 aA	0 bB	2,58 aA	2,60 aA	0 bB
97 °C	0 bB	2,17 bA	0 bB	2,79 aA	2,65 aA	0 bB

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas entre os tratamentos e maiúsculas nas linhas entre os genótipos, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Na massa seca (Figura 5), os resultados obtidos foram similares àqueles observados nas variáveis anteriores. Quanto maior a temperatura que as sementes foram submetidas, menores foram as médias de massa seca, sendo que para os genótipos G1; G6 e G9 houve uma queda brusca a partir da temperatura de 80 °C.

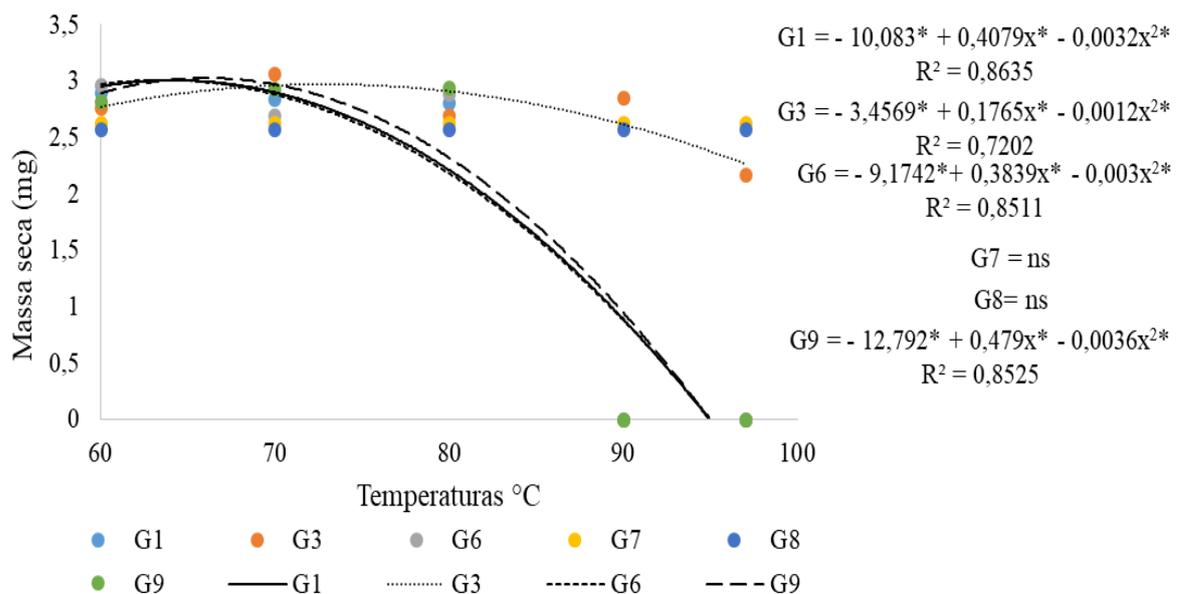


Figura 5 - Massa seca (mg) de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G1; G3; G6; G7; G8 e G9), submetidas aos tratamentos com água nas temperaturas de 60;

70; 80; 90 e 97 °C. *Significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns}Não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

5.4 CONCLUSÕES

As sementes de *Passiflora mucronata* apresentam dormência tegumentar.

Os tratamentos com escarificação mecânica e imersão em ácido sulfúrico não superam a dormência das sementes dos genótipos de *P. mucronata*.

As temperaturas de 60 e 70 °C superam a dormência de sementes dos genótipos de *P. mucronata* e proporciona maior germinação e vigor.

As sementes dos genótipos G3, G7 e G8 apresentam maior porcentagem de germinação e vigor.

5.5 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. M. S.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O.; CARVALHO, S. M. C. Caracterização morfométrica e germinação de sementes de *Macroptilium martii* Benth. (Fabaceae). **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 124-131, 2014.

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

BUSATTO, P. C.; NUNES, A. S.; COLMAN, B. A.; MASSON, G. L. Superação de dormência em sementes de jatobá (*Hymenaeacourbaril* L.). **Revista Verde**, v. 8, n. 1, p. 154-160, 2013.

CARVALHO, C. C.; CASTRO, D. B.; BRAGA, L. F.; SANTOS, M. A. Escarificação, temperatura e fotoperíodo na germinação de sementes de *Balizia pedicellaris* (Dc.) Barneby & J.W. Grimes (Fabaceae). **Pesquisas Botânica**, v. 69, n. 69, p. 249-261, 2016.

CORREA, A. O.; ALEXANDRE, R. S.; PFENNING, L. H.; CABANEZ, P. A.; FERREIRA, A.; FERREIRA, M. F. S.; LIMA, P. A. M.; MELLO, T.; OTONI, W. C.; LOPES, J. C. *Passiflora mucronata*, a passion fruit wild species resistant to

fusariosis and a potential rootstock for commercial varieties. **Scientia Horticulturae**, v. 302, p. 111174, 2022.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; SANTOS, S. R. N., COSTA, E. G. Tratamentos pré-germinativos e temperaturas para a germinação de se-mentes de *Apeiba tibourbou* Aubl., **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 131-140, 2011.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécies comerciais e silvestres de maracujá (*Passiflora* spp.). Plantalnitá, Df: **Embrapa Cerrados**, Documentos 329, 1.ed. 26 p. 2015.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N.; MIRANDA, D.; OTONI, W. C. Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 2, e-155, 2019.

FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SILVA, R. B.; SANTOS, H. H. D.; SENA, L. H. M. Thermal scarification to overcome *Piptadenia moniliformis* seeds dormancy. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 79-83, 2014.

FRANÇA, J. M.; VENIAL, L. R.; COSTA, E. B.; SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; BERNARDES, P. M.; TATAGIBA, S. D.; LOPES, J. C.; FERREIRA, M. F. S.; ALEXANDRE, R. S. Morphophysiology, phenotypic and molecular diversity of auxin induced *Passiflora mucronata* Lam. (Passifloraceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 1799-1814, 2018.

FREITAS, J. C. O.; VIANA, A. P.; SANTOS, E. A.; PAIVA, C. L.; SILVA, F. H. L.; AMARAL JÚNIOR, T.; SOUZA, M. M.; DIAS, V. M. Resistance to *Fusarium solani* and characterization of hybrids from the cross between *P. mucronata* and *P. edulis*. **Euphytica**, v. 28, n. 3, p. 493-507, 2016.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-108.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Banco de dados agregados. Sistema IBGE de recuperação automática -Sidra. **Produção agrícola municipal: produção de maracujá**. 2021. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso: 20 de agosto de 2022.

MACIEL, K. S.; LIMA, P. A. M.; MADALON, F. Z.; FERREIRA, M. F. S.; ALEXANDRE, R. S.; LOPES, J. C. Genetic diversity in passion fruit plants at different altitudes. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, p. 1083-1093, 2019.

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

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 83-91, 2011.

NASCIMENTO, G. R.; LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. Biometria e embebição de sementes de *Passiflora* spp. submetidas a tratamentos para superação de dormência tegumentar. **Research, Society and Development**, v. 11, p. e58911226107, 2022.

NASCIMENTO, L. S. D. **Biometria e superação de dormência de sementes de espécies silvestres de *Passiflora***. 2020. 48 f. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento de plantas) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2020.

OLIVEIRA, J. D. S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FONSECA, K. G.; RAYA, S. Genetic variability of *Passiflora* spp. based on issr and rapd. **Asian Journal of Science and Technology**, v. 10, p. 9375-9378, 2019.

OLIVEIRA JUNIOR, M. X.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAIS, O. M.; DOURADO, F. W. N. Superação de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* MAST.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 584-590, 2010.

OLIVEIRA, K. J. B.; LIMA, J. S. S.; ANDRADE, L. I. F.; ARAÚJO, J. A. M.; CRISPIM, J. F. Quebra de dormência de sementes de *Delonix regia* (Fabaceae). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 131-140, 2018.

PREISIGKE, S. C.; NEVES, L. G.; ARAÚJO, K. L.; BARBOSA, N. R.; SERAFIM, M. E.; KRAUSE, W. Multivariate analysis for the detection of *Passiflora* species resistant to collar rot. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 6, p. 1700-1707, 2015.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2022.

SOUSA, H. G. A.; AGUIAR, B. A. C.; EPIFÂNIO, M. L. F. G.; SILVA, R. C.; FONSECA, A. C. C.; SOUZA, P. B. Superação da dormência de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 7, n. 2, p. 320-324, 2019.

5 CAPÍTULO II

INVESTIGAÇÃO MORFOFISIOLÓGICA, BIOQUÍMICA E HORMONAL EM SEMENTES DE GENÓTIPOS DE *Passiflora mucronata* LAM. SUSCEPTÍVEIS E RESISTENTES À FUSARIOSE

RESUMO - Os fatores genéticos determinam a composição química das sementes, que é variável entre e dentro espécies e influenciada pelos fatores ambientais. Na espécie *Passiflora mucronata*, autoincompatível, foi detectado indivíduos resistentes ao *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* f. *passiflorae* o que necessita investigar na descendência a condição morfofisiológica, bioquímica e hormonal e sua relação com a resistência a estes patógenos. Objetivou-se com o presente trabalho analisar as características fisiológicas, bioquímicas e fitormonais presentes em sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* Lam, submetidas ou não a termoterapia. Foram utilizadas sementes de genótipos (G2; G5; G6 e G8) de *P. mucronata*, procedentes de maracujzeiros cultivados. As sementes foram submetidas ao tratamento com termoterapia, utilizando-se água quente na temperatura de 70 °C, por um minuto e controle (sem tratamento). Posteriormente foram analisados a qualidade fisiológica e os principais compostos de reservas e estruturais das sementes responsáveis pelo suprimento de energia para o desenvolvimento do embrião e crescimento da plântula, como: amido, proteínas, lipídios e fibras e dos hormônios GA₃, AIA, prolina, precursor do etileno ACC, espermina e espermidina. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro genótipos (G2; G5; G6 e G8), com quatro repetições de 25 sementes. Sementes de genótipos de *P. mucronata* possuem dormência. As sementes dos genótipos G2 e G8 apresentam as maiores médias de germinação e vigor. Sementes de genótipos de *P. mucronata* submetidas ao tratamento de termoterapia apresentam menores médias de reservas nutritivas. As sementes do genótipo G6 apresentam menores médias de germinação, vigor, reservas nutritivas e hormônios. As sementes do genótipo G2 apresentam maiores médias de proteínas e lipídios, e dos hormônios AIA, prolina, precursor do etileno ACC, espermina e espermidina.

Palavras-chave: Maracujazeiro de restinga. Germinação. Vigor. Reservas nutritivas. Hormônios endógenos.

6.1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae e ao gênero *Passiflora*, que se destaca como o mais importante economicamente. O Brasil é considerado centro de origem de aproximadamente 150 espécies conhecidas, das quais 87 são endêmicas, o que o torna centro de diversidade genética do gênero. Atualmente destaca-se como maior produtor mundial de maracujá, com 683.993 toneladas, em uma área cultivada de 44.827 hectares (BERNACCI et al., 2015; IBGE, 2021).

Entre as inúmeras espécies nativas de maracujazeiros destaca-se a *P. mucronata* Lam., que é natural da Floresta Atlântica. A espécie também conhecida como maracujá de restinga ou maracujá silvestre, possui uma característica agrônômica extremamente importante, que é a resistência à bacteriose nas folhas, e à antracnose nos frutos e ramos e a fusariose nas raízes e coleto das mudas. Esses patógenos, apresentam um enorme potencial a ser explorado em programas de melhoramento genético e como da espécie comercial suscetível à fusariose, o maracujá azedo (*P. edulis* Sims) (JUNQUEIRA et al., 2005; PREISIGKE et al., 2015; FREITAS et al., 2016; CORREA et al., 2022).

O ciclo de crescimento de uma planta começa com a germinação de suas sementes (DONOHUE et al., 2010; NONOGAKI et al., 2010; LAI et al., 2015).

As sementes acumulam reservas nutritivas, que são armazenadas principalmente na forma de carboidratos, lipídios e proteínas. No entanto, o tipo e a quantidade de metabólitos primários transferidos da planta mãe têm relação direta com a germinação (DONOHUE, 2009; BASKIN; BASKIN, 2014; LI et al., 2017). Açúcares solúveis, proteínas e lipídios são os componentes mais abundantes e também os mais críticos para o desenvolvimento, portanto, sua quantidade influencia fortemente a velocidade e o sucesso da germinação, bem como a qualidade das mudas (ALENCAR et al., 2012; SORIANO et al., 2014; ZHAO et al., 2018). Além dessas biomoléculas, outros compostos têm exercido um papel fundamental durante a germinação, como os aminoácidos e as poliaminas (PIERUZZI et al., 2011).

Em todas as etapas do crescimento das plantas, os hormônios e seus precursores estão presentes em praticamente todos os processos fisiológicos, atuando na divisão celular, dormência, germinação de sementes, crescimento de parte aérea, raiz, florescimento, senescência e abscisão de folhas, flores e frutos (MIRANSARI; SMITH, 2014; PENFIELD, 2017).

Os hormônios, tanto em vegetais como em animais, são mensageiros químicos capazes de informar o estado de desenvolvimento das células, tecidos ou órgãos. Em plantas, os fitormônios são produzidos em determinados sítios e ativos em quantidades muito pequenas e transportados para outros, nos quais produzirão as respostas fisiológicas específicas, sendo que alguns atuam no mesmo sítio em que foram produzidos (TAIZ et al., 2017).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho analisar as características fisiológicas, bioquímicas e fitormonais presentes em sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* Lam., submetidas ou não a termoterapia.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

As análises fisiológicas e bioquímicas do experimento foram conduzidas no Laboratório de Análise de Sementes e no Laboratório de Bromatologia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, e as análises hormonais no Núcleo de Análise de Biomoléculas da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se sementes de quatro genótipos de *Passiflora mucronata* (G2 e G5 - resistentes à fusariose e G6 e G8 - susceptível à fusariose (CORRÊA et al., 2022), procedentes de maracujazeiros cultivados em espaldeira, na Área Experimental do CCAE-UFES, Alegre-ES, latitude 20° 45'S, longitude 41° 30'W e altitude de 250 m e da Fazenda Ponte da Braúna, em Alegre-ES. As sementes de frutos maduros e recém-colhidos foram extraídas com auxílio de uma colher esterilizada, removida a polpa com a cal extinta, sobre uma peneira, lavadas em água corrente e mantidas sobre papel tipo germitest à sombra para secagem. Posteriormente as sementes foram submetidas ao tratamento de termoterapia, para superação, utilizando-se água quente na temperatura de 70 °C, por um minuto e controle (sem tratamento).

As análises morfofisiológicas realizadas foram:

Germinação - conduzida com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel tipo germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, mantidos em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura alternada de 20-30 °C, na ausência de luz. As avaliações foram realizadas após sete e 35 dias da semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009), e os resultados expressos em porcentagem de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - determinado concomitante com o teste de germinação, sendo computado diariamente, até o 35º dia, o número de sementes que apresentaram protrusão da raiz primária igual ou superior a 2 mm (MAGUIRE, 1962).

Comprimento da parte aérea - determinado após 35 dias da semeadura, com o auxílio de uma régua milimetrada, mediante a medição do comprimento entre o colo e o ápice da última folha de cada planta da amostra e o resultado expresso em cm planta⁻¹.

Comprimento da raiz - determinado após 35 dias da semeadura, com o auxílio de uma régua milimetrada, medindo-se do colo da planta e a ponta da maior raiz e os resultados expressos em cm planta⁻¹.

Massa seca das plântulas - determinada após 35 dias da semeadura, em balança analítica (0,0001 g). As plântulas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo Kraft, mantidas em estufa de convecção a 72 °C por 72 horas (massa constante) e os resultados expressos em mg plantula⁻¹.

As análises bioquímicas realizadas foram:

Para a realização das análises bioquímicas foram utilizadas sementes com tratamento de termoterapia, com água quente na temperatura de 70 °C e sementes sem tratamento (controle). As sementes foram trituradas em cadinhos e submetidas à maceração e posteriormente, colocadas em câmara fria para evitar a sua deterioração. A extração constou de quatro repetições com amostras de 250 mg, segundo o protocolo adaptado de Bligh e Dyer (1959). Foi feita a série etanólica (98, 80 e 50%) e clorofórmio, mantendo as amostras em banho maria a 80 °C por 20 minutos e centrifugando a 10.000

rpm por 10 minutos. Como resultado, obteve-se uma fase sólida e três fases líquidas, uma hidrofílica e duas hidrofóbicas.

Para a realização do teor de lipídios totais utilizou-se as partes hidrofóbicas precipitadas da extração, mantendo-as por 12 horas de repouso, com posterior secagem em estufa a 60 °C, até peso constante. Para o teor de açúcares solúveis totais, adicionou-se antrona 0,2% e etanol 80% na solução hidrofílica, mantendo-as em banho Maria a 100 °C por 15 minutos. A leitura de absorvância foi feita no comprimento de ondas de 620 nm, em espectrofotômetro Drawell EEQ9507 (YEMM; WILLIS, 1954).

Para análise do teor de proteínas totais foi acrescentado junto ao pellet hidróxido de potássio (KOH) 0,2 M, seguido por banho maria a 75 °C durante 2 horas. As amostras foram mantidas em centrífuga a 10.000 rpm durante 10 minutos, retirando-se, posteriormente, o sobrenadante. O extrato foi diluído em KOH 0,2 M e em solução de Bradford, seguido por um repouso de 10 minutos para a realização da leitura no espectrofotômetro Drawell EEQ9507, no comprimento de ondas de 595 nm (BRADFORD, 1976).

Para a obtenção do amido, o pellet resultante da extração das proteínas foi tratado com ácido clorídrico (HCl) 3%, incubando a 80 °C, durante três horas e trinta minutos, seguido por uma centrifugação a 10.000 rpm por 10 minutos. Posteriormente foi retirado o sobrenadante para a realização da leitura no espectrofotômetro Drawell EEQ-9507, no comprimento de ondas de 620 nm. O pellet resultante da extração do amido foi seco em estufa a 60 °C até peso constante, para a obtenção de fibras.

Análises hormonais realizadas foram:

A extração hormonal foi realizada segundo Forcat et al. (2008), com quatro repetições de 0,110 g para cada genótipo, utilizando-se sementes com tratamento de termoterapia, com água quente na temperatura de 70 °C e sementes sem tratamento (controle), para a avaliação dos picos do ácido indol-3-acético (AIA), ácido giberélico (GA₃), precursor do etileno ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), prolina, espermina e espermidina.

As amostras foram maceradas separadamente em cadinho juntamente com o extrator metanol:isopropanol:ácido acético (20:79:1), mantidos em microtubos com volume de 1,5 mL, mantendo-os em gelo (passo 1). Posteriormente foram adicionados

400 µL da solução de extração em cada microtubo, agitando em vortex por 20 segundos, repetindo-se quatro vezes para cada amostra e sonicando por 10 minutos (passo 2). As amostras permaneceram em repouso durante 30 minutos em gelo, em seguida foram sonicadas por 10 minutos e centrifugadas a 13.000 rpm por 10 minutos a 4 °C, sendo o sobrenadante pipetado para microtubos de 2,0 mL (passo 3). Em seguida foram repetidos os passos 2 e 3, pipetando-se novamente o sobrenadante para os microtubos. As amostras foram filtradas em filtros de seringa PVDF 13 mm e 0,22 µm, visando à remoção de qualquer partícula em suspensão. Para a realização da leitura dos hormônios, as amostras foram injetadas no equipamento UHPLC-triploquadropolo (QQQ), através de um vial contendo 300 µL da solução extraída. Os resultados foram analisados no Software Skyline para a obtenção das áreas de cada pico e as massas foram calculadas em ng g⁻¹. Para a prolina, espermina e espermidina foi realizada a quantificação relativa, indicativa de abundância e não de concentração.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro genótipos (G2; G5; G6 e G8) x termoterapia (ausência e presença na temperatura de 70 °C, por 1 minuto), com quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias feita pela aplicação do teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos e de homogeneidade de variância. Os cálculos estatísticos foram realizados utilizando-se o software R (R CORE TEAM, 2022).

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes dos genótipos de *P. mucronata* não submetidas a tratamentos pré-germinativos (controle) não germinaram, não obtendo assim resultados de germinação e vigor. As sementes de algumas espécies de *Passiflora* apresentam dormência, necessitando de tratamento especial antes da semeadura para propiciar ou aumentar sua germinação. A dormência de sementes impede a germinação durante períodos adversos, mesmo em condições favoráveis, sendo um mecanismo importante de adaptação de espécies que garante uma distribuição de germinação ao longo do tempo (SANTOS et al., 2015; FALEIRO et al., 2019).

A dificuldade que estas sementes apresentam para germinar pode estar associada a efeitos genéticos instalados durante a sua maturação, a exemplo da dormência fisiológica, que é controlada por fatores endógenos, tais como imaturidade do embrião (OLVERA-CARRILLO et al., 2009), balanço hormonal (KANG et al., 2015; PENFIELD, 2017) ou, pela dormência física, na qual as sementes apresentam resistência à absorção de água devido à espessura e dureza tegumentar, decorrente da deposição de compostos como lignina, o que dificulta a sua degradação por fungos e a protrusão da raiz primária (DAYRELL et al., 2016).

Na Figura 1 estão presentes a germinação e índice de velocidade de germinação das sementes submetidas ao tratamento com água na temperatura de 70 °C. Os genótipos G2 e G8 apresentaram as maiores médias de porcentagem de germinação (90 e 92%, respectivamente), e os genótipos G2; G5 e G8 as maiores médias de índice de velocidade de germinação (2,1; 2,0 e 2,05, respectivamente). Entretanto, o genótipo G6 apresentou a menor média de germinação e índice de velocidade de germinação (43% e 0,62, respectivamente).

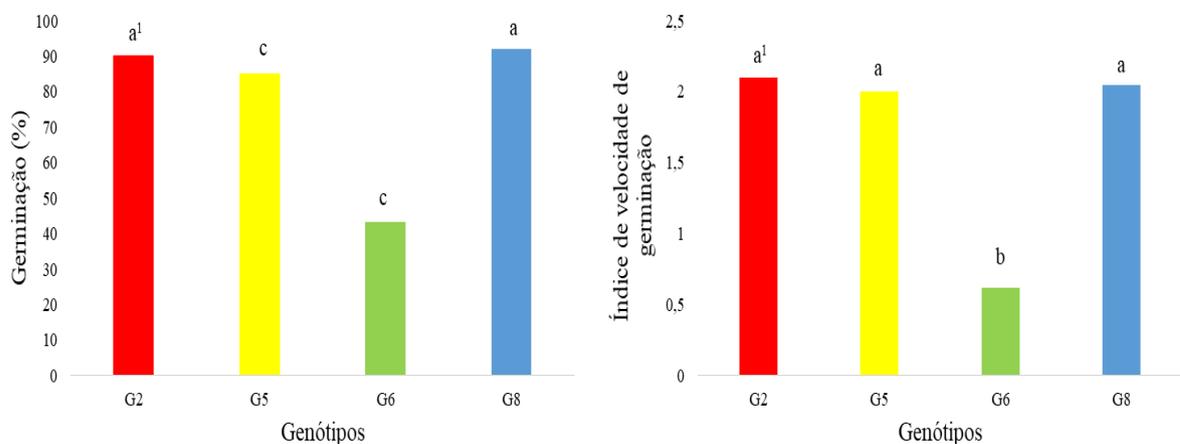


Figura 1 - Germinação (%) e índice de velocidade de germinação de sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* (G2; G5; G6 e G8), submetidas ao tratamento com água na temperatura de 70 °C. ¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre os genótipos, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

O comprimento da parte aérea das plântulas dos genótipos G2 e G8 apresentaram as maiores médias (7,3 e 7,7 cm, respectivamente), e as plântulas dos genótipos G2; G5 e G8 apresentaram maiores médias de comprimento de raiz (3,5; 3,1 e 3,9 cm,

respectivamente). As menores médias de comprimento de parte aérea e raiz foram observadas no genótipo G6 (Figura 2).

Para a variável massa seca (Figura 2), não houve diferença significativa entre as médias das plântulas dos genótipos de *P. mucronata*.

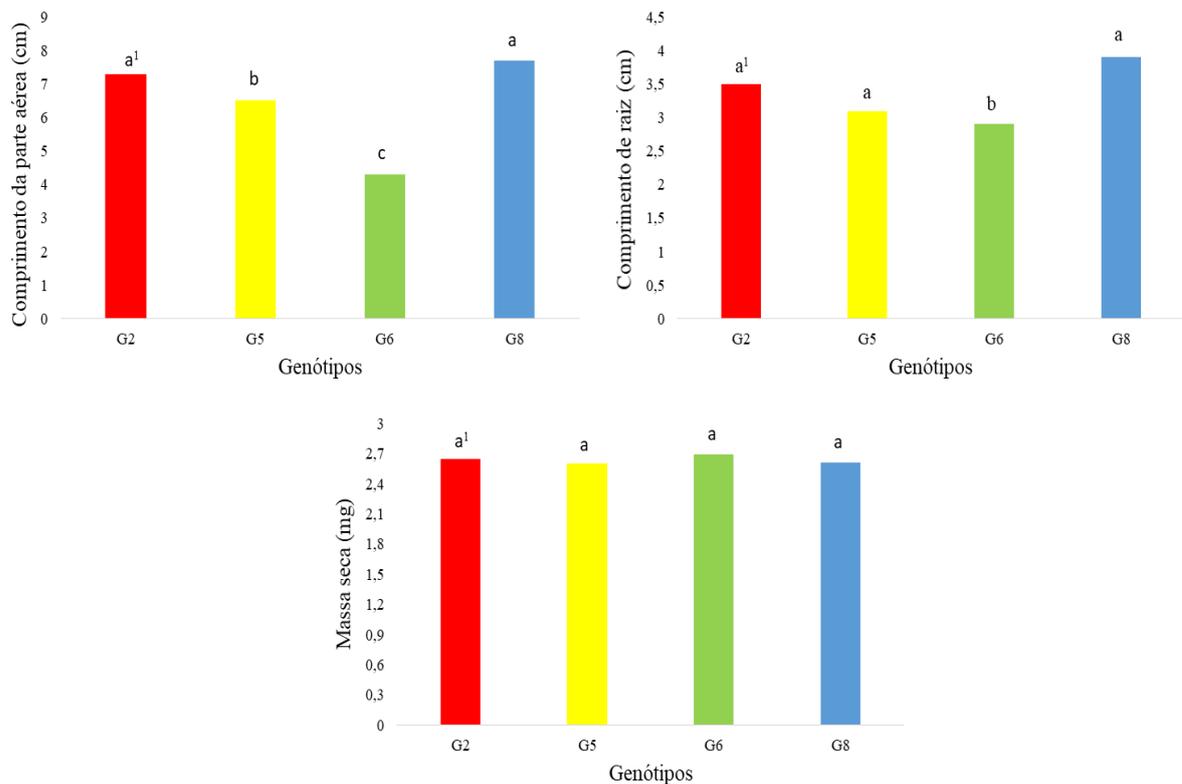


Figura 2 - Comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e massa seca de plântulas de genótipos de *Passiflora mucronata* (G2; G5; G6 e G8), cujas sementes foram submetidas ao tratamento com água na temperatura de 70 °C. ¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre os genótipos, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Para as sementes de *P. mucronata* não submetidas ao tratamento de termoterapia, as sementes do genótipo G8 apresentaram maiores médias de teores de amido e fibras. No entanto, as sementes do genótipo G2 apresentaram maiores médias de proteínas e lipídios. A menor média de amido e proteínas foram observadas nas sementes do genótipo G6, de lipídios no genótipo G8 e de fibras no genótipo G6 (Figura 3). 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 posteriormente são quebrados para suprimento de energia desenvolvimento do embrião até a formação de uma nova planta (KERBAUY, 2008; ZHAO et al., 2018).

Para as sementes submetidas ao tratamento de termoterapia, as sementes do genótipo G8 apresentaram as maiores médias de amido, proteínas, lipídios e fibras. No entanto, as sementes do genótipo G6 apresentaram menores médias de amido e proteínas, enquanto as do genótipo G2 apresentaram menores médias de lipídios e fibras (Figura 3).

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. Confirma o encontrado no presente trabalho, no qual as sementes do genótipo G6 apresentou as menores médias de germinação e vigor, assim como menores conteúdos de amido e proteínas.

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).

Houve diferença significativa entre as sementes com e sem tratamento de termoterapia, para todos os genótipos e variáveis. As sementes sem tratamento apresentaram as maiores médias de amido, proteínas, lipídios e fibras.

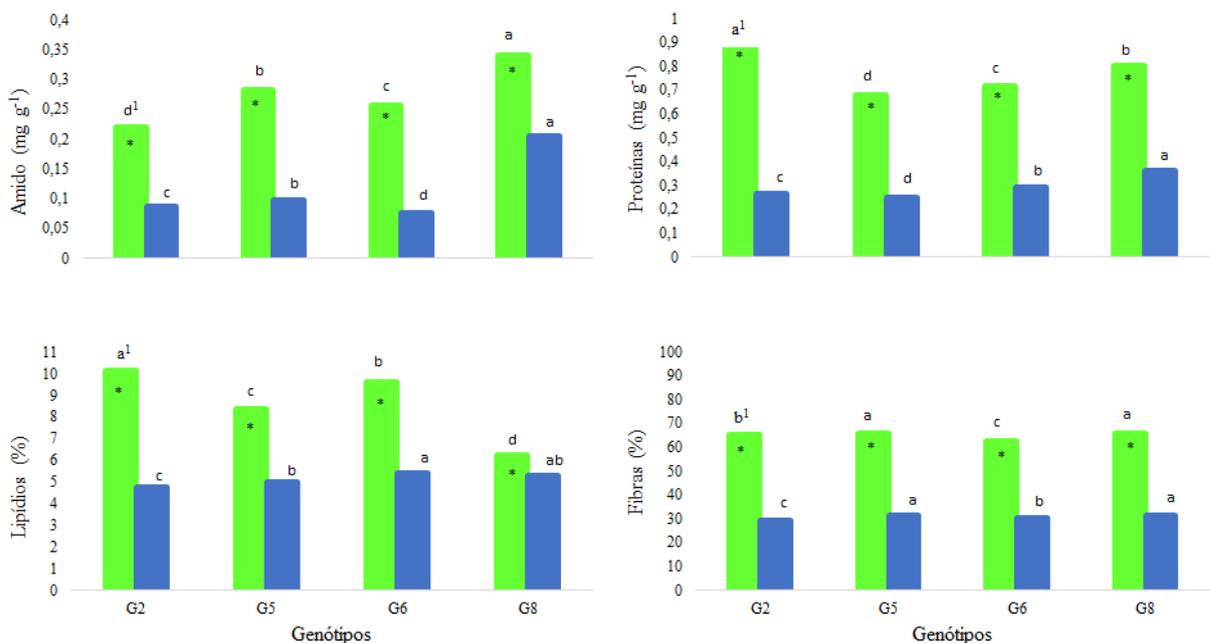


Figura 3 - Amido (mg g^{-1}), proteínas (mg g^{-1}), lipídios (%) e fibras (%) em sementes de genótipos de *Passiflora mucronata* sem tratamento (verde) e tratadas com água na temperatura de 70 °C (azul). ¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre os genótipos, para cada tratamento e variável não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). *Significativo ($p < 0,05$) e ^{ns}Não significativo pelo teste F, dentro de cada genótipo entre os tratamentos.

Na análise de hormônios, o GA₃ não apresentou diferença significativa entre os genótipos e os tratamentos das sementes sem e com termoterapia (Figura 4). 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).

Nas sementes sem tratamento com termoterapia, as maiores médias de AIA, prolina, ACC, espermina e espermidina foram observadas nas sementes do genótipo G2. Contudo, as menores médias foram observadas nos genótipos G5 e G6 (Figura 4). Nos genótipos G5 e G6, similarmente foram observadas menores médias de germinação e vigor (Figuras 1 e 2), bem como menores reservas nutritivas (Figura 3).

Para as sementes submetidas à termoterapia, a maior média de AIA foi observada no genótipo G6, e de prolina, ACC, espermina e espermidina no genótipo G2. Contudo, as menores médias de prolina, ACC, espermina e espermidina foram encontradas nos genótipos G5 e G6, resultado semelhante ao encontrado com as sementes sem tratamento (Figura 4).

Nas variáveis AIA e espermidina, apenas o genótipo G5 não apresentou diferença significativa entre os tratamentos da semente com e sem termoterapia. Contudo, considerando o teor de prolina, apenas os genótipos G2 e G6 não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Figura 4). A prolina induz diferentes respostas fisiológicas que promovem maior capacidade da cultura em superar condições de estresses abióticos, no qual é encontrada em altas concentrações quando as plantas estão submetidas a estresses. O seu acúmulo causa um ajuste osmótico das células, favorecendo a manutenção das atividades metabólicas durante esses estresses (MANSOUR; ALI, 2017; ARTEAGA et al., 2020).

Nas variáveis ACC e espermina houve diferença significativa entre os tratamentos para todos os genótipos (Figura 4).

O ACC sugere a presença de etileno, sendo que a sua maior expressão pode estar associada a fatores estressantes, principalmente quando a planta se encontra em ambiente com déficit hídrico, podendo prejudicar o crescimento de parte aérea e sistema radicular (ZHANG et al., 2017). O etileno também atua em processos de senescência e amadurecimento por meio da regulação de genes envolvidos na mudança de coloração, geração de radicais livres, autofagia e na hidrólise de parede celular (LI et al., 2019).

Em sementes de trigo a superação da dormência fisiológica pode estar associada à perda da sensibilidade pelos hormônios ABA e AIA durante a germinação, na qual o ABA atuaria reprimindo a transcrição de genes envolvidos nos processos de germinação e induzindo a produção de genes responsáveis pelo catabolismo de giberelina, podendo diminuir a síntese de α -amilases e outras hidrolases responsáveis pela quebra de macromoléculas (amido), que irão ser utilizadas na nutrição do eixo embrionário (LIU et al., 2013).

Segundo Xiao et al. (2018), durante as fases de embebição e ativação metabólica de sementes de arroz, observou-se que o AIA teve sua concentração aumentada no embrião e no tecido de reserva, enquanto os conteúdos de ABA decresceram.

Os aminoácidos representam uma importante forma de armazenamento e transporte de nitrogênio orgânico, essenciais para a síntese de proteínas e precursores de metabólitos primários e secundários (HILDEBRANDT et al., 2015). A prolina atua como um osmólito e uma chaperona química e, portanto, é acumulada pelas plantas sob várias condições de estresse (HILDEBRANDT et al., 2015).

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 prevenir os efeitos deletérios dos estresses ambientais (FONSECA; PEREZ, 2003). Observou-se que a concentração de SPM no genótipo G2 é aproximadamente três vezes superior aos demais genótipos estudados, o que pode ser um marcador bioquímico da resistência deste genótipo à fusariose. Segundo Asija et al. (2022), as PAs podem controlar a infecção fúngica, limitando a esporulação, restringindo a produção de micotoxinas, ativando vários genes relacionados à defesa e enzimas metabólicas, induzindo necrose em patógenos necrotróficos e, assim, inibindo a colonização de fungos patogênicos.

O conteúdo e a concentração de poliaminas, em sementes maduras, varia de acordo com a espécie, havendo distribuição entre os órgãos de reserva (cotilédones e endosperma) e eixo embrionário; evidências sugerem que o conteúdo de poliaminas aumenta durante os estádios iniciais de germinação (MATILLA, 1996).

Em estudo sobre concentrações de poliaminas durante a germinação de sementes, Villanueva e Huang (1993) relataram que durante o processo de superação de dormência de sementes e no início da embebição, as concentrações de poliaminas aumentam e ficam semelhantes às de RNA, DNA e proteínas, sugerindo que as poliaminas estejam envolvidas nos estádios iniciais da germinação e sejam essenciais ao processo.

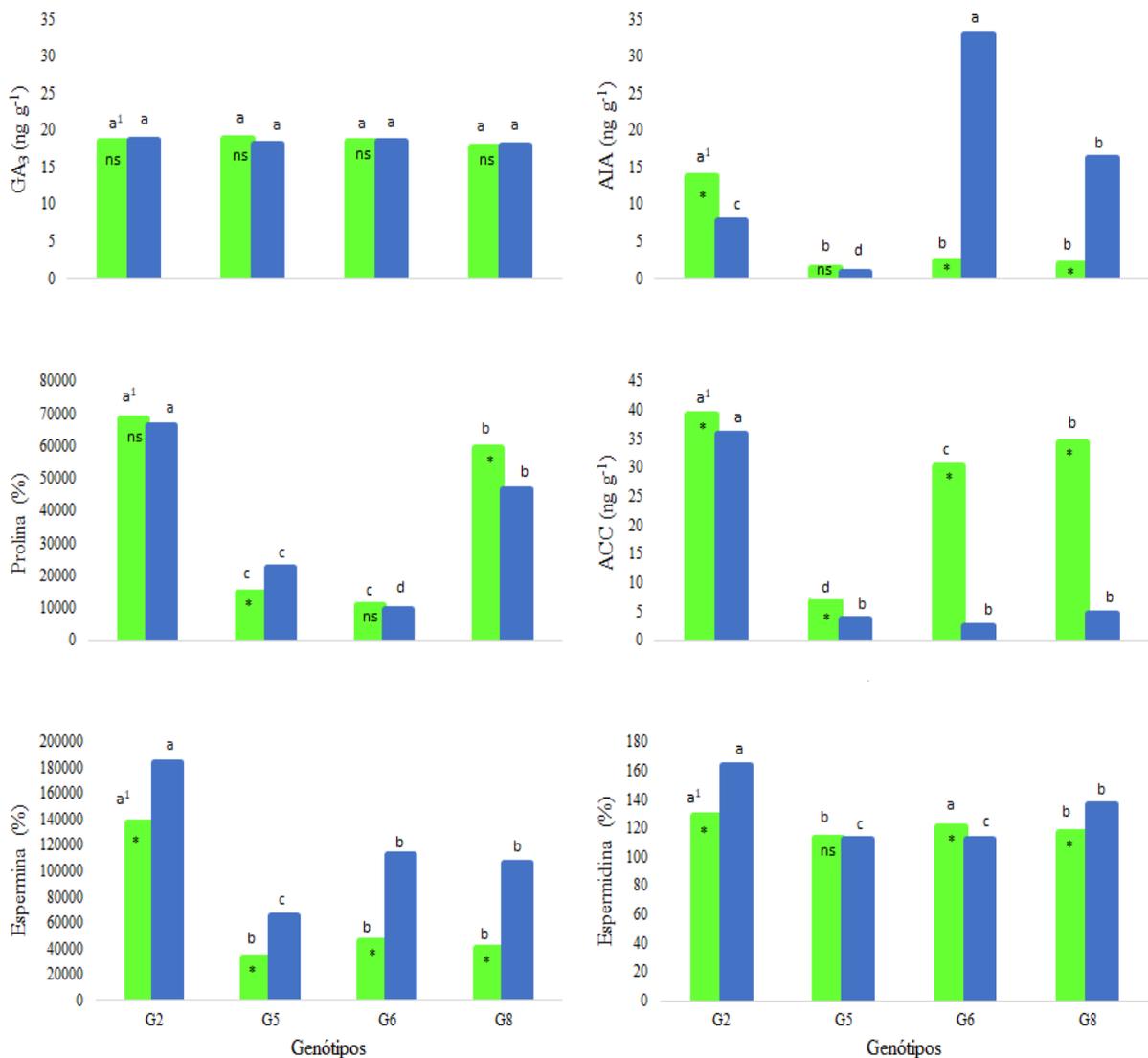


Figura 4 - Concentração endógena dos hormônios GA₃, AIA, prolina, precursor do etileno ACC, espermina e espermidina, presentes em sementes de genótipos de *Passiflora mucronata*, sem tratamento (verde) e tratadas com água na temperatura de 70 °C (azul). ¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula entre os genótipos, para cada tratamento e

variável não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). *Significativo ($p < 0,05$) e ^{ns}Não significativo pelo teste F, dentro de cada genótipo entre os tratamentos.

6.4 CONCLUSÃO

Sementes de genótipos de *P. mucronata* possuem dormência.

As sementes dos genótipos G2 e G8 apresentam as maiores médias de germinação e vigor.

Sementes de genótipos de *P. mucronata* submetidas ao tratamento de termoterapia apresentam menores médias de reservas nutritivas.

As sementes do genótipo G6 apresentam menores médias de germinação, vigor, reservas nutritivas e hormônios.

As sementes do genótipo G2 apresentam maiores médias de proteínas e lipídios, e dos hormônios AIA, prolina, precursor do etileno ACC, espermina e espermidina.

6.5 REFERÊNCIAS

ALENCAR, N. L.; INNECCO, R.; GOMES-FILHO, E.; GALLÃO, M. I.; ALVAREZ-PIZARRO, J. C.; PRISCO, J. T.; OLIVEIRA, A. B. Seed reserve composition and mobilization during germination and early seedling establishment of *Cereus jamacaru* D.C. ssp. *jamacaru* (Cactaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, p. 823-832, 2012.

ARTEAGA, S.; YABOR, L.; DÍEZ, M. J.; PROHENS, J.; BOSCAIU, M.; VICENTE, O. Uso de prolina na triagem de tolerância à seca e salinidade em genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agronomia**, v. 10, n. 6, p. 817, 2020.

ASIJA, S.; SETH, T.; UMAR, S.; GUPTA, R. Polyamines and their crosstalk with phytohormones in the regulation of plant defense responses. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 201, 2022.

BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. What kind of seed dormancy might palms have? **Seed Science Research**, v. 24, p. 17-22, 2014.

BERNACCI, L. C.; CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; NUNES, T. S.; IMIG, D. C.; MEZZONATO, A. C. **Passifloraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>>.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

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

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

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

CORREA, A. O.; ALEXANDRE, R. S.; PFENNING, L. H.; CABANEZ, P. A.; FERREIRA, A.; FERREIRA, M. F. S.; LIMA, P. A. M.; MELLO, T.; OTONI, W. C.; LOPES, J. C. *Passiflora mucronata*, a passion fruit wild species resistant to fusariosis and a potential rootstock for commercial varieties. **Scientia Horticulturae**, v. 302, p. 111174, 2022.

DAYRELL, R. L.; GARCIA, Q. S.; NEGREIROS, D.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; SILVEIRA, F. A. O. Phylogeny strongly drives seed dormancy and quality in a climatically buffered hotspot for plant endemism. **Annals of Botany**, v. 119, n. 2, p. 267-277, 2016.

DONOHUE, K. Completing the cycle: material effects as the missing link in plant life histories. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 364, p. 1059-1074, 2009.

DONOHUE, K.; DE CASAS, R. R.; BURGHARDT, L.; KOVACH, K.; WILLIS, C. G. Germination, postgermination, adaptation, and species ecological ranges. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 41, p. 293-319, 2010.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. de; MIRANDA, D.; OTONI, W. C. Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 2, p. e-155, 2019.

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.

FORCAT, S.; BENNETT, M. H.; MANSFIELD, J. W.; GRANT, M. R. A rapid and robust method for simultaneously measuring changes in the phytohormones ABA, JA and SA in plants following biotic and abiotic stress. **Plant Methods**, v. 4, n. 1, p. 16, 2008.

FREITAS, A. R.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G.; ZANOTTI, R. F.; VENANCIO, L. P. Allelopathic effect of *Passiflora alata* Curtis extracts on seed germination. **Comunicata Science**, v. 7, n. 1, p. 129-132, 2016.

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.

HILDEBRANDT, T. M.; NESI, A. N.; ARAÚJO, W. L.; BRAUN, H. P. Amino acid catabolism in plants. **Molecular Plant**, v. 8, n. 11, p. 1563-1579, 2015.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Banco de dados agregados. Sistema IBGE de recuperação automática -Sidra. **Produção agrícola municipal: produção de maracujá**. 2021. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso: 20 de agosto de 2022.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-108.

KANG, J.; YIM, S.; CHOI, H.; KIM, A.; LEE, K. P.; LOPEZ-MOLINA, L.; MARTINOIA, E.; LEE, Y. Abscisic acid transporters cooperate to control seed germination. **Nature Communications**, v. 6, p. 8113-8113, 2015.

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

LAI, L. M.; TIAN, Y.; WANG, Y. J.; ZHAO, X. C.; JIANG, L. H.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; ZHENG, Y. Distribution of three congeneric shrub species along an aridity gradient is related to seed germination and seedling emergence. **AoB Plants**, v. 7, p. plv071, 2015.

LI, R.; CHEN, L. J.; WU, Y. P.; ZHANG, R.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; HU, X. Effects of cultivar and maternal environment on seed quality in *Vicia sativa*. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1-9, 2017.

LIU, A.; GAO, F.; KANNO, Y.; JORDAN, M. C.; KAMIYA, Y.; SEO, M.; AYELE, B. T. Regulation of wheat seed dormancy by after-ripening is mediated by specific transcriptional switches that induce changes in seed hormone metabolism and signaling. **PLoS One**, v. 8, n. 2, e56570, 2013.

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

MANSOUR, F. M. M.; ALI, E. F. Avaliação das funções da prolina em condições salinas. **Fitoquímica**, v. 7, n. 140, p. 52-68, 2017.

MATILLA, A. J. Polyamines and seed germination. **Seed Science Research**, v. 6, n.3, p. 81-93, 1996.

MIRANSARI, M.; SMITH, D. L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, v. 99, p. 110-121, 2014.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination - still a mystery. **Plant Science**, v. 179, p. 574-581, 2010.

OLVERA-CARRILLO, Y.; MÉNDEZ, I.; SÁNCHEZ-CORONADOC, M. E.; MÁRQUEZ-GUZMÁNA, J.; BARRADASC, V. L.; HUANTEC, P.; OROZCO-SEGOVIA, A. Effect of environmental heterogeneity on field germination of *Opuntia tomentosa* (Cactaceae, Opuntioideae) seeds. **Journal of Arid Environments**, v. 73, n. 4, p. 414-420, 2009.

PENFIELD, S. Seed dormancy and germination. **Current Biology**, v. 27, n. 17, p. R874-R878, 2017.

PIERUZZI, F. P.; DIAS, L. L. C.; BALBUENA, T. S.; SANTA-CATARINA, C.; SANTOS, A. L. W.; FLOH, E. I. S. Polyamines, IAA and ABA during germination in

two recalcitrant seeds: *Araucaria angustifolia* (Gymnosperm) and *Ocotea odorifera* (Angiosperm). **Annals of Botany**, v. 108, n. 2, p. 337-345, 2011.

PREISIGKE, S. C.; SILVA, L. P.; SERAFIM, M. E.; BRUCKNER, C. H.; ARAÚJO, K. L.; NEVES, L. G. Seleção precoce de espécies de *Passiflora* resistente a fusariose. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 321-325, 2017.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2022.

SANTOS, C. E. M.; MORGADO, M. A. D.; MATIAS, R. G. P.; WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C. H. Germination and emergence of passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds obtained by self- and open-pollination. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 4, p. 489-493, 2015.

SORIANO, D.; HUANTE, P.; GAMBOA-DEBUEN, A.; OROZCO-SEGOVI, A. Effects of burial and storage on germination and seed reserves of 18 tree species in a tropical deciduous forest in Mexico. **Oecologia**, v. 174, p. 33-44, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 858 p., 2017.

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**, v. 19, n. 2, p. 73-80, 2007.

VILLANUEVA, V. R.; HUANG, H. Effect of polyamine inhibition on pea seed germination. **Journal of Plant Physiology**, v. 141, n. 3, p. 336-340, 1993.

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

XIAO, H. M.; CAI, W. J.; YE, T. T.; DING, J.; FENG, Y. Q. Spatio-temporal profiling of abscisic acid, indoleacetic acid and jasmonic acid in single rice seed during seed germination. **Analytica Chimica Acta**, v. 1031, p. 119-127, 2018.

ZHANG, X.; YANG, X.; WANG, H.; LI, Q.; WANG, H.; LI, Y. A significant positive correlation between endogenous trans-zeatin content and total arsenic in arsenic hyperaccumulator *Pteris cretica* var. *nervosa*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 138, p. 199-205, 2017.

ZHAO, M.; ZHANG, H.; YAN, H.; QIU, L.; BASKIN, C. C. Mobilization and role of starch, protein, and fat reserves during seed germination of six wild grassland species. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1-11, 2018.

6 CAPÍTULO III

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Passiflora* spp. TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS PARA CONTROLE DE FUNGOS

RESUMO - O desempenho das plantas em campo depende da sanidade das sementes e ausência de doenças. Objetivou-se com o presente trabalho estudar a qualidade fisiológica de sementes de maracujá amarelo, roxo e maracujá de restinga após tratamentos com óleo essencial de citronela e canela para controle de fungos. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES). Foram utilizadas sementes de maracujá amarelo, roxo e de restinga tratadas com óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*) e canela (*Cinnamomum cassia* L.) nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0 e 2,0 % v v⁻¹. Para o controle negativo foi utilizada água e para o controle positivo, uma solução com Captan à 2,0% v v⁻¹. Foram analisados: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimentos da parte aérea e da raiz, e massa fresca e seca das plântulas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. O óleo essencial de citronela e canela e o Captan são eficientes no controle de fungos de sementes de *Passiflora* spp. O óleo essencial de canela e o de citronela interferem no vigor das sementes. O Captan não interfere na qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: Fungicida. Germinação. Maracujá. Vigor.

7.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Passiflora* é considerado o maior da família das Passifloráceas, apresenta uma alta variabilidade genética e diferentes características entre as espécies que o compõem (OLIVEIRA et al., 2019). Os extratos de diferentes partes da planta de *Passiflora edulis* apresentam atividades farmacológicas, incluindo antioxidante, analgésica, anti-inflamatória, antimicrobiana, anti-hipertensiva, hepatoprotetora, antitumoral, antidiabética, hipolipidêmica, antidepressiva e ansiolítica, por isso são usadas em diversos remédios fitoterápicos (HE et al., 2020).

O maracujá é um fruto popular que apresenta características nutricionais e sensoriais que o tornam atrativo para o consumo, seja visando saúde ou bem-estar. A produção do fruto no Brasil no ano de 2021 alcançou 683.993 toneladas, sendo que o estado do Espírito Santo totalizou uma produção de 15.447 toneladas, com uma área colhida de 702 hectares (IBGE, 2021).

A propagação do maracujazeiro pode ser realizada através de estacas (forma vegetativa), ou por sementes (AGUIAR et al., 2014), sendo que, a propagação por sementes é a mais utilizada em cultivos comerciais (WAGNER JUNIOR et al., 2006). As sementes devem estar sadias para evitar a disseminação de doenças na área cultivada. Fungos como *Alternaria* sp., *Fusarium* spp. e *Lasiodyplodia theobromae* são transmitidos por sementes e causam danos incluem lesões na planta e no fruto (PARISI et al., 2018).

A qualidade fisiológica das sementes é caracterizada pelo percentual de germinação e pelo vigor, que influenciam diretamente o desempenho das plantas em campo. Sementes com alto vigor apresentam taxa de germinação e emergência mais rápida e uniforme, desempenho superior como maior taxa de crescimento e uma melhor estrutura de produção resultando em maior produtividade (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Visando a um melhor desempenho das plantas no campo, é essencial que as sementes apresentem sanidade e estejam livres de doenças. O tratamento de sementes com óleo essencial é utilizado como alternativa ao método químico e apresenta resultados satisfatórios na qualidade sanitária e fisiológica de sementes (GOMES et al., 2019).

Os óleos essenciais de *Cinnamomum cassia* L. e de *Cymbopogon nardus* apresentam, além de efeitos farmacológicos, efeito antimicrobiano, ação fungicida (VELOSO et al., 2012; GOMES et al., 2019; RUSSIANO et al., 2019), atividade antibacteriana para bactérias Gram-negativas e para bactérias Gram-positivas, além de atividade antioxidante (ANDRADE et al., 2012).

O Captan é um fungicida não sistêmico com ação preventiva do grupo químico dicarboximida (BRASIL, 2022), e seu uso é indicado em sementes como forma de proteção e controle de fungos (CRUZ et al., 2018). Contudo, por ser um método

químico, pode apresentar algum efeito tóxico e comprometer a qualidade fisiológica das sementes, de forma a afetar a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas (VOGEL; FEY, 2019).

Objetivou-se com este trabalho estudar a qualidade fisiológica de sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), maracujá roxo (*Passiflora edulis*) e maracujá de restinga (*Passiflora mucronata*) após tratamentos com óleos essenciais de citronela e canela para controle de fungos em sementes.

7.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), em Alegre - ES. Utilizando-se sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.), maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims.) e maracujá silvestre ou de restinga (*Passiflora mucronata* Lam.) procedentes de frutos colhidos em pomares localizados na região sul do estado do Espírito Santo.

Inicialmente foi analisado o teor de água das sementes, realizado pelo método da estufa a temperatura de 105 ± 3 °C, durante o período de 24 horas, de acordo com metodologia descrita no manual de Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Em seguida, as sementes foram tratadas com óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e canela (*Cinnamomum cassia* L.), que foi emulsionado com Tween 80, na proporção 1:1 e dissolvido em água destilada para a obtenção de soluções nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0 % v v⁻¹. Para o controle negativo foi utilizada água destilada e como controle positivo solução com Captan a 2,0% v v⁻¹. A homogeneização das sementes com as soluções foi promovida pela agitação contínua realizada com bastão de vidro durante 20 minutos.

A verificação do efeito dos óleos nas quatro concentrações foi realizada pelos testes descritos a seguir:

Germinação - conduzida com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel tipo germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, mantidos em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura alternada de 20-30 °C, com fotoperíodo de oito horas

de luz. As avaliações foram feitas após sete e 35 dias da sementeira, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009), e os resultados expressos em porcentagem de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - determinado concomitante com o teste de germinação, sendo computado diariamente, até o 35º dia, o número de sementes que apresentou protrusão da raiz primária igual ou superior a 2 mm (MAGUIRE, 1962).

Comprimento da parte aérea - determinada com o auxílio de uma régua milimetrada, mediante a medição do comprimento entre o colo e o ápice da última folha de cada plântula da amostra e o resultado expresso em cm plântula⁻¹.

Comprimento da raiz - determinado com o auxílio de uma régua milimetrada, medindo-se do colo da planta e a ponta da maior raiz e os resultados expressos em cm planta⁻¹.

Massa seca das plântulas - determinada em plântulas normais, ao final do experimento de germinação (35º dia). Posteriormente, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel tipo *kraft* e mantidas em estufa a 65 °C, por 72 horas, a determinação da massa seca obtida em balança analítica (0,0001 g), e os resultados expressos em mg plântula⁻¹ (BRASIL, 2009).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três espécies (maracujazeiro amarelo, maracujazeiro roxo e maracujazeiro de restinga), dois óleos (citronela e canela) em três concentrações (0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹) e dois controles (Água destilada e Captan), conduzidas com quatro repetições de 25 sementes. Para o fator quantitativo foi realizada análise de regressão e para os fatores qualitativos teste de média, pelo teste de Dunnett e Duncan em nível de 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R CORE TEAM, 2022).

7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a germinação, não houve diferença significativa entre as sementes de maracujá das diferentes espécies, tratadas com óleo de canela, independente da concentração utilizada. O mesmo comportamento foi observado para as sementes tratadas com água e Captan (Tabela 1).

As sementes de maracujá roxo submetidas ao óleo de citronela a 0,5 e 2,0% apresentaram maiores médias de porcentagem de germinação (85 e 72%, respectivamente). No entanto, quando as sementes foram submetidas à concentração de 1,0%, não houve diferença significativa entre as espécies de maracujá amarelo (MAM) e maracujá roxo (MRO), sendo as sementes do maracujá de restinga (MRE) as que apresentaram menor média de porcentagem de germinação (20%). Esse resultado corrobora com aqueles obtidos por Brito et al. (2012), que observaram uma atividade alelopática nas sementes de milho tratadas com óleo essencial de citronela, em que houve queda da porcentagem de germinação.

Comparando os dois óleos na mesma concentração (Tabela 1), apenas as sementes do maracujá de restinga (MRE) apresentaram diferença significativa, nas três concentrações (0,5; 1,0 e 2,0%).

Tabela 1 - Germinação de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Espécies	Concentrações (%)						Água	Captan
	0,5		1,0		2,0			
	Cintronela	Canela	Cintronela	Canela	Cintronela	Canela		
MAM	71 b ^{l^{ns}}	88 a	65 a ^{ns}	74 a	74 b ^{ns}	86 a	94 a	86 a
MRO	85 a ^{ns}	82 a	71 a ^{ns}	80 a	72 a ^{ns}	78 a	86 a	82 a
MRE	23 b [*]	85 a	20 b [*]	69 a	15 c [*]	77 a	92 a	88 a

^lMédias seguidas pela mesma letra, nas colunas entre as espécies, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Duncan. ^{*}Significativo e ^{ns}Não significativo nas linhas, entre os óleos nas mesmas concentrações, pelo teste de F (p<0,05).

As sementes de maracujá amarelo e maracujá roxo tratadas com óleo de citronela apresentaram comportamento similar, ou seja, houve uma pequena redução na porcentagem de germinação quando tratadas nas concentrações do óleo. Contudo, na germinação das sementes de maracujá de restinga houve uma redução brusca, quando as sementes foram tratadas com o óleo (Figura 1A).

As sementes de maracujá amarelo, roxo e de restinga apresentaram comportamentos similares para germinação, quando tratadas com diferentes concentrações de óleo de canela (Figura 1B).

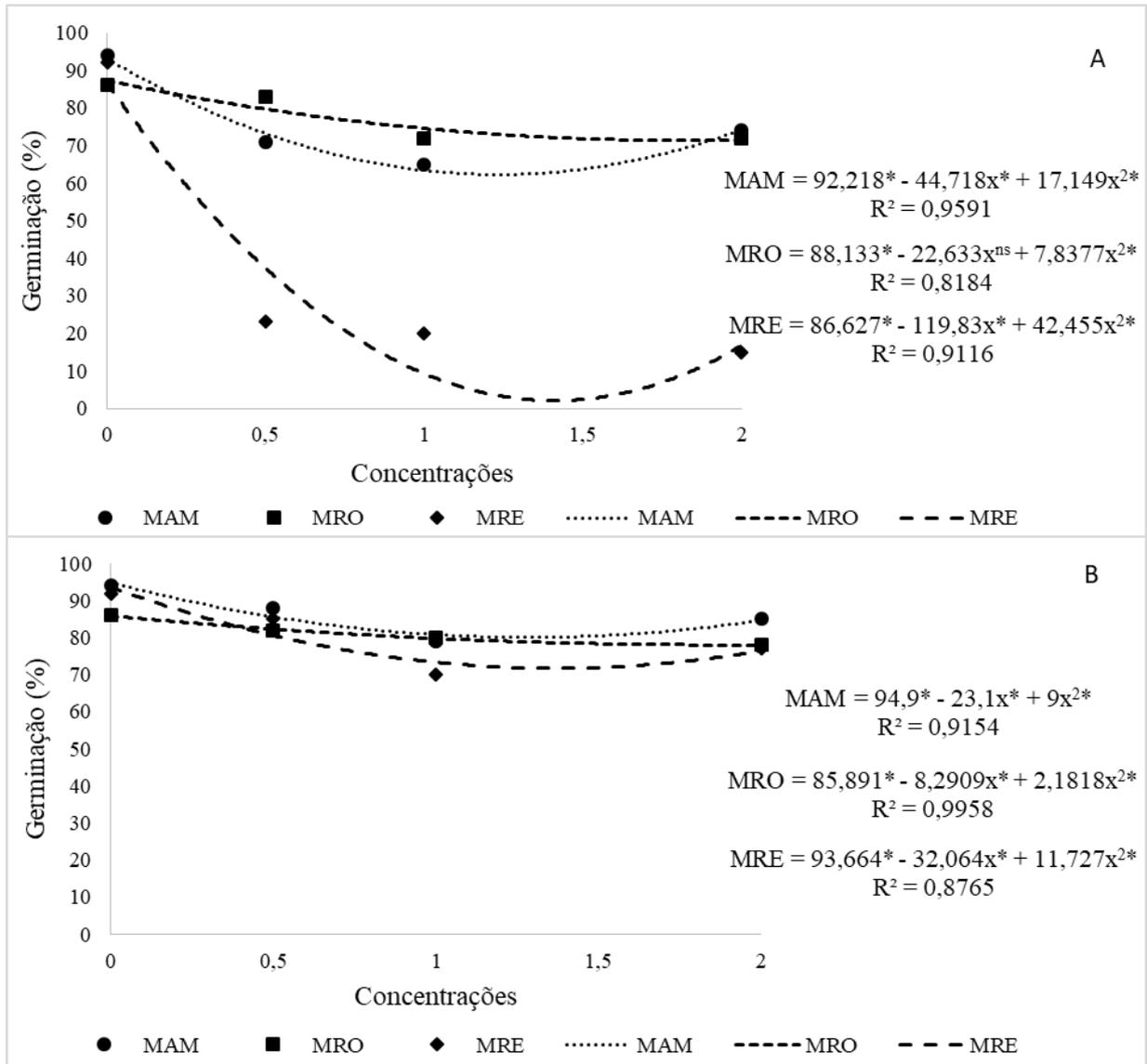


Figura 1 - Germinação de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹. *significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

As sementes de maracujá de restinga tratadas com óleos de canela e de citronela, nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% apresentaram menores médias de índice de velocidade de germinação (0,19; 0,12 e 0,05 e 1,30; 0,90 e 1,0, respectivamente) (Tabela 2). Esse resultado corrobora com aqueles observados em sementes de feijão caupi por Xavier et al. (2012), que observaram efeitos negativos do óleo de citronela no vigor das sementes. Contudo, somente as sementes do maracujá de restinga apresentaram diferença significativa, quando comparados os dois óleos na mesma concentração. Os tratamentos das sementes de maracujá amarelo, roxo e de restinga tratadas com água e

com Captan não apresentaram diferença significativa no índice de velocidade de germinação.

Tabela 2 - Índice de velocidade de germinação de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan

Espécies	Concentrações (%)						Água	Captan
	0,5		1,0		2,0			
	Citronela	Canela	Citronela	Canela	Citronela	Canela		
MAM	1,60 a ^{ns1}	2,00 a	1,40 a ^{ns}	1,50 a	1,70 a ^{ns}	1,90 a	2,50 a	2,00 a
MRO	2,00 a ^{ns}	2,00 a	2,00 a ^{ns}	2,00 a	2,00 a ^{ns}	2,00 a	2,00 a	2,00 a
MRE	0,19 b*	1,30 b	0,12 b*	0,90 b	0,05 b*	1,00 b	1,50 a	1,50 a

¹Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas entre as espécies, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Duncan. *Significativo e ^{ns}Não significativo nas linhas, entre os óleos nas mesmas concentrações, pelo teste de F (p<0,05).

O comportamento do índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de maracujá amarelo e de restinga foi similar, independente do óleo utilizado, ou seja, as sementes de maracujá amarelo e de restinga apresentaram uma queda no IVG, quando tratadas com as concentrações dos óleos, corroborando com os resultados obtidos por Gomes et al. (2020), em sementes de soja, quando tratadas com óleo de citronela, cujo vigor e germinação foram afetados (Figuras 2A e B). O índice de velocidade de germinação das sementes de maracujá roxo, não apresentou oscilação entre as concentrações dos óleos estudados, apresentando a mesma média independente da concentração utilizada.

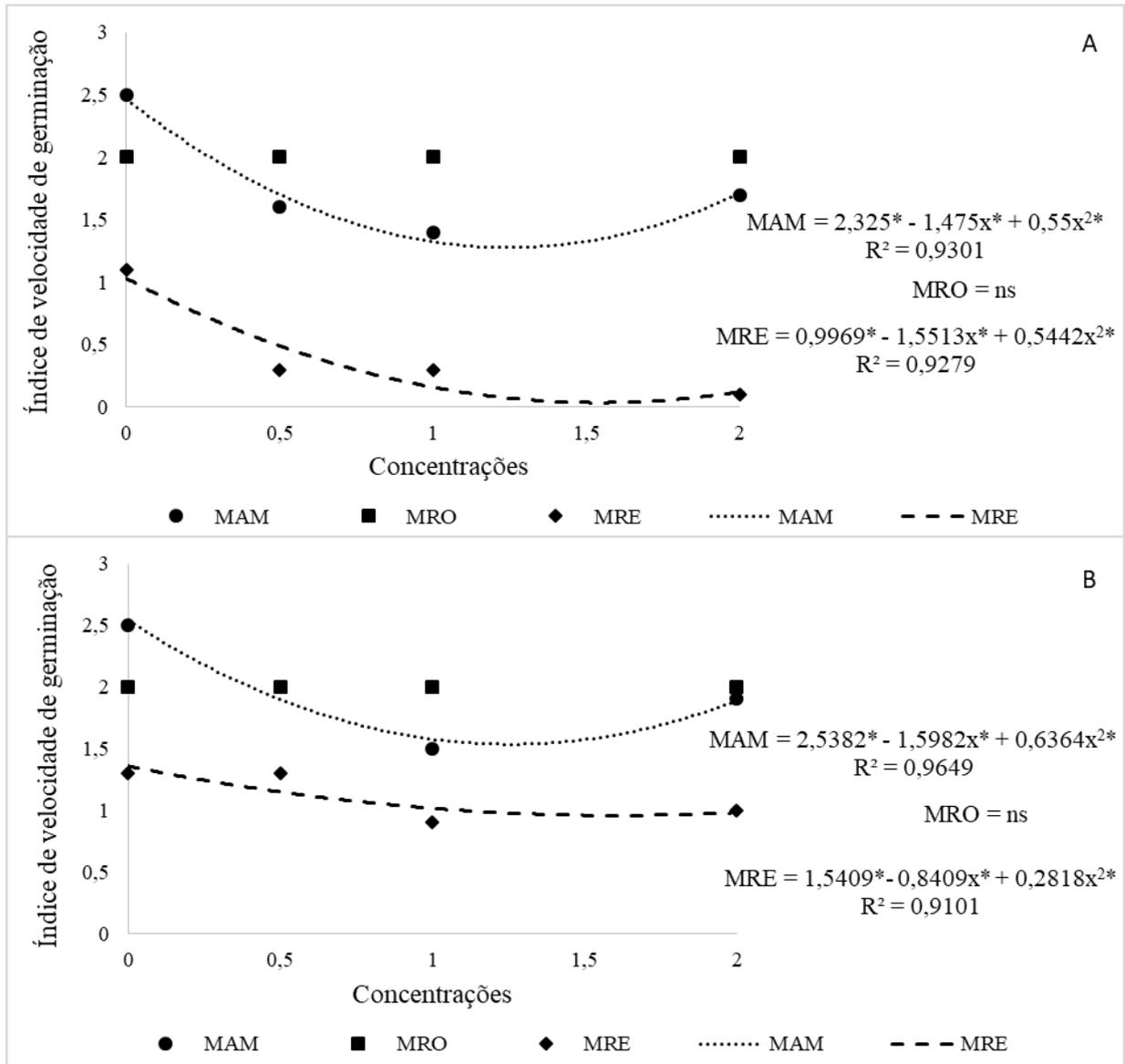


Figura 2 - Índice de velocidade de germinação de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹. *significativo em nível de 5% de probabilidade; ns não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Para a variável comprimento da parte aérea (Tabela 3), as plântulas das espécies de maracujá roxo e de restinga oriundas de sementes tratadas com óleo de citronela nas concentrações de 0,5 e 1,0% apresentaram as menores médias (2,86 e 2,75 e 1,96 e 2,40, respectivamente). As plântulas das três espécies de maracujá oriundas de sementes tratadas com óleo de canela, não apresentaram diferença significativa, independente da concentração utilizada, discordando de Leite et al. (2018), que observaram que o óleo essencial de canela influenciou negativamente na qualidade fisiológica de sementes de feijão. As plântulas das três espécies de maracujá, oriundas de sementes tratadas com

Captan, não apresentaram diferença significativa. Nas sementes tratadas com água, os menores valores médios de comprimento de parte aérea foram observados nas sementes de maracujá roxo e de restinga (2,72 e 3,50 cm, respectivamente). Contudo, quando comparados os tratamentos feitos como os dois óleos na mesma concentração, apenas as sementes do maracujá de restinga nas concentrações de 0,5 e 1,0% apresentaram diferença significativa.

Tabela 3 - Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Espécies	Concentrações (%)						Água	Captan
	0,5		1,0		2,0			
	Citronela	Canela	Citronela	Canela	Citronela	Canela		
MAM	5,00 a ^{ns1}	5,00 a	5,00 a ^{ns}	5,00 a	5,00 a ^{ns}	5,00 a	5,00 a	5,70 a
MRO	2,86 b ^{ns}	5,89 a	2,75 b*	4,53 a	3,66 a ^{ns}	4,29 a	2,72 b	5,57 a
MRE	1,96 b*	5,55 a	2,40 b*	5,31 a	3,07 b ^{ns}	4,92 a	3,50 b	6,02 a

¹Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas entre as espécies, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Duncan. *Significativo e ^{ns}Não significativo nas linhas, entre os óleos nas mesmas concentrações, pelo teste de F (p<0,05).

O comprimento da parte aérea das plântulas de maracujá roxo e de restinga, oriundas de sementes submetidas ao óleo de citronela e canela, aumentou à medida que aumentou a concentração dos óleos (Figuras 3A e B), sugerindo efeitos alelopáticos estimulatórios como observado por Brito et al. (2010), em sementes de mandacaru tratadas com óleo essencial de canela. Contudo, as médias de comprimento da parte aérea das plântulas de maracujá amarelo foram as mesmas para todas as concentrações, independente do óleo utilizado.

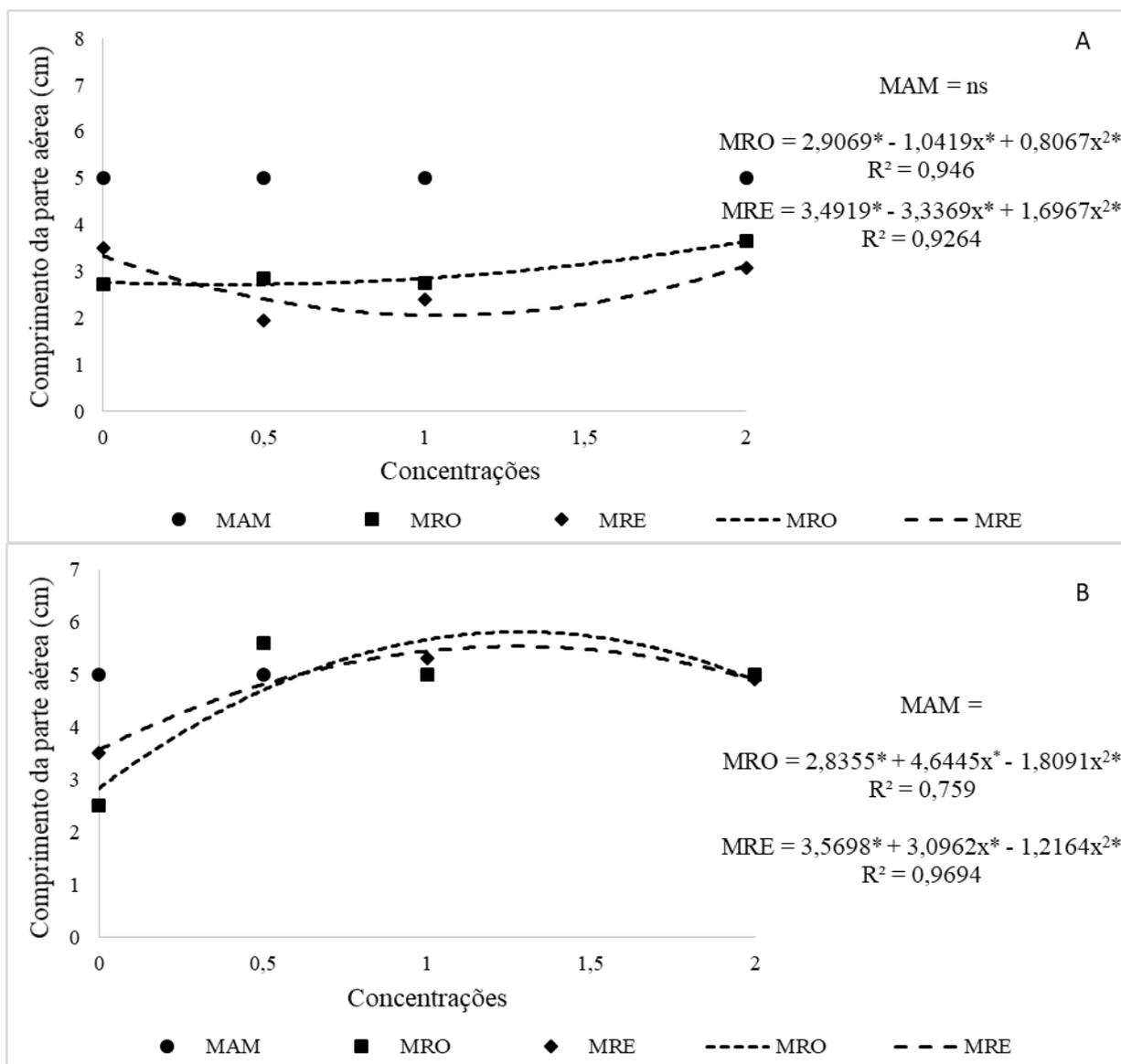


Figura 3 - Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹. *significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

Com relação ao comprimento da raiz, as plântulas de maracujá de restinga oriundas de sementes tratadas com óleo de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% e as tratadas com água e com Captan apresentaram menores médias de comprimento de raiz, quando comparadas com as plântulas de maracujá amarelo e roxo (Tabela 4). Segundo Almeida et al. (2019), os efeitos dos óleos essenciais podem variar de acordo com o órgão da planta, podendo inibir algumas regiões da planta e causar incrementos em outras.

Ao comparar os óleos na mesma concentração, apenas as sementes do maracujá de restinga na concentração de 0,5% e de maracujá roxo na concentração de 2,0%, que não apresentou diferença significativa (Tabela 4). Coelho et al. (2010) relacionaram a porcentagem inicial de germinação e o maior comprimento de raiz primária com maior potencial fisiológico em sementes de feijão crioulo, o mesmo pode ser observado no presente trabalho.

Tabela 4 - Comprimento da raiz de plântulas (cm) oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v-1, água e Captan 2,0%

Espécies	Concentrações (%)						Água	Captan
	0,5		1,0		2,0			
	Citronela	Canela	Citronela	Canela	Citronela	Canela		
MAM	5,6 a ^{*1}	4,6 a	6,8 a [*]	3,1 a	7,1 a [*]	2,9 b	6,8 a	6,7 a
MRO	4,5 a [*]	5,5 a	5,4 b [*]	4,1 a	5,0 b ^{ns}	4,8 a	5,8 a	6,0 a
MRE	2,6 b ^{ns}	2,9 b	3,1 c [*]	2,1 b	3,9 b [*]	3,0 b	4,5 b	5,2 b

¹Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas entre as espécies, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Duncan. ^{*}Significativo e ^{ns}Não significativo nas linhas, entre os óleos nas mesmas concentrações, pelo teste de F ($p < 0,05$).

Os comprimentos de raiz das plântulas de maracujá amarelo, roxo e de restinga apresentaram uma queda quando procedentes de sementes tratadas com os óleos de citronela e canela na concentração de 0,5%, aumentando a partir da concentração de 1,0% (Figuras 4A e 4B).

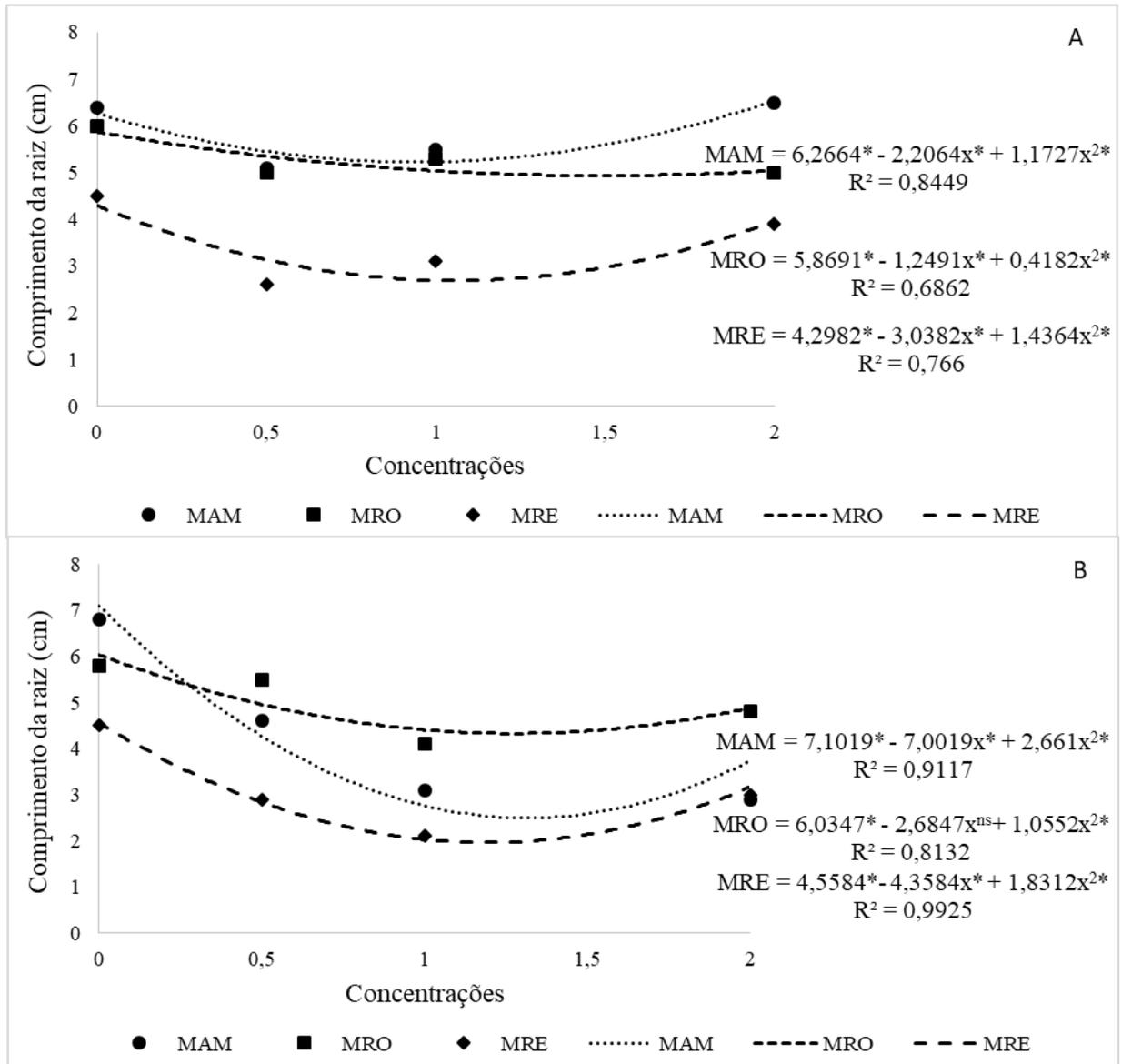


Figura 4 - Comprimento da raiz de plântulas (cm) oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹. *significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

A massa fresca das plântulas (Tabela 5) apresentou comportamento similar àquele observado para o comprimento de raiz, em que as plântulas de maracujá de restinga oriundas de sementes tratadas com óleo de citronela e canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% e tratadas com água e Captan, apresentaram menores valores médios de massa fresca quando comparadas com as plântulas de maracujá amarelo e roxo. Contudo, os tratamentos feitos com óleos na mesma concentração, apenas as sementes

do maracujá amarelo nas concentrações de 0,5 e 2,0%, não apresentaram diferença significativa.

Tabela 5 - Massa fresca de plântulas (mg) oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Espécies	Concentrações (%)						Água	Captan
	0,5		1,0		2,0			
	Citronela	Canela	Citronela	Canela	Citronela	Canela		
MAM	98,3 a ^{ns1}	91,5 a	110,2 a*	101,4 a	105,4a ^{ns}	99,6 a	92,8 a	107,5 a
MRO	52,7 b*	93,5 a	67,7 b*	83,3 a	65,5 b*	86,6 a	94,9 a	83,9 a
MRE	17,2 c*	48,5 b	16,7 c*	45,1 b	18,6 c*	44,2 b	50,6 b	36,3 b

¹Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas entre as espécies, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Duncan. *Significativo e ^{ns}Não significativo nas linhas, entre os óleos nas mesmas concentrações, pelo teste de F (p<0,05).

As massas frescas das plântulas de maracujá roxo e de restinga apresentaram uma queda, quando oriundas de sementes tratadas com óleo de citronela na concentração de 0,5%, aumentando com o aumento das concentrações. No entanto, a massa fresca das plântulas de maracujá amarelo apresentou pouca oscilação em relação às concentrações que suas sementes foram submetidas (Figura 5A), corroborando com Silveira et al. (2016), os quais observaram que o óleo de citronela não afetou significativamente o desenvolvimento inicial de plântulas de cártamo.

As massas frescas das plântulas de maracujá roxo e de restinga (Figura 5B) apresentaram uma pequena redução, quando oriundas de sementes tratadas com óleo de canela a 0,5%, e a partir dessa concentração praticamente se manteve estável. Contudo, as plântulas de maracujá amarelo apresentaram um aumento da massa fresca, quando provenientes de sementes tratadas com óleo na concentração de 1,0%.

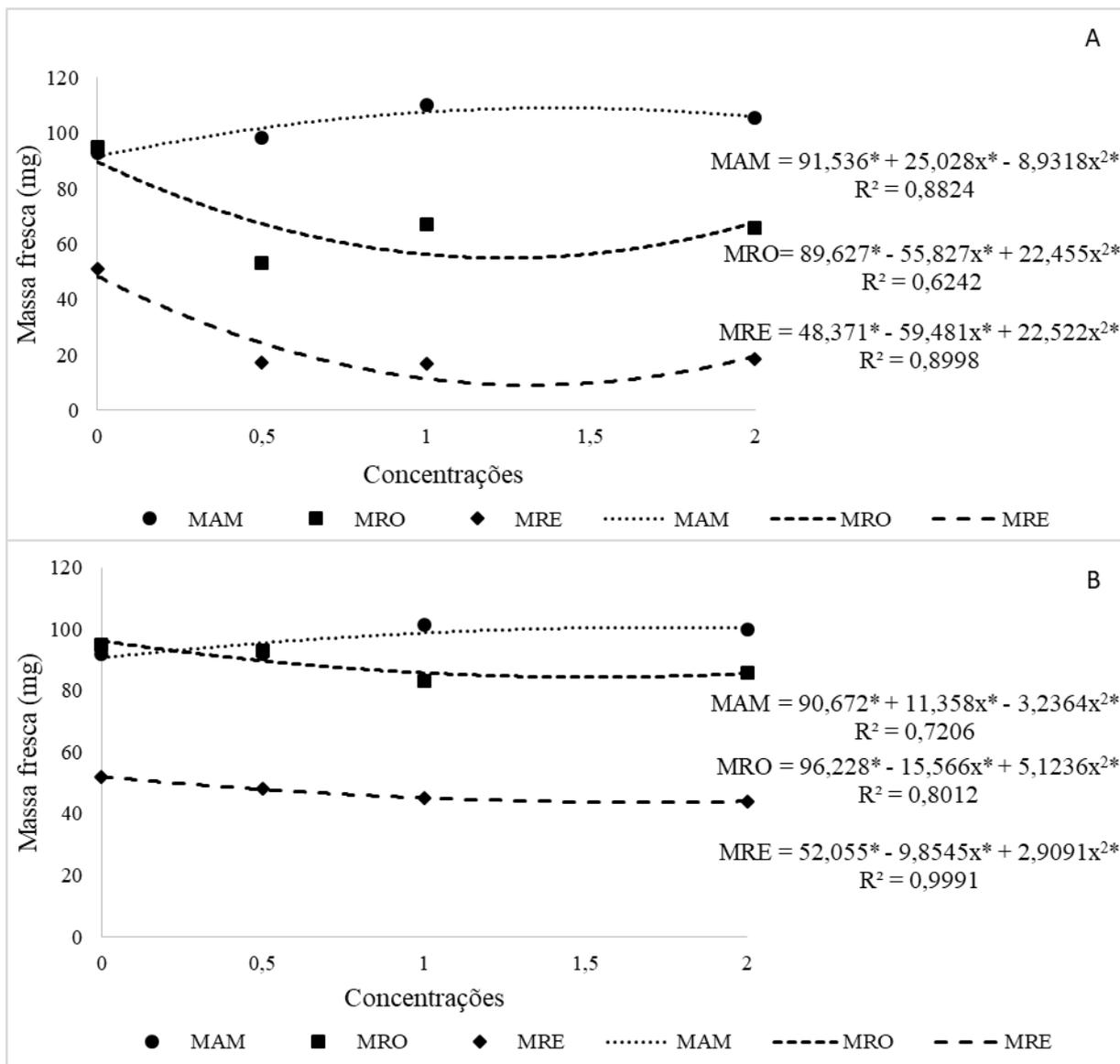


Figura 5 - Massa fresca (mg) de plântulas oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹. *significativo em nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

As médias dos valores de massa seca das plântulas (Tabela 6) apresentaram resultados similares às variáveis anteriores, ou seja, as plântulas de maracujá de restinga oriundas de sementes tratadas com óleo de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0%, e tratadas com água e Captan, apresentaram menores médias de massa seca quando comparadas com as plântulas de maracujá amarelo e roxo. Resultado similar foi observado por Luz e Araújo (2020) em diferentes espécies do gênero *Passiflora*, os quais apresentaram respostas de vigor variadas entre as espécies. No

entanto, considerando os óleos na mesma concentração, apenas as sementes do maracujá roxo e de restinga nas concentrações de 0,5 e 2,0%, apresentaram diferença significativa.

Tabela 6 - Massa seca (mg) de plântulas oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela e de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Espécies	Concentrações (%)						Água	Captan
	0,5		1,0		2,0			
	Cintronela	Canela	Cintronela	Canela	Cintronela	Canela		
MAM	7,10 a ^{ns1}	7,50 a	7,00 a ^{ns}	7,66 a	7,00 a ^{ns}	7,52 a	8,00 a	7,78 a
MRO	5,30 a*	6,50 a	5,65 a ^{ns}	6,30 a	5,16 a*	6,62 a	6,00 a	6,40 a
MRE	2,33 b*	3,47 b	2,70 b ^{ns}	3,34 b	2,10 b*	3,44 b	3,31 b	3,65 b

¹Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas entre as espécies, não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Duncan. *Significativo e ^{ns}Não significativo nas linhas, entre os óleos nas mesmas concentrações, pelo teste de F (p<0,05).

As massas secas das plântulas de maracujá amarelo, roxo e de restinga apresentaram uma pequena redução quando oriundas de sementes tratadas com óleo de citronela a 0,5%, sendo que a partir dessa concentração apresentou um pequeno aumento (Figura 6A). Contudo, a massa seca das plântulas de maracujá amarelo, roxo e de restinga oriundas de sementes submetidas ao óleo de canela, não apresentaram grandes oscilações com relação às concentrações utilizadas (Figura 6B).

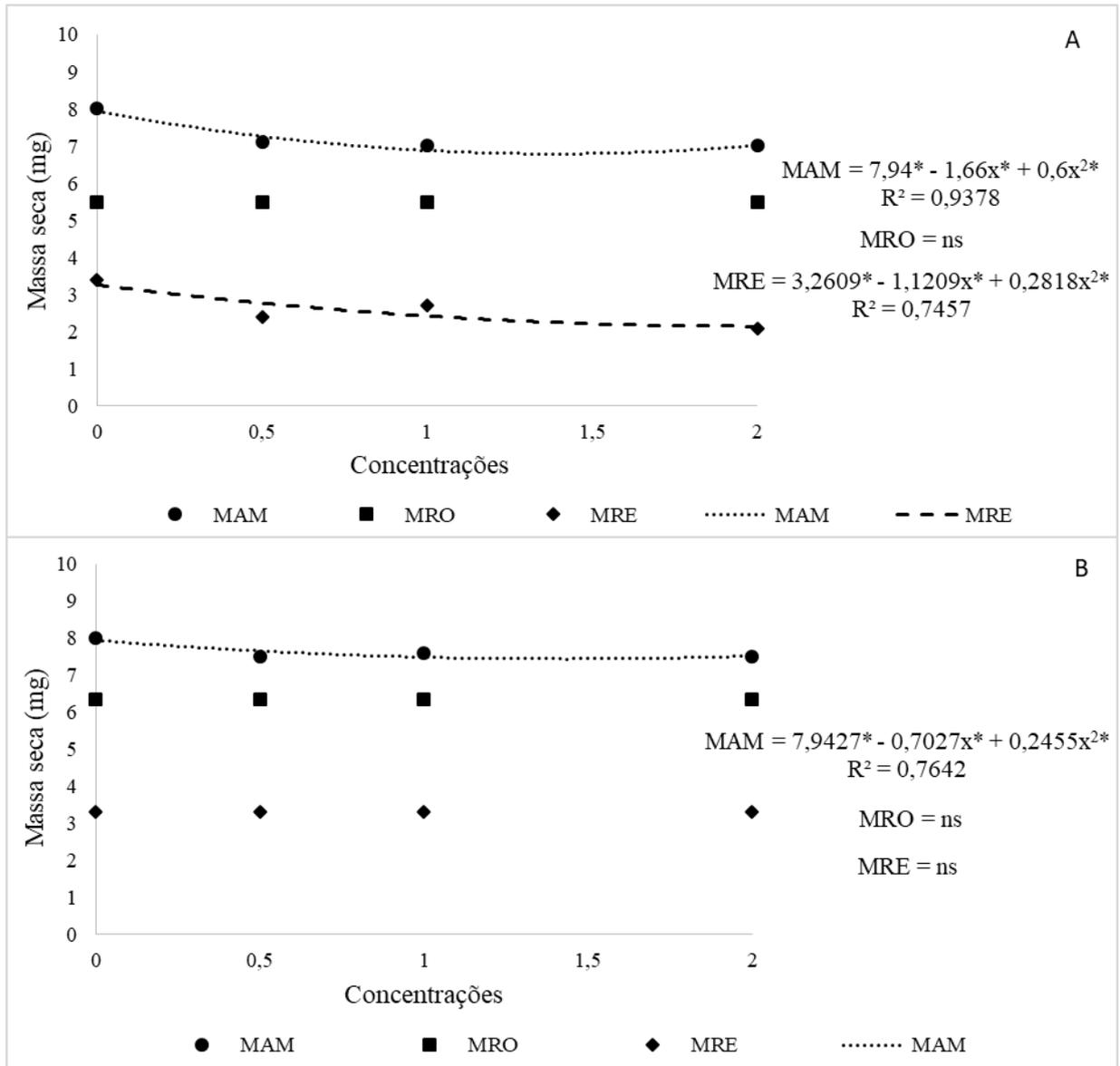


Figura 6 - Massa seca (mg) de plântulas oriundas de sementes de maracujá amarelo (MAM), roxo (MRO) e de restinga (MRE), tratadas com óleos de citronela (A) e de canela (B) nas concentrações de 0,0 (água); 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹. * significativo em nível de 5% de probabilidade; ns não significativo. R² = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

As sementes de maracujá amarelo (Tabela 7) tratadas com água apresentaram maiores médias de germinação e IVG (94% e 2,39, respectivamente), quando comparadas com as sementes tratadas com o Captan e com o óleo de citronela, sendo que nas concentrações de 0,5 e 2,0% do óleo, não houve diferença significativa em relação às tratadas com o Captan. Considerando o comprimento de parte aérea, não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos. No entanto, para comprimento da raiz as sementes tratadas com água apresentaram maior média, não apresentando diferença significativa com as médias do CR oriundas de sementes tratadas

com óleo de citronela nas concentrações de 1,0 e 2,0%. As massas frescas e secas das plântulas de maracujá amarelo oriundas de sementes submetidas em água, Captan e óleo de citronela nas concentrações de 1,0 e 2,0%, não apresentaram diferença significativa.

Tabela 7 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá amarelo, cujas sementes foram tratadas com óleo de citronela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tratamentos	G (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MF (mg)	MS (mg)
0,5	71 b	1,55 b	5,0 a	5,6 b	98,34	7,10
1,0	65	1,47	5,0 a	6,8 a	110,25 a	7,99 a
2,0	74 b	1,73 b	5,0 a	7,1 a	105,43 a	7,50 a
Água	94 a	2,39 a	5,1 a	6,5 a	110,71 a	7,93 a
Captan	82 b	2,08 b	4,9 a	5,6 b	107,54 a	7,78 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

Para a germinação (Tabela 8), as sementes de maracujá amarelo não apresentaram diferença significativa quando tratadas com água, Captan e óleo de canela nas concentrações de 0,5 e 2,0%. Esses resultados discordam daqueles obtidos em sementes de goiaba-serrana (FANTINEL et al., 2015) e em sementes de Capim-guatemala (HUANG et al., 2017), no qual os autores observaram que o uso de tratamentos químicos influenciaram negativamente a germinação das sementes.

Entretanto, para o IVG, CPA e MF as plântulas oriundas de sementes tratadas com Captan apresentaram maior média. Contudo para o IVG, não houve diferença significativa das sementes tratadas com Captan e o óleo na concentração de 0,5%, e para MF não houve diferença do Captan para sementes tratadas com óleo nas concentrações de 1,0 e 2,0%. A média do CR das plântulas oriundas de sementes tratadas com água e com Captan não apresentaram diferença significativa, diferindo dos tratamentos com o óleo. Para MS das plântulas, não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados.

Tabela 8 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá amarelo, cujas sementes foram tratadas com óleo de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tratamentos	G (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MF (mg)	MS (mg)
0,5	88 a	2,10 ab	5,0 b	4,6	91,56 b	7,51 a
1,0	74	1,65	5,0 b	3,1	101,45 ab	7,66 a
2,0	86 a	1,98 b	5,0 b	2,9	99,65 ab	7,52 a
Água	87 a	2,31 b	5,4 b	6,8 a	92,84 b	7,88 a
Captan	86 a	2,40 a	5,7 a	6,7 a	110,92 a	7,33 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

As médias de germinação e IVG (Tabela 9) de sementes de maracujá roxo tratadas com água, Captan e com óleo de citronela, não apresentaram diferença significativa. Entretanto, para o CPA das plântulas, aquelas oriundas de sementes tratadas com o Captan e com o óleo de citronela 2,0% apresentaram as maiores médias. Para o CR e MS de plântulas, não houve diferença significativa entre as médias, quando oriundas de sementes tratadas com água e com Captan. No entanto, para MF as sementes submetidas ao Captan proporcionou maior média. Segundo Malsha e Prasannath (2019), estudando sementes de pimentão, observaram que o Captan não afetou a qualidade fisiológica das sementes tratadas com o fungicida e apresentaram um aumento no vigor das plântulas.

Tabela 9 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá roxo, cujas sementes foram tratadas com óleo de citronela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tratamentos	G (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MF (mg)	MS (mg)
0,5	85 a	2,00 a	2,9 b	4,5 b	52,75	5,30 b
1,0	71 a	2,00 a	2,7 b	5,4 a	67,71	5,66 ab

2,0	72 a	2,00 a	3,7 a	5,0 ab	65,53	5,16 b
Água	86 a	2,00 a	2,7 b	4,4 ab	51,18 b	5,68 ab
Captan	81 a	1,99 a	4,4 a	5,3 a	83,99 a	6,40 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 10, não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos estudados para as variáveis G, IVG e MF. Para CPA não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos com água e Captan (5,9 e 5,6 cm, respectivamente). No entanto, para o CR as plântulas oriundas de sementes tratadas com Captan apresentaram a maior média (6,0 cm), enquanto aquelas oriundas de sementes tratadas com água e com óleo de canela 0,5% apresentaram valores de 5,8 e 5,5 cm, respectivamente, e não diferiram significativamente. Esses resultados corroboram com aqueles obtidos por Mahmood e Ismael (2020), que observaram maior média de comprimento da raiz em sementes de espécies florestais tratadas com Captan. Na MS as sementes submetidas ao Captan também apresentaram maior média (6,43 mg), sem, contudo, diferir entre os tratamentos com o óleo de canela.

Tabela 10 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá roxo, cujas sementes foram tratadas com óleo de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tratamentos	G (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MF (mg)	MS (mg)
0,5	82 a	2,00 a	5,9 a	5,5 b	93,48 a	7,00 a
1,0	80 a	2,00 a	4,5	4,1	83,33 a	6,19 ab
2,0	78 a	2,00 a	4,3	4,8	86,63 a	6,62 a
Água	88 a	2,12 a	5,9 a	5,8 b	94,90 a	6,16 b
Captan	82 a	2,00 a	5,6 a	6,0 a	92,37 a	6,43 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

Para as variáveis G, IVG e MF (Tabela 11), não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos feitos com água e com Captan, apresentando as maiores médias. Esse comportamento sugere-se um efeito alelopático do óleo essencial de citronela nas sementes de maracujá de restinga, conforme observado por outros autores que testaram a qualidade fisiológica de sementes tratadas com óleos essenciais, demonstrando o potencial do uso dos metabólitos secundários contidos nas várias espécies de plantas, tais como *S. trilobata* em tomate, cebola, rabanete e repolho (HERNÁNDEZ-ARO et al., 2016), *Anacardium occidentale* em tomate e alface (MATIAS et al., 2017) e *Pachyrhizus erosus* L. em *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* (BARBOSA et al., 2018). Contudo, para variáveis CPA, CR e MS, não houve diferença significativa entre as médias de todos os tratamentos estudados.

Tabela 11 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá de restinga, cujas sementes foram tratadas com óleo de citronela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tratamentos	G (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MF (mg)	MS (mg)
0,5	13	0,19	1,9 a	2,6 a	17,25	2,33 a
1,0	9	0,12	2,4 a	3,1 a	16,67	2,75 a
2,0	3	0,05	3,1 a	3,9 a	18,62	2,05 a
Água	60 a	1,07 a	3,5 a	4,4 a	32,74 a	3,32 a
Captan	64 a	1,14 a	3,9 a	4,5 a	36,34 a	3,65 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

Para as variáveis G e CPA (Tabela 12), não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos das sementes com água, Captan e óleo de canela 0,5%, apresentando as maiores médias. No entanto, para as variáveis IVG e MF o tratamento das sementes com Captan proporcionou maior média. No entanto, as médias do CR das plântulas oriundas de sementes tratadas com água e Captan, não apresentaram diferença significativa, enquanto para MS não houve diferença significativa entre as médias de

todos os tratamentos estudados.

Tabela 12 - Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de maracujá de restinga, cujas sementes foram tratadas com óleo de canela nas concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0% v v⁻¹, água e Captan 2,0%

Tratamentos	G (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MF (mg)	MS (mg)
0,5	85 ab	1,32 b	5,5 ab	2,9	48,65 b	3,47 a
1,0	69	0,91	5,3 b	2,1	45,09	3,34 a
2,0	77 b	1,09	4,9	3,0	44,16	3,44 a
Água	92 a	1,50 b	6,5 a	4,5 a	50,62 b	3,53 a
Captan	88 ab	1,60 a	6,0 ab	5,2 a	54,00 a	3,65 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

Os óleos essenciais de canela e de citronela foram eficientes no controle de fungos em sementes de maracujá amarelo, roxo e de restinga. Segundo Veloso et al. (2012) o óleo de citronela causou inibição da atividade micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* e *Amphobotrys ricini*, sendo este último o que apresentou maior inibição pelo óleo. Já Seixas et al. (2011) e Russiano et al. (2019) observaram que em meio de cultura contendo o óleo essencial de citronela, houve inibição do crescimento micelial do fungo *Fusarium subglutinans* e *Penicillium expansum*, respectivamente.

O óleo de citronela foi capaz de inibir o crescimento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* em cachos de videira, reduzindo a infecção e a severidade da doença (PEIXINHO et al., 2019).

O fungicida Captan também apresentou eficiência no controle de fungos em sementes de maracujá amarelo, roxo e de restinga. No entanto, as sementes tratadas com água apresentaram crescimento micelial do fungo *Fusarium* spp., durante a germinação (Figura 7).

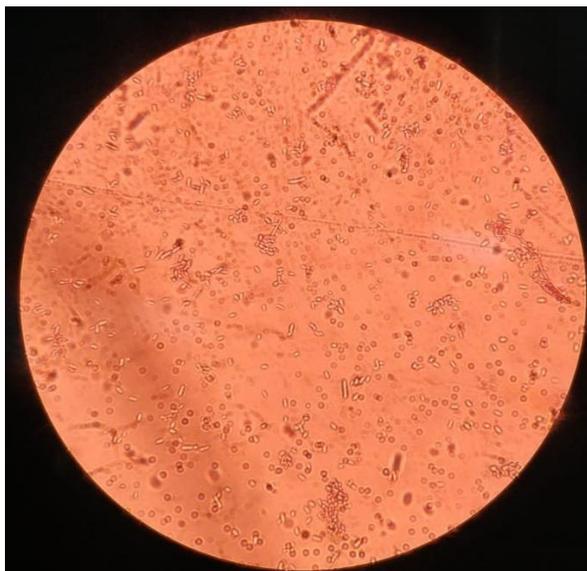


Figura 7 - Visualização microscópica do fungo *Fusarium* spp.

7.4 CONCLUSÕES

Os óleos essenciais de citronela e canela são eficientes no controle de fungos nas sementes de *Passiflora* spp. estudadas.

Os óleos essenciais de citronela e canela afetam a germinação e o vigor das sementes de *Passiflora mucronata*.

O óleo de canela na concentração de 0,5% é eficiente no controle de fungos e não afeta a qualidade fisiológica das sementes de *Passiflora* spp.

O Captan é um fungicida eficiente no controle de fungos em sementes de *Passiflora* spp. e não interfere na qualidade fisiológica das sementes.

7.5 REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. S.; YAMAMOTO, L. Y.; PETRI, E. A.; SOUZA, G. R. B.; SBRUSSI, C. A. G.; OLIVEIRA, E. A. P.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R.; NEVES, C. S. V. J. Extração de mucilagem e substratos no desenvolvimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 35, n. 2, p. 605-612, 2014.

ALMEIDA, L.; TEIXEIRA, M. C.; LEMOS, J. R.; LACERDA, M. N.; SILVA, T. C. Bioatividade de óleos essenciais na germinação e no vigor em sementes de tomate. **Biotemas**, v. 32, n. 2, p. 13-21, 2019.

ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. D. G.; BATISTA, L. R.; MALLET, A. C. T.; MACHADO, S. M. F. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 399-408, 2012.

BARBOSA, J. A.; FERREIRA, S. D.; SALVALAGGIO, A. C.; COSTA, N. V. C.; ECHER, M. M. Allelopathy of aqueous *Pachyrhizus erosus* L. extracts on *Euphorbia heterophylla* and *Bidens pilosa*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 1, p. 59-65, 2018.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal. Departamento Nacional de Defesa Vegetal, 2009, p. 399.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília, DF. Secretaria de Defesa Agropecuária, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/registro-de-produtos-e-estabelecimentos>. Instruções Normativas. Acesso em: 11 agosto de 2022.

BRITO, D. R.; OOTANI, M. A.; RAMOS, A. C. C.; SERTÃO, W. C. S.; AGUIAR, R. W. S. Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre micoflora e desenvolvimento de plantas de milho. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n.4, p.184-192, 2012.

BRITO, N. M.; NASCIMENTO, L. C.; COELHO, M. S. E.; FÉLIX, L. P. Efeitos de óleos essenciais na germinação de sementes de *Cereus jamacaru*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 207-211, 2010.

COELHO, C. M. M.; MOTA, M. R.; SOUZA, C. A.; MIQUELLUTI, D. J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 97-105, 2010.

CRUZ, F. R. S.; SILVA, R. S.; NASCIMENTO, M. G. R.; SILVA, D. J.; NASCIMENTO, L. C. Sanitary, physiological quality and alternative treatments of *Dimorphandra gardneriana* Tul. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 6, p. 1611-1621, 2018.

FANTINEL, V. S.; OLIVEIRA, L. M.; CASA, R. T.; ROCHA, E. C.; SCHENEIDER, P. F.; VICENTE, D. Tratamento de sementes de goiaba-serrana (*Acca sellowiana*): efeito na incidência de fungos e na germinação. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 2, 2015.

FRANÇA-NETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E), 2016.

GOMES, D. P.; REIS, V. C. M.; SANTOS, L. F.; FRANÇA, É. G.; CUNHA, N. G. R.; PEREIRA, A. M. L. Extrato de Citronela no Controle de Patógenos e na Fisiologia de Sementes de Soja. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 4, p. 1-10, 2020.

GOMES, R. D. S. S.; FARIAS, O. R.; DUARTE, I. G.; SILVA, R. T.; CRUZ, J. M. F. L.; NASCIMENTO, L. C. Qualidade de sementes de *Bauhinia variegata* tratadas com óleos essenciais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, p. 1-5, 2019.

HE, X.; LUAN, F.; YANG, Y.; WANG, Z.; ZHAO, Z.; FANG, J.; WANG, M.; ZUO, M.; LI, Y. *Passiflora edulis*: An insight into current researches on phytochemistry and pharmacology. **Frontiers in Pharmacology**, v. 11, p. 617, 2020.

HERNÁNDEZ-ARO, M.; HERNÁNDEZ-PÉREZ, R.; GUILLÉNSÁNCHEZ, D.; TORRES-GARCIA, S. Allelopathic influence of residues from *Sphagneticola trilobata* on weeds and crops. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 81-90, 2016.

HUANG, W.; MAYTON, H. S.; AMIRKHANI, M.; WANG, D.; TAYLOR, A. G. Seed dormancy, germination and fungal infestation of eastern gamagrass seed. **Industrial Crops and Products**, v. 99, p. 109-116, 2017.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Banco de dados agregados. Sistema IBGE de recuperação automática -Sidra. **Produção agrícola municipal: produção de maracujá**. 2021. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso: 10 de julho de 2022.

LEITE, K.; SILVA B. L. T.; MOURA, G. S.; FRANZENER, G. Óleos essenciais no tratamento de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. durante o armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 2, p. 186-199, 2018.

LUZ, P. B.; ARAÚJO, D. S. Interferência do grau de umidade na germinação de sementes de *Passiflora*. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 4, p. 2941-2951, 2020.

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

MAHMOOD, S. H.; ISMAEL, J. H. S. Effect of some botanical fungicide and chemicals as forest seed dressing on the quality of the seeds. **Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences**, v. 4, n. 2, p. 99-106, 2020.

MALSHA, D. G B.; PRASANNATH, K. Alternative options for synthetic fungicide for treating seeds of chilli (*Capsicum annum* L.). **International Symposium on Agriculture**, p. 211-218, 2019.

MATIAS, R.; ROSA, A. C.; OLIVEIRA, A. K. M.; PEREIRA, K. C. L.; RIZZI, E. S.; MACHADO, A. A. Cashew nut shell liquid and formulation: toxicity during the germination of lettuce, tomato seeds and coffee senna and seedling formation. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 4, p. 487-495, 2017.

OLIVEIRA, J. D. S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FONSECA, K. G.; RAYA, S. Genetic variability of *Passiflora* spp. based on issr and rapd. **Asian Journal of Science and Technology**, v. 10, p. 9375-9378, 2019.

PARISI, J. J.; FISCHER, I. H.; MEDINA, P. F.; FIRMINO, A. C.; MELETTI, L. M. Patogenicidade e transmissão de fungos detectados em sementes de *Passiflora alata*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, p. 1-8, 2018.

PEIXINHO, G. S.; RIBEIRO, V. G.; Amorim, E. P. R.; Morais, A. C. M. Ação do óleo essencial de Citronela (*Cymbopogon nardus* L) sobre o patógeno *Lasiodiplodia theobromae* em cachos de videira cv. Itália. **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 428-431, 2020.

R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2022.

RUSSIANO, M. C. S.; BRESSANELLI, M.; NAVA, G. A.; RUSSIANO, C. G. S. Óleos essenciais de citronela, melaleuca e guaçatonga no controle de *Penicillium expansum*. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 21277-21283, 2019.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. C.; SANTOS, G. R.; CARDOSO, D. P. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 523-526, 2011.

SILVEIRA, L.; SECCO, D.; SANTOS, R. F.; MULLER, F.; LEWANDOSKI, C. F.; LIMA B. P. Potencial alelopático de Citronela (*Cymbopogon*) sob a germinação, emergência e desenvolvimento inicial de plantas de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). **Acta Iguazu**, v. 5, n. 3, p. 25-38, 2016.

VELOSO, R. A.; CASTRO, H. G. D.; CARDOSO, D. P.; SANTOS, G. R. D.; BARBOSA, L. C. D. A.; SILVA, K. P. D. Composição e fungitoxicidade do óleo essencial de capim citronela em função da adubação orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1707-1713, 2012.

VOGEL, G. F.; FEY, R. *Azospirillum brasilense* interaction effects with captan and thiodicarb on the initial growth of corn plants. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 3, p. 53-59, 2019.

WAGNER JÚNIOR, A.; ALEXANDRE, R. S.; NEGREIROS, J. R. S.; PIMENTEL, L. D.; COSTA E SILVA, J. O.; BRUCKNER, C. H. Influência do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa* Deg). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 643-647, 2006.

XAVIER, M. V. A.; OLIVEIRA, C. R. F.; BRITO, S. S. S.; MATOS, C. H. C.; PINTO, M. A. D. S. C. Viabilidade de sementes de feijão caupi após o tratamento com óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, p. 250-254, 2012.

7 CAPÍTULO IV

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CASCA DE FRUTOS DE *Passiflora mucronata* EM SEMENTES DE *Lactuca sativa*

RESUMO - O uso indevido de agrotóxico vem ocasionando problemas na agricultura, no meio ambiente e na saúde humana. No entanto, estudos com meios alternativos para controle de plantas invasoras vêm aumentando nas últimas décadas. O efeito alelopático de metabólitos secundários provenientes de partes das plantas sugerem uma alternativa potencial e sustentável de resíduos vegetais para utilização como bioherbicidas. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho estudar o potencial alelopático de diferentes concentrações do extrato aquoso de cascas de frutos de genótipos de *Passiflora mucronata* na germinação de sementes e crescimento de plântulas de *Lactuca sativa* L. Foram utilizadas cascas de frutos de genótipos de *P. mucronata* para elaboração de extrato aquoso, que posteriormente foi filtrado e diluído em água destilada para obter as diferentes concentrações: T1=100; T2=50; T3=25; T4=12,5 mg mL⁻¹; T5=água (controle negativo) e T6=glifosato (controle positivo). O teste de germinação foi realizado em placas de Petri, que foram acondicionadas em câmara de germinação BOD à 25 ± 2 °C. Foi realizada uma análise macroscópica na fase de germinação e crescimento radicular e da parte aérea das plântulas, e o índice de velocidade de germinação. Foi realizada a análise citogenética e a obtenção do índice mitótico. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições de 25 sementes. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos e a análise de variância. Sementes de *L. sativa* têm seu ciclo fisiológico afetado por substâncias alelopáticas presentes na casca de frutos de *P. mucronata*, que interferem na germinação e vigor das sementes e no crescimento inicial das plântulas. As concentrações de 50 e 100% dos extratos da casca inibem a germinação de sementes de *L. sativa*. Sementes de *L. sativa* têm seu ciclo celular inibido por substâncias alelopáticas presentes na casca de frutos de *P. mucronata*.

Palavras-chave: Maracujá. Alelopatia. Citogenética. Mutagenicidade.

8.1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae e ao gênero *Passiflora*, que se destaca como o mais importante economicamente. O Brasil é considerado centro de origem de aproximadamente 150 espécies conhecidas, das quais 87 são endêmicas, o que o torna centro de diversidade genética do gênero. Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, com uma produção de 683.993 toneladas em uma área de 44.827 hectares. A região nordeste lidera a produção brasileira com 69,59% da produção nacional. O estado do Espírito Santo no ano de 2021 teve uma produção de 15.447 toneladas, em uma área cultivada de 702 hectares (BERNACCI et al., 2015; IBGE, 2021).

A espécie de maracujá *P. mucronata* é natural da Floresta Atlântica, que vem apresentando elevado interesse devido à resistência a algumas doenças, tornando-se uma alternativa como porta-enxerto sob *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (OLIARI et al., 2016), além do seu potencial para uso ornamental, com flores brancas que se abrem à noite em decorrência da visitação do agente polinizador (morcego), e de se mostrar tolerante ao frio, com produção ininterrupta o ano todo (MELETTI et al., 2011).

A cultura do maracujazeiro tem uso múltiplo, ou seja, diferentes partes das plantas apresentam valor comercial, como a polpa, as sementes, a casca, as flores, as folhas e as ramas (FALEIRO et al., 2015). No Brasil, cerca de 40% da produção anual de maracujá tem como destino a indústria de sucos (EMBRAPA, 2015). No entanto, segundo Andrade Neto et al. (2015), o rendimento de polpa bruta do maracujá varia de 34 a 42% do peso do fruto, ou seja, o resíduo gerado pelo consumo desse produto pode chegar a 464.303 toneladas anuais, aproximadamente 66% da produção total, somente com o descarte de cascas e sementes. Considerando a possibilidade de redução do excesso de resíduos orgânicos gerados pelas indústrias processadoras de suco de maracujá, estudos podem ser realizados com a casca de maracujá, a fim de minimizar os resíduos e explorar a potencialidade do uso da casca como ingrediente de novos produtos.

As Passifloráceas têm sido estudadas por seu potencial alelopático, em várias espécies de plantas, inclusive em *Lactuca sativa*, na qual foi observada susceptibilidade a substâncias liberadas por espécies variadas de maracujá. A produção de aleloquímicos

é essencial para fornecer autodefesa às plantas, o que pode influenciar o crescimento e o estabelecimento de outros táxons coexistentes em uma determinada área (MACÍAS et al., 2007; GOLDFARB et al., 2009; TEASDALE et al., 2012; FREITAS et al., 2016). Os aleloquímicos são importantes ferramentas ecológicas, pois influenciam a dominância, a sucessão, a formação de comunidades vegetais e a produtividade e manejo das culturas, podendo afetar mais de uma função fisiológica, como a absorção de nutrientes. Assim, seu conhecimento é de grande interesse na agricultura, inclusive para a produção de herbicidas biológicos (GOLDFARB et al., 2009; MAULI et al., 2009).

Os agrotóxicos interferem no equilíbrio do ecossistema e, conseqüentemente, na vida animal e humana. Os impactos vão desde a alteração da composição do solo, passando pela contaminação da água e do ar, podendo interferir nos organismos vivos terrestres e aquáticos, alterando sua morfologia e função dentro do ecossistema. Portanto, há a necessidade de estudos e emprego de métodos alternativos (JABRAN et al., 2015; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018). A alelopatia é a influência de uma planta que apresenta um potencial alelopático sobre outra planta, sendo que os aleloquímicos liberados podem afetar a velocidade e a porcentagem de germinação, a fisiologia, o crescimento de plântulas, a população de plantas, podendo beneficiar ou prejudicar a planta que é sensível às substâncias alelopáticas, bem como afetar fatores genéticos de plantas vizinhas (CONTI; FRANCO, 2011; HARUN et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2018; SIYAR et al., 2019; LAIZER et al., 2021).

Costalonga e Pimentel Batitucci (2014) testaram a alelopatia usando folhas de *Passiflora edulis* em sementes de *Allium cepa* (cebola) e observaram que essa espécie de maracujá interferia no ciclo celular das sementes de cebola, causando diminuição do índice mitótico e inibição da germinação. Entretanto, efeitos positivos na alelopatia foram observados com a utilização de extrato aquoso da folha de *Passiflora alata* em sementes de *Lactuca sativa*, no qual, o extrato em menor concentração induziu o processo germinativo das sementes (SILVA et al., 2019). Essa divergência de resultados sobre alelopatia em Passifloráceas evidencia a importância de serem desenvolvidos mais trabalhos e pesquisas para identificar a presença e atuação desses aleloquímicos e caracterizar seu modo de ação.

Para identificar propriedades alelopáticas de espécies vegetais, denominadas doadoras, são realizados bioensaios com espécies receptoras reconhecidamente sensíveis à ação de aleloquímicos, como *L. sativa*. Contudo, o uso de espécies receptoras sensíveis pode superestimar o potencial alelopático das espécies doadoras, de modo que o uso de espécies espontâneas ou mesmo aquelas que são cultivadas na mesma área (sistemas agroflorestais e hortas, por exemplo) apresentam maior semelhança com o que ocorre em ambiente natural (REIGOSA et al., 2013; CARVALHO et al., 2016; BARBOSA et al., 2018).

A alface (*L. sativa*) é um dos vegetais mais recomendados para bioensaios devido ao seu rápido crescimento, elevado número de sementes, possuir sementes pequenas, o que contribui para uma maior área de superfície de contato com a substância avaliada (ANDRADE-VIEIRA et al., 2014). É uma planta eudicotiledônea, pertence à família Asteraceae. A principal vantagem do uso da alface nos estudos alelopáticos reside na sensibilidade da espécie, mesmo em baixas concentrações de aleloquímicos. Além disso, a espécie demonstra outras peculiaridades que favorecem sua utilização: germinação rápida, em aproximadamente 24 horas; crescimento linear insensível às diferenças de pH em ampla faixa de variação e insensibilidade aos potenciais osmóticos (SOUZA et al., 2005).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho estudar o potencial alelopático de diferentes concentrações do extrato aquoso de cascas de frutos de genótipos de *Passiflora mucronata* na germinação de sementes, desenvolvimento e crescimento inicial de plântulas de *Lactuca sativa* L.

8.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Citogenética e no Laboratório de Análise de Sementes, do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), no município de Alegre-ES. Foram utilizadas cascas de frutos de três genótipos (G1, G6 e G9) de maracujá da restinga (*Passiflora mucronata* Lam.), cultivados em espaldeira, na Área Experimental do CCAUE-UFES, e na Fazenda Ponte da Braúna em Alegre-ES, latitude 20° 45'S, longitude 41° 30'W e

altitude de 250 m. As sementes de *Lactuca sativa* (cultivar Crespa-Isla[®]) utilizadas no experimento foram adquiridas no comércio local.

As cascas dos genótipos de *P. mucronata* (G1, G6 e G9) foram secas em estufa a 60 °C por 48 horas e posteriormente trituradas em cadinho de porcelana de forma manual. Os tratamentos foram constituídos pelo extrato aquoso obtido com 15 g de cascas dos frutos colocadas em 150 mL de água destilada, que foi previamente aquecida em forno de micro-ondas por cinco minutos, e mantidas em repouso por 10 minutos. O extrato obtido das cascas dos genótipos de *P. mucronata* foi filtrado em papel filtro e diluído em água destilada para obter as seguintes concentrações: T1=100; T2=50; T3=25; T4=12,5 mg mL⁻¹; T5=Controle negativo (água destilada); T6=Controle positivo (glifosato 2%). Ao longo do estudo, a água destilada e o glifosato foram utilizados como controles negativo e positivo, respectivamente.

Nos ensaios macroscópicos foi possível estudar a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz (CR) e o comprimento da parte aérea (CPA), comparando os extratos aquosos de cascas de genótipos de *Passiflora mucronata* com o controle negativo (água) e o controle positivo (glifosato).

A germinação foi realizada em placas de Petri, forradas com papel filtro, autoclavados, que foi umedecido com 2,5 mL de cada solução, e água destilada como controle negativo e glifosato como controle positivo. Para cada tratamento foram utilizadas cinco repetições de 25 sementes. As placas foram lacradas com papel filme e acondicionadas em câmara de germinação BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) à 25 ± 2 °C, sob luz constante. Foi realizada uma análise macroscópica na fase de germinação e crescimento radicular e da parte aérea das plântulas.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi contabilizado após oito; 16; 24; 32; 40 e 48 horas de exposição aos tratamentos. Os crescimentos radicular e aéreo foram avaliados após 48 horas e 120 horas de exposição aos tratamentos, respectivamente. Para a avaliação microscópica, após a medição radicular (48 horas), 10 raízes de plântulas de cada placa de Petri foram coletadas e fixadas em etanol: ácido acético (3:1) e armazenadas a - 4 °C por 24 horas. Posteriormente, as radículas foram lavadas com água destilada por três vezes consecutivas, por dez minutos (totalizando 30 minutos de lavagem), e submetidas a uma hidrólise ácida em HCl 5N por 18 minutos para a

confeção das lâminas. As pontas das raízes foram seccionadas e coradas com orceína acética à 2% (ANDRADE-VIEIRA et al., 2014), em seguida foram colocadas as lamínulas e o material foi suavemente macerado com o auxílio de uma caneta de ponta redonda. Para a realização da análise citogenética foram analisadas 5000 células meristemáticas por tratamento, sendo observadas e quantificadas as diferentes fases da divisão mitótica, possíveis alterações cromossômicas e nucleares.

O índice mitótico (IM) foi obtido pelo quociente do número de células em divisão (prófase, metáfase, anáfase e telófase) pelo total de células analisadas em cada tratamento, enquanto as frequências das alterações cromossômicas e nucleares foram obtidas pelo quociente do número de alteração (cromossômica e nuclear, respectivamente) pelo número total de células analisadas (ANDRADE-VIEIRA et al., 2014).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4 + 2 controles (genótipos de *P. mucronata* (G1, G6 e G9) x concentrações (100; 50; 25; 12,5 mg mL⁻¹) + controle negativo (água destilada) e controle positivo (glifosato)). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de resíduos, sem transformação de dados, e a análise de variância, e quando o valor de F foi significativo em nível de 5%, realizou-se a comparação de médias pelo teste de Dunnett. Para o efeito dos extratos, os dados foram submetidos à análise de regressão e, para o ajuste das equações ($\hat{Y} =$) foi utilizado como critério a significância dos betas ($p \leq 0,05$). Para as análises estatísticas foi utilizado o software R (R CORE TEAM, 2022).

8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sementes de *Lactuca sativa* foram tratadas com quatro diferentes concentrações de extrato aquoso de casca do genótipo G1 de *P. mucronata* e mais dois controles, o controle com glifosato apresentou maior porcentagem de germinação, seguido pelo controle com água (Tabela 1). Os tratamentos com as concentrações do extrato aquoso (100, 50, 25 e 12,5%) não diferiram estatisticamente entre si, apresentando menores médias de germinação.

Tabela 1 - Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA) de *Lactuca sativa*, cujas sementes foram submetidas a diferentes concentrações (100, 50, 25 e 12,5%) de extrato aquoso do genótipo G1 e dois controles (água e glifosato)

Tratamentos (%)	Germinação (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)
100	0	0	0	0
50	5	0,219	0	0,3 ab
25	30	1,529	2,2	0,3 ab
12,5	55	4,090	4,2 b	0,3 ab
Água	97 b	10,850 a	7,6 a	0,5 a
Glifosato	98 a	10,640 b	4,0 b	0,3 b

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

As maiores médias de índice de velocidade de germinação (IVG) foram obtidas em sementes tratadas com água (controle negativo). Entretanto, as médias de IVG das sementes tratadas com extrato aquoso não apresentaram diferença significativa, independente da concentração utilizada.

Em relação ao comprimento da raiz (CR), as sementes submetidas ao controle com água apresentaram maior média de CR e diferiu significativamente dos outros tratamentos. O glifosato e a menor concentração do extrato (12,5%) não diferiram estatisticamente entre si. A germinação pode sofrer influência da manifestação dos aleloquímicos, no entanto, esses efeitos são mais efetivos no crescimento radicular como similarmente, observado por outros autores (BALIČEVIĆ et al., 2014; KONSTANTINOVIĆ et al., 2014).

O comprimento da parte aérea (CPA) apresentou a maior média em água e a menor média em tratamento com glifosato. No entanto, ambos não diferiram estatisticamente dos extratos nas concentrações 50, 25 e 12,5% (Tabela 1).

Sementes de *L. sativa* submetidas aos tratamentos com maiores concentrações (100 e 50%) de extrato aquoso da casca do fruto de *P. mucronata* (genótipo G6), não germinaram apresentando efeito alelopático. Semente submetida ao controle com água destilada apresentou maior porcentagem de germinação, diferindo estatisticamente dos outros tratamentos (Tabela 2), cujo IVG apresentou maior média, diferindo

significativamente dos demais tratamentos. As médias de comprimento da raiz (CR) e da parte aérea (CPA) foram maiores no controle negativo (água), diferindo dos outros tratamentos. A ação alelopática de extratos aquosos podem causar efeitos inibitórios, principalmente, sobre a raiz primária e seu desenvolvimento (MARASCHIN et al., 2005).

Tabela 2 - Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA) de *Lactuca sativa*, cujas sementes foram submetidas a diferentes concentrações (100, 50, 25 e 12,5%) de extrato aquoso do genótipo G6 e dois controles (água e glifosato)

Tratamentos (%)	Germinação (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)
100	0	0	0	0
50	0	0	0	0
25	14	0,780	1,7	0,3 b
12,5	81	7,153	2,9	0,5 b
Água	98 a	11,230 a	7,9 a	0,8 a
Glifosato	95 b	10,860 b	4,2 b	0,3 b

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

As sementes submetidas aos controles negativo (água) e positivo (glifosato) (Tabela 3) apresentaram maiores porcentagens de germinação e não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, quando submetidas aos tratamentos com as concentrações de extrato aquoso de 100 e 50%, a germinação foi inibida (Tabela 3). Segundo Coelho et al. (2011), a *Passiflora edulis* foi investigada por possuir substâncias inibitórias (genericamente chamadas de aleloquímicos), cuja função primária é garantir a dormência das sementes e assegurar que as mesmas não germinem dentro do fruto, mas também exibe considerável ação alelopática sobre a germinação de outras espécies. Portanto, pode-se observar que o extrato aquoso de cascas de frutos de *Passiflora mucronata* apresentou comportamento alelopático.

Sementes de *Lactuca sativa* apresentaram maiores médias de índice de velocidade de germinação (IVG), quando submetidas ao controle positivo com glifosato (10,543). Contudo, controle negativo com água apresentou maiores médias de

comprimento de parte aérea e raiz, diferindo estatisticamente dos outros tratamentos. As sementes submetidas às concentrações de 100 e 50% do extrato aquoso, não apresentaram médias de germinação e consequentemente de vigor.

Tabela 3 - Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA) de *Lactuca sativa*, cujas sementes foram submetidas a diferentes concentrações (100, 50, 25 e 12,5%) de extrato aquoso do genótipo G9 e dois controles (água e glifosato)

Tratamentos (%)	Germinação (%)	IVG	CR (mm)	CPA (mm)
100	0	0	0	0
50	0	0	0	0
25	5	0,253	0	0,1
12,5	34	2,240	2,1	0
Água	96 a	10,370 b	8,2 a	0,3 a
Glifosato	96 a	10,543 a	3,6 b	0,2 b

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos das sementes com concentrações do extrato aquoso da casca do fruto de *Passiflora mucronata* (Tabelas 1, 2 e 3) inibiram o crescimento de raiz e de parte aérea de *Lactuca sativa*, resultados que corroboram com aqueles observados por Freitas et al. (2016), que testaram extrato de *Passiflora alata* em sementes de alface e o resultado apresentado foi de redução no comprimento de raiz e de parte aérea.

A porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Lactuca sativa* (Tabela 4), quando comparados aos controles positivos e negativos dos genótipos G1, G6 e G9 não diferiram significativamente entre si, entretanto diferiram dos tratamentos com extratos nas concentrações de 100; 50; 25 e 12,5%.

Tabela 4 - Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Lactuca sativa* tratadas com os extratos dos três genótipos de *Passiflora mucronata* nas concentrações de 100; 50; 25 e 12,5% e dois controles (água e glifosato)

Tratamentos	Germinação	IVG
-------------	------------	-----

(%)	(%)			(%)		
	G1	G6	G9	G1	G6	G9
100	0	0	0	0	0	0
50	5	0	0	0,219	0	0
25	30	14	5	1,529	0,780	0,253
12,5	55	81	34	4,090	7,153	2,240
Água	97 a	98 a	96 a	10,850 a	11,230 a	10,370 a
Glifosato	98 a	95 a	96 a	10,643 a	10,867 a	10,543 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnet, em nível de 5% de probabilidade.

Com a observação dos dados anteriormente apresentados, é possível inferir que as concentrações de 100, 50, 25 e 12,5% de extrato aquoso de cascas de frutos de *Passiflora mucronata* interferem na germinação, no índice de velocidade de germinação e no desenvolvimento de raiz e de parte aérea de sementes de *Lactuca sativa*.

O índice mitótico (IM) (Tabela 5) apresentou maiores médias no controle negativo (água) e na menor concentração do extrato (12,5%). No entanto, o tratamento com concentração de 25% não diferiu estatisticamente dos tratamentos (das duas testemunhas (água e glifosato) e da concentração do extrato aquoso de 12,5%). Os tratamentos com extrato aquoso com menor IM médio sugeriram ação alelopática, resultando em menor porcentagem de germinação (COSTALONGA; BATITUCCI, 2014), de forma compatível com os dados das Tabelas 1; 2; 3 e 4. A diminuição do IM está associada a alterações decorrentes da ação química no crescimento e desenvolvimento dos organismos expostos (LEME et al., 2009; SILVA et al., 2013).

A média de alterações cromossômicas foi maior no controle com água, entretanto não diferiu estatisticamente do tratamento com a concentração de extrato de 12,5%. Contudo, as alterações nucleares apresentaram maior média no controle com glifosato, diferindo significativamente dos outros tratamentos, enquanto os tratamentos feitos com maiores concentrações (100 e 50%) não apresentaram índice mitótico, alterações cromossômicas e nucleares de células meristemáticas.

Tabela 5 - Índice mitótico (IM), alterações cromossômicas (AC) e nucleares (AN) de células meristemáticas de *Lactuca sativa* tratadas com o extrato aquoso do genótipo G1 de *P. mucronata*

Tratamentos (%)	IM	AC	AN
100	0	0	0
50	0	0	0
25	5,94 ab	0,16 b	0,38
12,5	10,46 a	0,50 ab	0,30
Água	8,40 a	0,60 a	0,20 b
Glifosato	4,24 b	0,20 b	0,66 a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

O índice mitótico (IM) (Tabela 6) apresentou maiores médias no controle negativo (água) e na menor concentração do extrato (12,5%), diferindo significativamente dos tratamentos com água e das outras concentrações do extrato. Comportamento que sugere uma ação alelopática, que acarreta inibição da germinação. O processo mitótico normal torna-se essencial para que ocorra o crescimento celular em plantas (TEERARAK et al., 2010). A ocorrência do bloqueio dos processos de divisão mitótica e a morte do núcleo impedem o início da prófase e em seguida as divisões celulares, ocasionando o declínio no índice mitótico, sugerindo que o crescimento reduzido da raiz, se relaciona com a redução do IM (ANDRADE et al., 2010).

A média de alterações cromossômicas foi maior no controle negativo (água), diferindo estatisticamente do tratamento com glifosato e dos tratamentos com as concentrações do extrato.

As alterações nucleares apresentaram maior média no tratamento com concentração de 25%, entretanto não diferiu significativamente do tratamento com a concentração de 12,5% e o controle com glifosato.

Os tratamentos com maiores concentrações (100 e 50%) não foram analisados, porque não apresentaram índice mitótico, alterações cromossômicas e nucleares de células meristemáticas.

Tabela 6 - Índice mitótico (IM), alterações cromossômicas (AC) e nucleares (AN) de células meristemáticas de *Lactuca sativa* tratadas com o extrato aquoso do genótipo G6 de *P. mucronata*

Tratamentos (%)	IM	AC	AN
100	0	0	0
50	0	0	0
25	0,06	0 b	9,60 a
12,5	10,24 a	0,34 b	1,40 ab
Água	13,42 a	0,86 a	1,18 b
Glifosato	3,96 b	0,20 b	1,52 ab

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

O índice mitótico (IM) (Tabela 7) apresentou maior média no controle negativo (água) diferindo significativamente dos tratamentos com glifosato e dos tratamentos com o extrato nas concentrações de 100; 50; 25 e 12,5%. Menores médias do IM sugerem uma ação alelopática devido ao tratamento com extratos de *P. mucronata* e o controle positivo (glifosato). A média de alterações cromossômicas foi maior no controle com água, entretanto não diferiu estatisticamente do tratamento com glifosato (controle positivo).

As alterações nucleares apresentaram maior média no tratamento com 25% de extrato, entretanto não houve diferença do tratamento com concentração de 12,5% e do controle com glifosato.

Tabela 7 - Índice mitótico (IM), alterações cromossômicas (AC) e nucleares (AN) de células meristemáticas de *Lactuca sativa* tratadas com o extrato aquoso do genótipo G9 de *P. mucronata*

Tratamentos (%)	IM	AC	AN
100	0	0	0
50	0	0	0
25	0,02	0	1,32 a
12,5	4,93 b	0,32 b	0,30 ab

Água	13,67 a	0,90 a	0,18 b
Glifosato	6,20 b	0,86 ab	0,44 ab

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade.

Algumas fases da divisão mitótica (A, C, D e E) e as alterações cromossômicas mais encontradas (B e F) (Figura 3) em raízes meristemáticas de *Lactuca sativa* em que as células com cromossomos aderentes foram observados com maior frequência por todos os tratamentos. Contudo, quando comparados àquelas tratadas com água e com o glifosato, em ambas as concentrações de extrato aquoso, os cromossomos aderentes encontrados são consequências de efeitos tóxicos. A ação dos agentes tóxicos sobre as proteínas do ciclo celular podem resultar em aderência cromossômica (AMIN, 2011).

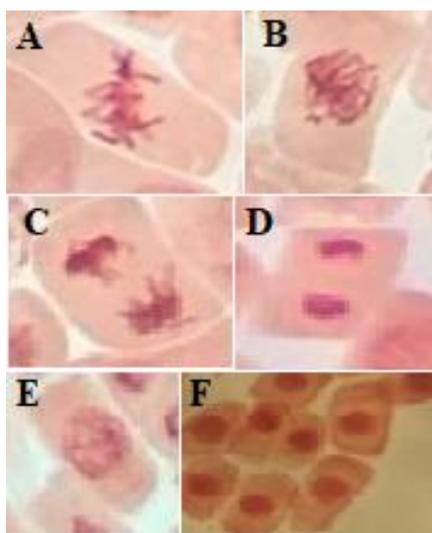


Figura 1 - A- Metáfase em raízes meristemáticas de *Lactuca sativa*. B- Cromossomo aderente (alteração cromossômica). C- Fase mitótica Anáfase. D- Telófase em raízes meristemáticas de *Lactuca sativa* L. E- Prófase. F- Núcleo Condensado (alteração cromossômica).

8.4 CONCLUSÕES

Sementes de *Lactuca sativa* têm seu ciclo fisiológico afetado por substâncias alelopáticas presentes na casca de frutos de *Passiflora mucronata*, que interferem na germinação de semente e crescimento das plântulas.

A concentração de extratos da casca a partir de 50% inibe a germinação de sementes de *L. sativa*.

8.5 REFERÊNCIAS

AMIN, A. W. Evaluation of the genotoxicity of residual repeated applications of sewage sludge on M2 meiocytes of *Zea* plants. **Research Journal of Environmental Toxicology**, v. 5, n. 4, p. 235-250, 2011.

ANDRADE, L. F.; DAVIDE, L. C.; GEDRAITE, L. S. The effect of cyanide compounds, fluorides, aluminum, and inorganic oxides present in spent pot liner on germination and root tip cells of *Lactuca sativa*. **Ecotoxicology and Environmental Safety Journal**, v. 73, n. 11, p. 626-663, 2010.

ANDRADE NETO, R. C. A.; RIBEIRO, A. M. A. S.; ALMEIDA, U. O.; NEGREIROS, J. R. S. **Caracterização química, rendimento em polpa bruta e suco de diferentes genótipos de maracujazeiro azedo**. In: Encontro Nacional da Agroindústria, 2015, Bananeiras. Semear ciência, colher tecnologia: anais. Bananeiras: UFPB, 2015. Anais (on line). Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1036536>. Acesso em 20 fev. 2021.

ANDRADE-VIEIRA, L. F.; BOTELHO, C.M.; PALMIERI, M. J.; LAVIOLA, B G; PRAÇA-FONTES, M. M. Effects of *Jatropha curcas* oil in *Lactuca sativa* root tip bioassays. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 1, p. 373-382, 2014.

BALIĆEVIĆ, R.; RAVLIĆ, M.; KNEŽEVIĆ, M.; SEREZLIJA, I. Allelopathic effect of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) water extracts on germination and initial growth of maize, **Journal of Animal and Plant Sciences**, v. 24, n. 6, p. 1844-1848, 2014.

BARBOSA, J. A.; FERREIRA, S. D.; SALVALAGGIO, A. C.; COSTA, N. V.; ECHER, M. M. Allelopathy of aqueous *Pachyrhizus erosus* K. extracts on *Euphorbia heterophylla* and *Bidens pilosa*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 1, p. 59-65, 2018.

BERNACCI, L. C.; CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; NUNES, T. S.; IMIG, D. C.; MEZZONATO, A. C. 2015 Passifloraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>>.

CONTI, D.; FRANCO, E. T. H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Casearia sylvestris* Sw. na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, n. 2, p. 193-203, 2011.

CARVALHO, W. P.; TEIXEIRA, L. G. V.; ABBADE NETO, D. O.; MOREIRA, J. M. S.; CUNHA, C. E. Alelopatia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu. **Revista Brasileira Biociência**, v. 14, n. 2, p. 60-69, 2016.

COSTALONGA, S. A.; BATITUCCI, M. C. P. Avaliação de efeitos mutagênicos de tintura de *Passiflora edulis* Sims (maracujá) no sistema-teste *Allium cepa*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 19, n. 4, p. 329-337, 2014.

EMBRAPA. Notícias. **Cultivares de maracujá com alta produtividade e resistência a doenças e aproveitamento de resíduos da indústria atraem público nacional e estrangeiro**, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/7223316/cultivares-demaracuja-com-alta-produtividade-e-resistencia-a-doencas-e-aproveitamento-deresiduos-da-industria-atraem-publico-nacional-e-estrangeiro>>. Acesso em: 28 junho 2021.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COSTA, A. M. Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécies comerciais e silvestres de maracujá (*Passiflora* spp.). **Embrapa Cerrados-Documents** (INFOTECA-E), 2015.

FREITAS, A. R.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G.; ZANOTTI, R. F.; VENANCIO, L. P. Allelopathic effect of *Passiflora alata* Curtis extracts on seed germination. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 129-132, 2016.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 1, p. 23-28, 2009.

HARUN, M. A. Y. A.; JOHNSON, R. W. R.; UDDIN, M. Z. Allelopathic potential of *Chrysanthemoides monilifera* subsp. *monilifera* (boneseed): a novel weapon in the invasion processes. **South African Journal of Botany**, v. 93, p. 157-166, 2014.

IBGE, (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Banco de dados agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. 2021. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 de novembro 2021.

JABRAN, K.; MAHAJAN, G.; SARDANA, V.; CHAUHAN, B. S. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection**, v. 72, p. 57-65, 2015.

KONSTANTINOVIĆ, B.; BLAGOJEVIĆ, M.; KONSTANTINOVIĆ, B.; SAMARDŽIĆ, N. Allelopathic effect of weed species *Amaranthus retroflexus* L. on maize seed germination. **Romanian Agricultural Reserach**, v. 31, p. 315-321, 2014.

LAIZER, H. C.; CHACHA, M. N.; NDAKIDEMIL, P. A. Allelopathic effects of *Sphaeranthus suaveolens* on seed germination and seedling growth of *Phaseolus vulgaris* and *Oryza sativa*. **Advances in Agriculture**, v. 2021, p. 1-9, 2021.

LEME, D. M.; ANGELIS, D. F.; MARIN, M. A. M. Action mechanisms of petroleum hydrocarbons present in waters impacted by an oil spill on the genetic material of *Allium cepa* root cells. **Aquatic Toxicology**, v. 88, n. 4, p. 214-219, 2008.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MACÍAS, F. A.; MOLINILLO, J. M. G.; VARELA, R. M.; GALINDO, J. C. G. Allelopathy: a natural alternative for weed control. **Pest Management Science**, v. 63, n. 4, p. 327-348, 2007.

MARASCHIN, F. S.; AQUILA, M. E. A. Contribution to the study of native species allelopathic potential. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 547-555, 2006.

MAULI, M. M.; FORTE, A. M. T.; ROSA, D. M.; PICOLLO, G.; MARQUES, D. S.; CORSATO, J. M.; LESZCZYNSJKI, R. Alelopatia de leucena sobre soja e plantas invasoras. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 55-62, 2009.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 83-91, 2011.

NICOLINI, J. T.; BIDO, G. S.; ZONETTI, P. C. Efeito do extrato aquoso de *Passiflora edulis* Sims sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 191-203, 2012.

OLIARI, L. S.; GILES, J. A. D.; MAYRINCK, L. G.; OLIVEIRA, J. P. B.; LOPES, J. C.; OTONI, W. C.; SCHMILDT, E. R.; AOYAMA, E. M.; ALEXANDRE, R. S. Minigrafting of adult *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. scions onto vegetatively propagated adult rootstocks of *P. mucronata* Lam. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 4, p. 490-496, 2016.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2021.

REIGOSA, M.; GOMES, A. S.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Allelopathic research in Brazil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 27, n. 4, p. 629-646, 2013.

SILVA, D. S. B. S.; BARBOZA, B.; GARCIA, A. C. F. S.; OLIVEIRA, B.; ESTEVAM, C. S.; NETO, V. A.; SANTOS, A. L. L. M.; DIAS, A. S.; SCHER, R.; PANTALEAO, S. M. Investigation of protective effects of *Erythrina velutina* extract against MMS induced damages in the root meristem cells of *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, n. 2, p. 273-278, 2013

SILVA, L. L. A.; AGRA NETO, A. C.; BARBOSA, U. N. Avaliação do potencial alelopático do extrato aquoso de *Passiflora Alata* curtis na germinação de *Lactuca sativa* L./Evaluation of allopathic potential of *Passiflora alata* Curtis water extract in germination of *Lactuca sativa* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 26361-26366, 2019.

SIYAR, S.; MAJEED, A.; MUHAMMAD, Z.; ALI, H.; INAYAT, N. Allelopathic effect of aqueous extracts of three weed species on the growth and leaf chlorophyll content of bread wheat. **Acta Ecologica Sinica**, v. 39, n. 1, p. 63-68, 2019.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 291p,

TEASDALE, J. R.; RICE, C. P.; CAI, G.; MANGUM, R. W. Expression of allelopathy in the soil environment: soil concentration and activity of benzoxazinoid compounds released by rye cover crop residue. **Plant Ecology**, v. 213, n. 12, p. 1893-1905, 2012.

TEERARAK, M.; LAOSINWATTANA, C.; CHAROENYING, P. Evaluation of allelopathic, decomposition and cytogenetic activities of *Jasminum officinale* L. f. var. *grandiflorum* (L.) Kob. on bioassay plants. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 14, p. 5677–5684, 2010.

TEIXEIRA, M. F. F.; PINHEIRO, D. T.; SANTOS JUNIOR, H. C. ALVES, E. C.; BARROS, T. T. V.; FREITAS, M. A. M.; DIAS, D. C. F. S. Allelopathic influence of some fruit tree leaf extracts on germination and seedling development of different weeds and vegetable crops. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 05, p. 726-730, 2018.

8 CAPÍTULO V

SUFICIÊNCIA AMOSTRAL PARA ANÁLISE DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MARACUJÁ SOBRE ESTRESSE SALINO

RESUMO - O número adequado de repetições pode aumentar a precisão do experimento e melhorar a capacidade de um teste estatístico em detectar diferenças menores entre as estimativas das médias dos tratamentos. Desta forma, objetivou-se com este trabalho estudar o número de repetições e de sementes de maracujá suficientes para análise da qualidade fisiológica em condições de estresse salino. Foram utilizadas sementes do híbrido de maracujá (BRS Rubi do Cerrado - BRS RC). As sementes foram submetidas ao estresse salino induzido com cloreto de sódio (NaCl) a -0,6 MPa e água destilada (controle). Foram analisados: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e da raiz, massa seca das plântulas normais e a razão comprimento da raiz pelo comprimento da parte aérea. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados foram simulados um total de 100.000 vezes cada uma das combinações de repetições, dois a 100; dois tratamentos (com e sem estresse); três níveis de coletas de informação, com quatro repetições de 100 sementes, oito repetições de 50 sementes e 15 repetições de 25 sementes; em seis diferentes variáveis. Para sementes de maracujá, o comportamento do experimento e do ajuste foi o mesmo, independente da variável, número de repetições e do tratamento, com e sem estresse salino. A utilização de 14 repetições, independente do número de sementes, há redução de 50% da amplitude do intervalo de confiança de bootstrap.

Palavras-chave: Bootstrap. Germinação. *Passiflora*. Precisão experimental.

4.1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, e ao gênero *Passiflora*, que se destaca como o mais importante economicamente. O Brasil é considerado centro de origem de aproximadamente 150 espécies conhecidas, das quais 87 são endêmicas, o que o torna centro de diversidade genética do gênero. Atualmente é o maior produtor mundial de maracujá, com uma produção de 683.993 toneladas em uma área de 44.827 hectare (BERNACCI et al., 2015; IBGE, 2021).

A Embrapa Mandioca e Fruticultura vêm desenvolvendo híbridos de maracujás por cruzamentos com parentais selecionados, com características agronômicas desejáveis como alta produtividade, uniformidade na produção, alto rendimento de polpa com acidez e doçura aceitáveis e tolerância às principais doenças. O híbrido utilizado, BRS Rubi do Cerrado foi obtido com base no melhoramento populacional por seleção recorrente, obtenção e avaliação de híbridos inter e intraespecíficos, possui resistência às principais doenças do maracujazeiro (virose, bacteriose, antracnose e ferrugem), lançado em 2012 (EMBRAPA, 2008; NEVES et al., 2013).

O maracujazeiro pode ser propagado por sementes, estaquia e enxertia. No entanto, por ser mais barato e de fácil execução, o uso das sementes é o método mais comum. Além disso, os principais cultivares estão disponíveis no mercado, na forma de sementes (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

De acordo com as Regras para análise de sementes devem ser utilizadas 400 sementes (BRASIL, 2009), pois, trata-se de apenas uma amostra para germinação, entretanto, levando em consideração experimentos que apresentam vários tratamentos é possível calcular o erro e a variação das médias tornando as análises mais acuradas. Desta forma, é possível a utilização de um menor número de sementes por tratamento sem perder as informações necessárias para as análises estatísticas. O número adequado de repetições pode aumentar a precisão do experimento, e melhorar a capacidade de um teste estatístico em detectar diferenças menores entre as estimativas das médias dos tratamentos (VELINI et al., 2006).

O teste de bootstrap é considerado o melhor teste para comparações múltiplas, uma vez que controla adequadamente as taxas de erro experimentais de tipo I em modelos normais e não normais e em hipóteses nulas completas ou parciais e mostra alta potência sob o hipótese alternativa (FERREIRA, 2014).

Na literatura há vários trabalhos que relatam o tamanho ótimo de parcela para diferentes culturas, como para girassol (SOUSA et al., 2016), tomate (LÚCIO et al., 2010; LÚCIO et al., 2012), alface (LÚCIO et al., 2011), mamona (PALUDO et al., 2015), feijão (SANTOS et al., 2012) e arroz (CARGNELUTTI FILHO et al., 2012). Entretanto, para a cultura do maracujá pouco se sabe sobre o tamanho e a forma de parcela experimental.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho estudar o número de repetições suficientes para análise da qualidade fisiológica de sementes de maracujá em condições de estresse salino.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), município de Alegre-ES, utilizando-se sementes de maracujá, do híbrido de maracujá (BRS Rubi do Cerrado - BRS RC), procedentes de frutos colhidos no município de Jerônimo Monteiro, região sul do estado do Espírito Santo.

As sementes de frutos maduros e recém-colhidos foram extraídas com auxílio de uma colher esterilizada, removida a polpa com a cal extinta, sobre uma peneira, lavadas em água corrente e mantidas sobre papel tipo germitest à sombra para secagem até 14% de umidade. Posteriormente as sementes foram submetidas ao estresse salino induzido com cloreto de sódio (NaCl) a -0,6 MPa, cujas concentrações foram preparadas segundo a equação de Van't Hoff, citada por Salisbury e Ross (1992): $\psi_{os} = -RTC$, em que: ψ_{os} = potencial osmótico (atm); R= constante geral dos gases perfeitos ($8.314 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ MPa mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$); T= temperatura ($^{\circ}\text{K}$); e C= concentração (mol L^{-1}) (N° de moles L^{-1}) e água destilada (controle).

Os testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram:

Teor de água da semente - determinado com duas repetições, pelo método da estufa, a $105 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, segundo as instruções das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Germinação - foi conduzida com quatro repetições de 100 sementes, oito repetições de 50 sementes e 16 repetições de 25 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel tipo germitest umedecido com água destilada e (NaCl) a -0,6 MPa, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, que foram mantidos em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura alternada de 20-30 $^{\circ}\text{C}$ (16/8 h). As avaliações foram feitas após sete e 28 dias da semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009), e os resultados expressos em porcentagem de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - determinado concomitante com o teste de germinação, sendo computado diariamente, até o 28º dia, o número de sementes que apresentou protrusão da raiz primária igual ou superior a 2 mm (MAGUIRE, 1962).

Comprimento da parte aérea - foi determinado após 28 dias da sementeira, com o auxílio de uma régua milimetrada, mediante a medição do comprimento entre o colo e o ápice da última folha de cada planta da amostra e o resultado expresso em cm planta⁻¹.

Comprimento da raiz - foi determinado após 28 dias da sementeira, com o auxílio de uma régua milimetrada, medindo-se do colo da planta e a ponta da maior raiz e os resultados expressos em cm planta⁻¹.

Massa seca das plântulas - foi determinada após 28 dias da sementeira, as plântulas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo Kraft, mantidas em estufa de convecção a 72 °C por 72 horas (massa constante) e os resultados expressos em mg planta⁻¹.

Razão comprimento da raiz pelo comprimento da parte aérea - foi determinada pelo quociente do comprimento de raiz pelo comprimento de parte aérea.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados foram simulados um total de 100.000 vezes com intervalo de confiança de 0,95% de confiabilidade, cada uma das combinações de repetições, dois a 100; com dois tratamentos (com e sem estresse); três níveis de coletas de informação, quatro repetições de 100 sementes, oito repetições de 50 sementes e 16 repetições de 25 sementes; em seis diferentes variáveis. Utilizou-se o software R (R CORE TEAM, 2022).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada a curva logarítmica, na qual obteve-se um bom valor para predição para todos os tratamentos e variáveis (Figura 1 e Apêndice A).

É possível observar que independente da variável e número de observações e repetições avaliadas experimentalmente, que o número necessário para reduzir 50% da variação dos valores é de 14 repetições isto pode ser observado na Figura 1, com o gráfico de linhas e na Figura 2, pelo gráfico de barras composto pelos valores.

Com 14 repetições obteve-se uma redução de 50% da amplitude do intervalo de confiança de "bootstrap" entre os valores observados de duas a 100 repetições com 100.000 amostragens (linha vermelha). No entanto, com 67 repetições obteve-se uma redução de 90% da amplitude do intervalo de confiança de "bootstrap" (linha amarela), ou seja, para uma redução de 40% da amplitude foram necessárias mais 53 repetições. Entretanto, do ponto de vista prático, a avaliação de 67 repetições fica dificultada e comprometida pelo expressivo número de sementes a ser utilizado.

Com 96 repetições obteve-se uma redução de 99% da amplitude do intervalo de confiança de "bootstrap" (linha verde) e com 100 repetições, redução de 100% da amplitude do intervalo de confiança de "bootstrap" (linha azul) (Figuras 1 e 2). Segundo Cargnelutti Filho et al. (2011), para os 210 pares de caracteres de *Crambe abyssinica* Hochst estudados, o tamanho de amostra (número de plantas), para a amplitude do intervalo de confiança de 95%, oscilou entre oito e 665 plantas. No entanto, em sementes de milho observou-se que 252 plantas são suficientes para a estimação do coeficiente, para a amplitude do intervalo de confiança de bootstrap de 95% (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010). Em tomate cereja Sari et al. (2017) observaram que para uma amplitude do intervalo de confiança de 95% é necessário amostrar 275 plantas.

O número adequado de repetições pode aumentar a precisão do experimento, e pode melhorar a capacidade de um teste estatístico em detectar diferenças menores entre as estimativas das médias dos tratamentos (VELINI et al., 2006). Após estudarem a relação linear entre os parâmetros do milho, Cargnelutti Filho et al. (2010) relataram que um tamanho amostral inadequado pode estar relacionado às discrepâncias nos resultados das publicações científicas. Devido à significância do sinal matemático para interpretação do coeficiente de correlação de Pearson, o uso de um tamanho amostral adequado para sua determinação é altamente relevante, destacando-se mais do que o tamanho amostral necessário para estimativa da média.

Na Figura 1 estão representados os dados observados. No entanto, nos Apêndices B, C, D, E, F e G estão presentes os dados reais, nos quais encontram-se os 10.000 dados, com valores de máximo e mínimo (cinza claro), e os valores acumulados (cinza escuro). É possível observar que depois de 14 repetições a amplitude da curva se

manteve para todas as variáveis, independente do tratamento das sementes com o estresse salino.

Embora se considere que quanto maior o tamanho da parcela, menor o erro experimental e, conseqüentemente, maior a precisão do experimento, essa relação não é linear. O aumento do tamanho da parcela inicialmente leva a uma diminuição do erro experimental até certo ponto, a partir do qual o ganho de precisão é muito pequeno (PARANAÍBA et al., 2009; STORCK et al., 2011; BARBIN, 2013).

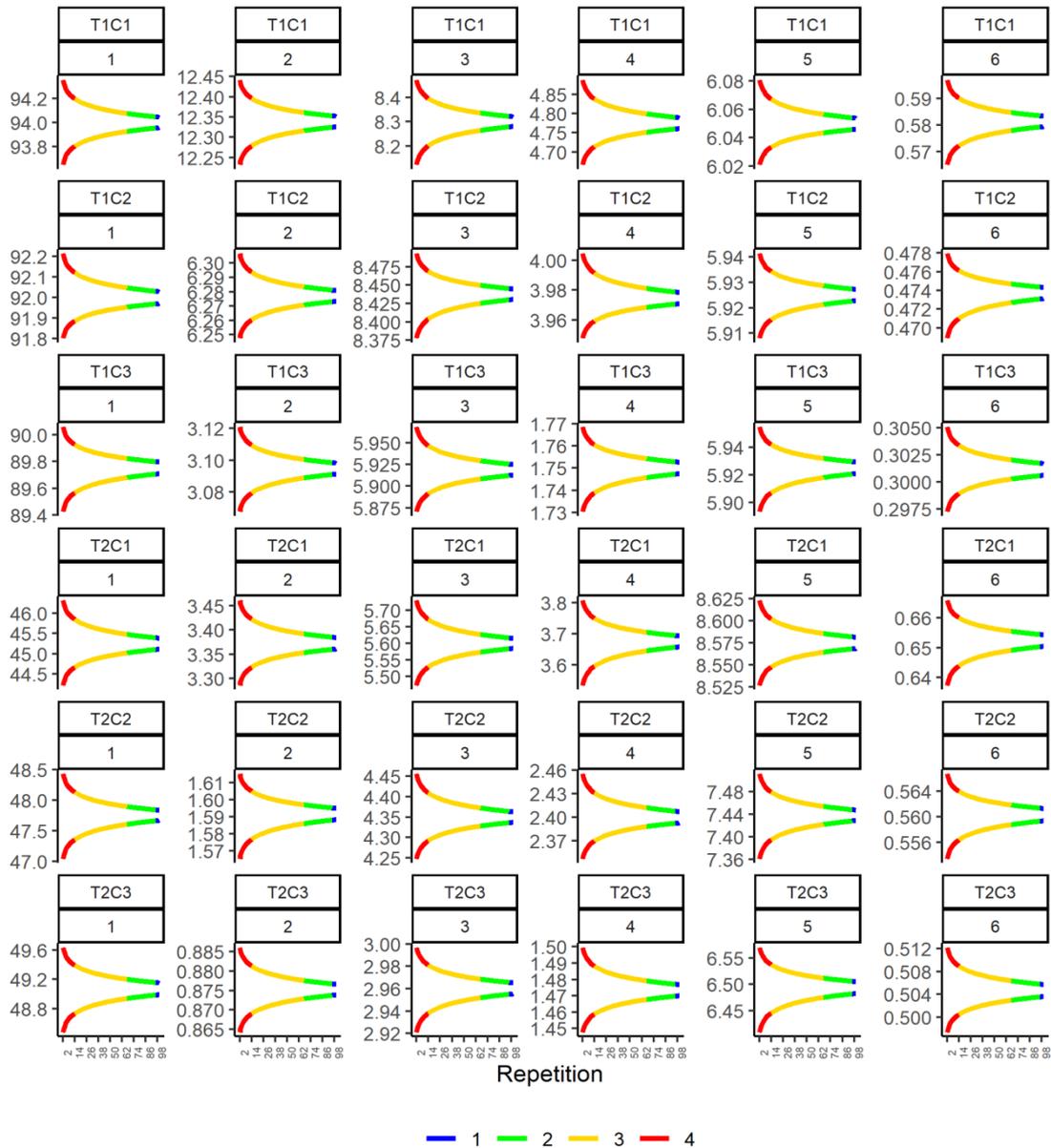


Figura 1 - Ajuste da regressão exponencial dos valores máximos e mínimos observados dentro das seis variáveis estudadas: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, massa seca das plântulas e relação comprimento da parte aérea pelo comprimento da raiz, renomeando de um a seis, respectivamente; e combinadas da interação Tratamento (T) x Classes (C), sendo dois tratamento, com e sem estresse; e três classes, quatro, oito e 16 repetições, respectivamente.

Na Figura 2 é possível observar que independente das sementes serem submetidas ao estresse, e independe da variável estudada, houve uma constância. Segundo Celanti et al. (2016), o método bootstrap tem a vantagem de não precisar identificar a sequência das parcelas no teste de uniformidade, já que na simulação

bootstrap o sorteio é aleatório. No entanto, observaram que as médias das estimativas por bootstrap apresentam valores muito próximos dos valores reais. Isso porque a reamostragem é feita milhares de vezes e a técnica de bootstrap com reposição permite a mesma probabilidade de sorteio para todos os valores da amostra (FERREIRA, 2009).

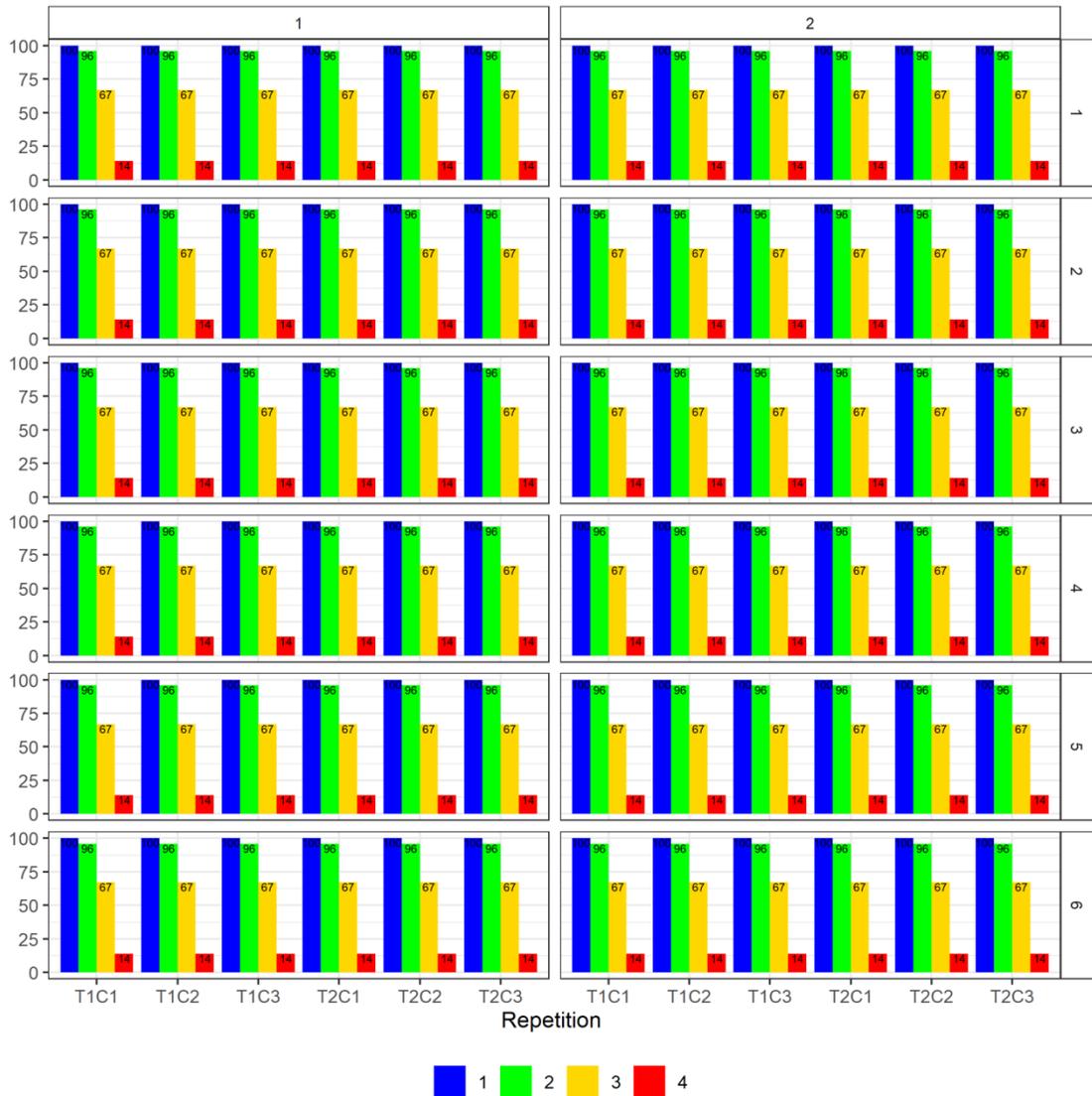


Figura 2 - Gráfico de barras do número de repetições necessárias para avaliação em quatro cenários de redução, sendo eles: 50%, 90%, 99% e 100%, correspondendo às cores vermelha, amarela, verde e azul, respectivamente; para combinadas da interação Tratamento (T) x Classes (C), sendo dois tratamento, sem e com estresse; e três classes, quatro, oito e 16 repetições, ou seja, uma, duas e três, respectivamente, dentro dos maiores e menores valores, representados por um e dois, respectivamente; para cada uma das seis variáveis estudadas, germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, massa seca das plântulas e relação comprimento da raiz pelo comprimento da parte aérea.

4.4 CONCLUSÕES

Para sementes de maracujá, o comportamento do experimento e do ajuste é o mesmo, independente da variável, número de repetições e do tratamento, com e sem estresse salino.

A utilização de 14 repetições, independente do número de sementes, há redução de 50% da amplitude do intervalo de confiança de bootstrap.

4.5 REFERÊNCIAS

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. Londrina, Macenas. 2013. 213p.

BERNACCI, L. C.; CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; NUNES, T. S.; IMIG, D. C.; MEZZONATO, A. C. **Passifloraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>>.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. MAPA ACS, Brasília, Brasil, 2009. 395p.

CARGNELUTTI FILHO, A.; LOPES, S. J.; TOEBE, M.; SILVEIRA, T. R.; SCHWANTES, I. A. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres de *Crambe abyssinica*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 149-158, 2011.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MARCHESAN, E.; SILVA, L. S.; TOEBE, M. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipo de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p. 336-343, 2012.

CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; SILVEIRA, T. R.; CASAROTTO, G. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação

linear de Pearson entre caracteres de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1363-1371, 2010.

CELANTI, H. F.; SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; ALEXANDRE, R. S.; CATTANEO, L. F. Tamanho ótimo de parcela na avaliação de mudas de mamoeiro: proposta e comparação de métodos. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 469-476, 2016.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Banco de dados agregados. Sistema IBGE de recuperação automática -Sidra. **Produção agrícola municipal: produção de maracujá**. 2021. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso: 20 de agosto de 2022.

EMBRAPA CERRADOS E EMBRAPA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA. **BRS Sol do Cerrado**: híbrido de maracujazeiro- azedo de alta produtividade. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá**: O produtor pergunta, a Embrapa responde Brasília, DF: Embrapa, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia para seus procedimentos Bootstrap em comparações múltiplas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. 2ª ed. Lavras, UFLA. 2009. 664p.

LÚCIO, A.; CARPES, R. H.; STORCK, L.; ZANARDO, B.; TOEBE, M.; PUHL, O. J.; SANTOS, J. R. A. Agrupamento de colheitas de tomate e estimativas do tamanho de parcela em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 190-196, 2010.

LÚCIO, A.; HAESBAERT, F. M.; SANTOS, D.; BENZ, V. Estimativa do tamanho de parcela para experimento com alface. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 510-515, 2011.

LÚCIO, A.; HAESBAERT, F. M.; SANTOS, D.; SCHWERTNER, D. V.; BRUNES, R. R. Tamanhos de amostras e de parcelas para variáveis de crescimento e produtivas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 660-668, 2012.

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

NEVES, C. G.; NUNES, O. J.; LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, E. J. Avaliação agronômica de parentais e híbridos de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 35, n. 1, p.191-198, 2013.

PALUDO, A. L.; LOPES, S. J.; BRUM, B.; STORCK, L.; SANTOS, D.; HAESBAERT, F. Tamanho de parcela e número de repetições para mamoneira em diferentes espaçamentos entre plantas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 253-258, 2015.

PARANAÍBA, P. F.; FERREIRA, D. F.; MORAIS, A. R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 27, p. 255-268, 2009.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2022.

SANTOS, D.; HAESBAERT, F. M.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Tamanho ótimo de parcela para a cultura do feijão-vagem. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 119-128, 2012.

SARI, B. G.; LÚCIO, A. D.; SANTANA, C. S.; KRYSCZUN, D. H.; TISCHLER, A. L.; DREBES, L. Tamanho de amostra para estimar o coeficiente de correlação de Pearson em ensaios com tomate cereja. **Ciencia Rural**, v. 47, n. 10, p. e20170116, 2017.

SOUSA, R. P.; SILVA, P. S. L.; ASSIS, J. P. Tamanho e forma de parcelas para experimentos com girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 683-690, 2016.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 3ª ed. Santa Maria, UFSM. 2011. 198p.

VELINI, E. D.; PALMA, V.; SOUZA, L. S.; MARTINS, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do milho. I – Efeito do número de repetições sobre a precisão dos resultados obtidos. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 435-442, 2006.

9 CONCLUSÕES GERAIS

As sementes de *Passiflora mucronata* possuem dormência. Os tratamentos com escarificação mecânica e imersão em ácido sulfúrico não superam a dormência das sementes dos genótipos de *P. mucronata*. A termoterapia nas temperaturas de 60 e 70 °C superam a dormência de sementes dos genótipos de *P. mucronata* e proporcionam maior germinação e vigor. As sementes dos genótipos G3, G7 e G8 de *P. mucronata* apresentam maior germinação e vigor.

Sementes de genótipos de *P. mucronata* submetidas ao tratamento de termoterapia apresentam menores médias de reservas nutritivas. Sementes do genótipo G6 apresentam menores médias de germinação, vigor, reservas nutritivas e hormônios. Sementes do genótipo G2 apresentam maiores médias de proteínas e lipídios, e dos hormônios AIA, prolina, precursor do etileno ACC, espermina e espermidina.

Os óleos essenciais de citronela e canela são eficientes no controle de fungos em sementes de *Passiflora* spp. estudadas. O óleo de canela na concentração de 0,5% é eficiente no controle de fungos e não afeta a qualidade fisiológica das sementes de *Passiflora* spp. estudadas.

Sementes de *Lactuca sativa* têm seu ciclo fisiológico afetado por substâncias alelopáticas presentes na casca de frutos de *P. mucronata*, essas substâncias interferem na germinação de semente, desenvolvimento e crescimento das plântulas. A concentração de extratos da casca a partir de 50% inibe a germinação de sementes de *L. sativa*. Sementes de *L. sativa* têm seu ciclo celular inibido por substâncias alelopáticas presentes na casca do fruto de *P. mucronata*.

Para sementes de maracujá, independente da variável estudada, do número de repetições e do tratamento, com e sem estresse salino, o comportamento do experimento e do ajuste foi o mesmo. Com 14 repetições, independente do número de sementes, reduz 50% da amplitude do intervalo de confiança de bootstrap

10 APÊNDICES

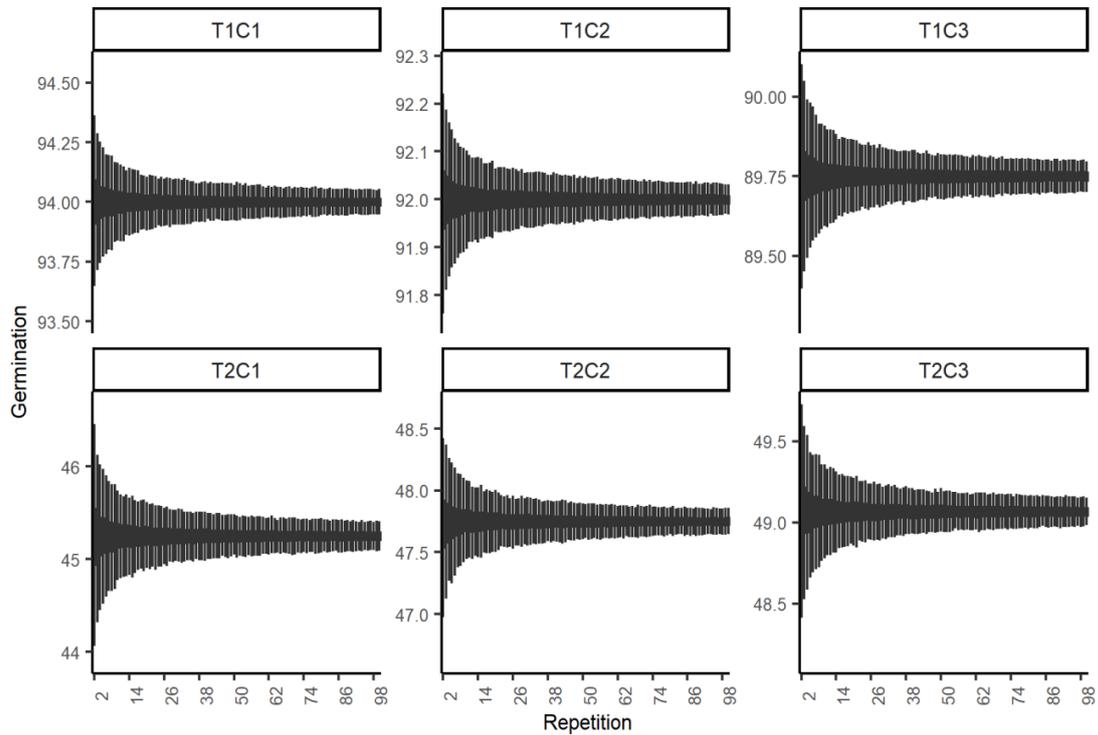
Apêndice A - Betas (B0 e B1), t-value e coeficiente de determinação do ajuste (R^2) dos tratamentos (T1-controle; T2-estresse salino), classes (C1-quatro repetições de 100 sementes, C2-8 repetições de 50 sementes e C3-16 repetições de 25 sementes), com seis diferentes variáveis germinação (Ger), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (Cpa), comprimento da raiz (Cr), massa seca (Ms) e razão comprimento da raiz pelo comprimento da parte aérea (Crpa).

TC	Var	Coef	Estimate	Std,Error	t,value	Pr,t	R ²
T1C1	Ger,mean,max	B0	94,408	0,013	7044,305	0,000	0,836
T1C1	Ger,mean,max	B1	-0,079	0,004	-22,352	0,000	NA
T1C2	Ger,mean,max	B0	92,247	0,006	14873,741	0,000	0,896
T1C2	Ger,mean,max	B1	-0,048	0,002	-29,040	0,000	NA
T1C3	Ger,mean,max	B0	90,106	0,008	10976,703	0,000	0,907
T1C3	Ger,mean,max	B1	-0,067	0,002	-30,972	0,000	NA
T2C1	Ger,mean,max	B0	46,487	0,034	1367,934	0,000	0,878
T2C1	Ger,mean,max	B1	-0,240	0,009	-26,591	0,000	NA
T2C2	Ger,mean,max	B0	48,540	0,021	2345,778	0,000	0,887
T2C2	Ger,mean,max	B1	-0,152	0,005	-27,787	0,000	NA
T2C3	Ger,mean,max	B0	49,720	0,013	3874,175	0,000	0,931
T2C3	Ger,mean,max	B1	-0,124	0,003	-36,396	0,000	NA
T1C1	Ivg,mean,max	B0	12,458	0,003	3859,693	0,000	0,881
T1C1	Ivg,mean,max	B1	-0,023	0,001	-26,987	0,000	NA
T1C2	Ivg,mean,max	B0	6,311	0,001	5814,825	0,000	0,844
T1C2	Ivg,mean,max	B1	-0,007	0,000	-23,078	0,000	NA
T1C3	Ivg,mean,max	B0	3,125	0,001	3793,681	0,000	0,879
T1C3	Ivg,mean,max	B1	-0,006	0,000	-26,745	0,000	NA
T2C1	Ivg,mean,max	B0	3,475	0,003	1374,026	0,000	0,898
T2C1	Ivg,mean,max	B1	-0,020	0,001	-29,340	0,000	NA
T2C2	Ivg,mean,max	B0	1,619	0,001	2254,187	0,000	0,883
T2C2	Ivg,mean,max	B1	-0,005	0,000	-27,234	0,000	NA
T2C3	Ivg,mean,max	B0	0,888	0,000	2679,240	0,000	0,887
T2C3	Ivg,mean,max	B1	-0,002	0,000	-27,690	0,000	NA
T1C1	Cpa,mean,max	B0	8,498	0,006	1406,015	0,000	0,856
T1C1	Cpa,mean,max	B1	-0,039	0,002	-24,156	0,000	NA
T1C2	Cpa,mean,max	B0	8,502	0,002	4839,714	0,000	0,878
T1C2	Cpa,mean,max	B1	-0,012	0,000	-26,604	0,000	NA
T1C3	Cpa,mean,max	B0	5,976	0,002	3583,906	0,000	0,866
T1C3	Cpa,mean,max	B1	-0,011	0,000	-25,165	0,000	NA
T2C1	Cpa,mean,max	B0	5,750	0,004	1352,640	0,000	0,873
T2C1	Cpa,mean,max	B1	-0,029	0,001	-26,018	0,000	NA
T2C2	Cpa,mean,max	B0	4,472	0,003	1434,565	0,000	0,895
T2C2	Cpa,mean,max	B1	-0,024	0,001	-28,884	0,000	NA
T2C3	Cpa,mean,max	B0	3,003	0,001	2974,625	0,000	0,904
T2C3	Cpa,mean,max	B1	-0,008	0,000	-30,368	0,000	NA

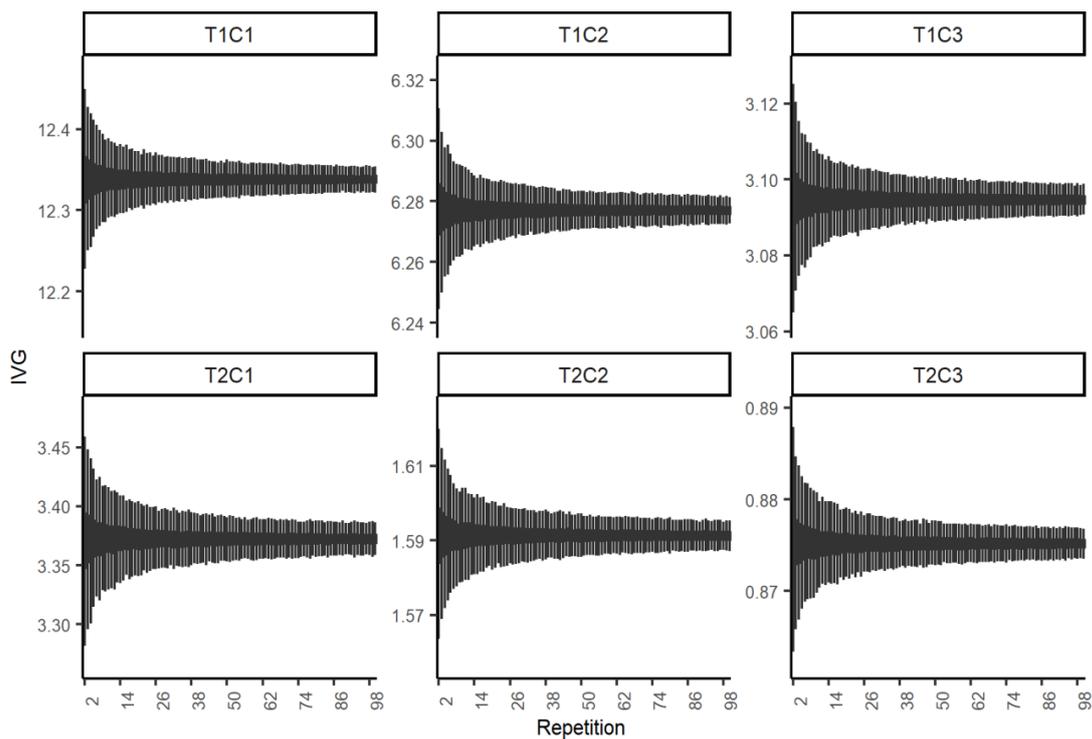
T1C1	Cr,mean,max	B0	4,905	0,003	1589,448	0,000	0,906
T1C1	Cr,mean,max	B1	-0,025	0,001	-30,744	0,000	NA
T1C2	Cr,mean,max	B0	4,009	0,001	5117,324	0,000	0,915
T1C2	Cr,mean,max	B1	-0,007	0,000	-32,453	0,000	NA
T1C3	Cr,mean,max	B0	1,771	0,001	3363,603	0,000	0,897
T1C3	Cr,mean,max	B1	-0,004	0,000	-29,281	0,000	NA
T2C1	Cr,mean,max	B0	3,829	0,004	1010,950	0,000	0,897
T2C1	Cr,mean,max	B1	-0,029	0,001	-29,287	0,000	NA
T2C2	Cr,mean,max	B0	2,464	0,002	1139,325	0,000	0,825
T2C2	Cr,mean,max	B1	-0,012	0,001	-21,483	0,000	NA
T2C3	Cr,mean,max	B0	1,504	0,001	1852,256	0,000	0,882
T2C3	Cr,mean,max	B1	-0,006	0,000	-27,138	0,000	NA
T1C1	Ms,mean,max	B0	6,086	0,001	5129,428	0,000	0,832
T1C1	Ms,mean,max	B1	-0,007	0,000	-22,056	0,000	NA
T1C2	Ms,mean,max	B0	5,944	0,000	13546,159	0,000	0,909
T1C2	Ms,mean,max	B1	-0,004	0,000	-31,253	0,000	NA
T1C3	Ms,mean,max	B0	5,959	0,001	7950,666	0,000	0,917
T1C3	Ms,mean,max	B1	-0,007	0,000	-32,867	0,000	NA
T2C1	Ms,mean,max	B0	8,631	0,002	5523,732	0,000	0,872
T2C1	Ms,mean,max	B1	-0,011	0,000	-25,879	0,000	NA
T2C2	Ms,mean,max	B0	7,522	0,002	3332,821	0,000	0,884
T2C2	Ms,mean,max	B1	-0,016	0,001	-27,337	0,000	NA
T2C3	Ms,mean,max	B0	6,582	0,002	3268,298	0,000	0,909
T2C3	Ms,mean,max	B1	-0,017	0,001	-31,212	0,000	NA
T1C1	Crpa,mean,max	B0	0,600	0,001	1108,159	0,000	0,860
T1C1	Crpa,mean,max	B1	-0,004	0,000	-24,572	0,000	NA
T1C2	Crpa,mean,max	B0	0,479	0,000	3850,606	0,000	0,890
T1C2	Crpa,mean,max	B1	-0,001	0,000	-28,194	0,000	NA
T1C3	Crpa,mean,max	B0	0,306	0,000	2574,070	0,000	0,887
T1C3	Crpa,mean,max	B1	-0,001	0,000	-27,696	0,000	NA
T2C1	Crpa,mean,max	B0	0,668	0,000	1835,631	0,000	0,906
T2C1	Crpa,mean,max	B1	-0,003	0,000	-30,776	0,000	NA
T2C2	Crpa,mean,max	B0	0,568	0,000	3182,437	0,000	0,898
T2C2	Crpa,mean,max	B1	-0,001	0,000	-29,448	0,000	NA
T2C3	Crpa,mean,max	B0	0,513	0,000	2247,176	0,000	0,884
T2C3	Crpa,mean,max	B1	-0,002	0,000	-27,338	0,000	NA
T1C1	Ger,mean,min	B0	93,595	0,012	7982,158	0,000	0,866
T1C1	Ger,mean,min	B1	0,078	0,003	25,191	0,000	NA
T1C2	Ger,mean,min	B0	91,771	0,005	17714,666	0,000	0,909
T1C2	Ger,mean,min	B1	0,043	0,001	31,292	0,000	NA
T1C3	Ger,mean,min	B0	89,374	0,010	8596,235	0,000	0,876
T1C3	Ger,mean,min	B1	0,073	0,003	26,339	0,000	NA
T2C1	Ger,mean,min	B0	44,064	0,032	1369,284	0,000	0,879
T2C1	Ger,mean,min	B1	0,227	0,009	26,646	0,000	NA
T2C2	Ger,mean,min	B0	46,934	0,028	1702,195	0,000	0,830
T2C2	Ger,mean,min	B1	0,160	0,007	21,911	0,000	NA

T2C3	Ger,mean,min	B0	48,388	0,021	2268,469	0,000	0,845
T2C3	Ger,mean,min	B1	0,131	0,006	23,095	0,000	NA
T1C1	Ivg,mean,min	B0	12,215	0,004	2838,169	0,000	0,817
T1C1	Ivg,mean,min	B1	0,024	0,001	20,974	0,000	NA
T1C2	Ivg,mean,min	B0	6,243	0,001	7179,332	0,000	0,892
T1C2	Ivg,mean,min	B1	0,007	0,000	28,518	0,000	NA
T1C3	Ivg,mean,min	B0	3,063	0,001	3415,382	0,000	0,868
T1C3	Ivg,mean,min	B1	0,006	0,000	25,415	0,000	NA
T2C1	Ivg,mean,min	B0	3,273	0,003	1282,812	0,000	0,890
T2C1	Ivg,mean,min	B1	0,019	0,001	28,197	0,000	NA
T2C2	Ivg,mean,min	B0	1,561	0,001	2132,354	0,000	0,903
T2C2	Ivg,mean,min	B1	0,006	0,000	30,232	0,000	NA
T2C3	Ivg,mean,min	B0	0,863	0,000	3040,230	0,000	0,916
T2C3	Ivg,mean,min	B1	0,002	0,000	32,618	0,000	NA
T1C1	Cpa,mean,min	B0	8,096	0,006	1404,503	0,000	0,875
T1C1	Cpa,mean,min	B1	0,040	0,002	26,154	0,000	NA
T1C2	Cpa,mean,min	B0	8,368	0,002	3727,136	0,000	0,839
T1C2	Cpa,mean,min	B1	0,013	0,001	22,639	0,000	NA
T1C3	Cpa,mean,min	B0	5,863	0,002	3224,949	0,000	0,835
T1C3	Cpa,mean,min	B1	0,011	0,000	22,295	0,000	NA
T2C1	Cpa,mean,min	B0	5,454	0,004	1249,241	0,000	0,859
T2C1	Cpa,mean,min	B1	0,028	0,001	24,503	0,000	NA
T2C2	Cpa,mean,min	B0	4,232	0,004	1179,970	0,000	0,854
T2C2	Cpa,mean,min	B1	0,023	0,001	23,969	0,000	NA
T2C3	Cpa,mean,min	B0	2,915	0,001	2479,782	0,000	0,890
T2C3	Cpa,mean,min	B1	0,009	0,000	28,201	0,000	NA
T1C1	Cr,mean,min	B0	4,651	0,003	1469,875	0,000	0,892
T1C1	Cr,mean,min	B1	0,024	0,001	28,520	0,000	NA
T1C2	Cr,mean,min	B0	3,944	0,001	5830,250	0,000	0,917
T1C2	Cr,mean,min	B1	0,006	0,000	32,986	0,000	NA
T1C3	Cr,mean,min	B0	1,727	0,001	2830,729	0,000	0,882
T1C3	Cr,mean,min	B1	0,004	0,000	27,035	0,000	NA
T2C1	Cr,mean,min	B0	3,512	0,005	695,383	0,000	0,850
T2C1	Cr,mean,min	B1	0,032	0,001	23,606	0,000	NA
T2C2	Cr,mean,min	B0	2,339	0,002	1324,843	0,000	0,863
T2C2	Cr,mean,min	B1	0,012	0,000	24,878	0,000	NA
T2C3	Cr,mean,min	B0	1,444	0,001	1996,619	0,000	0,900
T2C3	Cr,mean,min	B1	0,006	0,000	29,713	0,000	NA
T1C1	Ms,mean,min	B0	6,017	0,001	7241,019	0,000	0,895
T1C1	Ms,mean,min	B1	0,006	0,000	28,979	0,000	NA
T1C2	Ms,mean,min	B0	5,905	0,001	10611,153	0,000	0,870
T1C2	Ms,mean,min	B1	0,004	0,000	25,603	0,000	NA
T1C3	Ms,mean,min	B0	5,888	0,001	5743,588	0,000	0,873
T1C3	Ms,mean,min	B1	0,007	0,000	25,941	0,000	NA
T2C1	Ms,mean,min	B0	8,519	0,001	6254,047	0,000	0,899
T2C1	Ms,mean,min	B1	0,011	0,000	29,530	0,000	NA

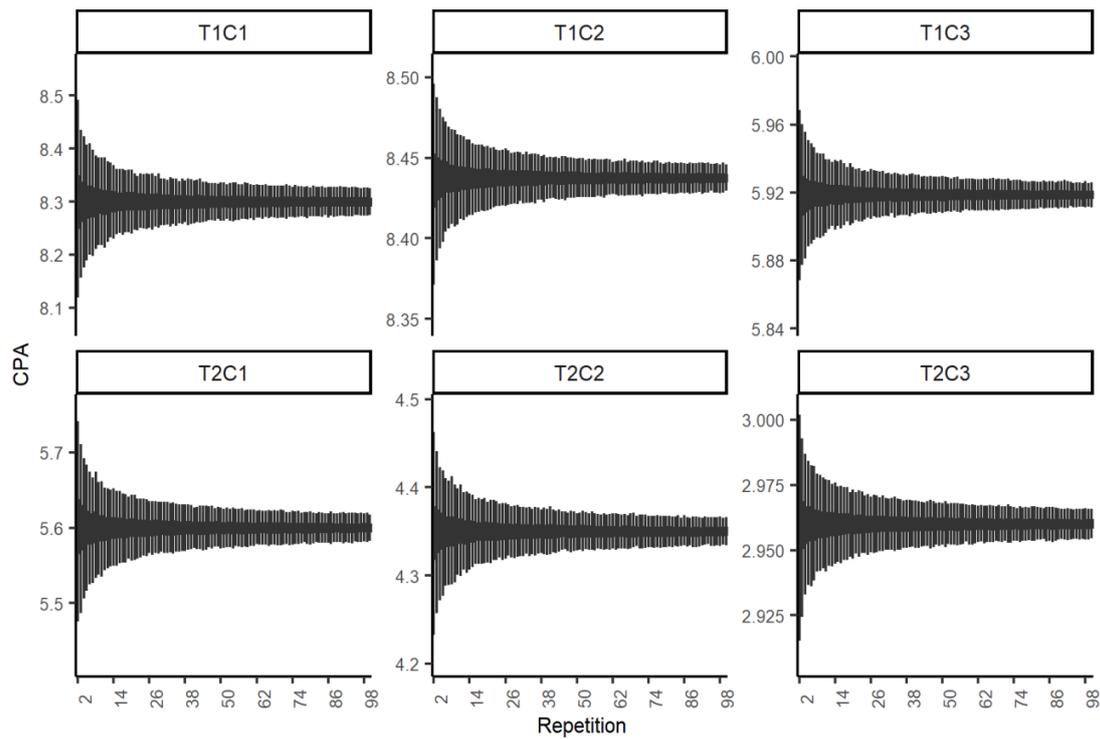
T2C2	Ms,mean,min	B0	7,349	0,002	3120,824	0,000	0,885
T2C2	Ms,mean,min	B1	0,017	0,001	27,533	0,000	NA
T2C3	Ms,mean,min	B0	6,396	0,003	2173,803	0,000	0,855
T2C3	Ms,mean,min	B1	0,019	0,001	24,051	0,000	NA
T1C1	Crpa,mean,min	B0	0,562	0,001	964,132	0,000	0,852
T1C1	Crpa,mean,min	B1	0,004	0,000	23,812	0,000	NA
T1C2	Crpa,mean,min	B0	0,468	0,000	2605,139	0,000	0,840
T1C2	Crpa,mean,min	B1	0,001	0,000	22,663	0,000	NA
T1C3	Crpa,mean,min	B0	0,297	0,000	2557,886	0,000	0,889
T1C3	Crpa,mean,min	B1	0,001	0,000	27,971	0,000	NA
T2C1	Crpa,mean,min	B0	0,635	0,001	1236,829	0,000	0,860
T2C1	Crpa,mean,min	B1	0,003	0,000	24,600	0,000	NA
T2C2	Crpa,mean,min	B0	0,552	0,000	2887,173	0,000	0,901
T2C2	Crpa,mean,min	B1	0,002	0,000	29,926	0,000	NA
T2C3	Crpa,mean,min	B0	0,496	0,000	2419,003	0,000	0,896
T2C3	Crpa,mean,min	B1	0,002	0,000	29,088	0,000	NA



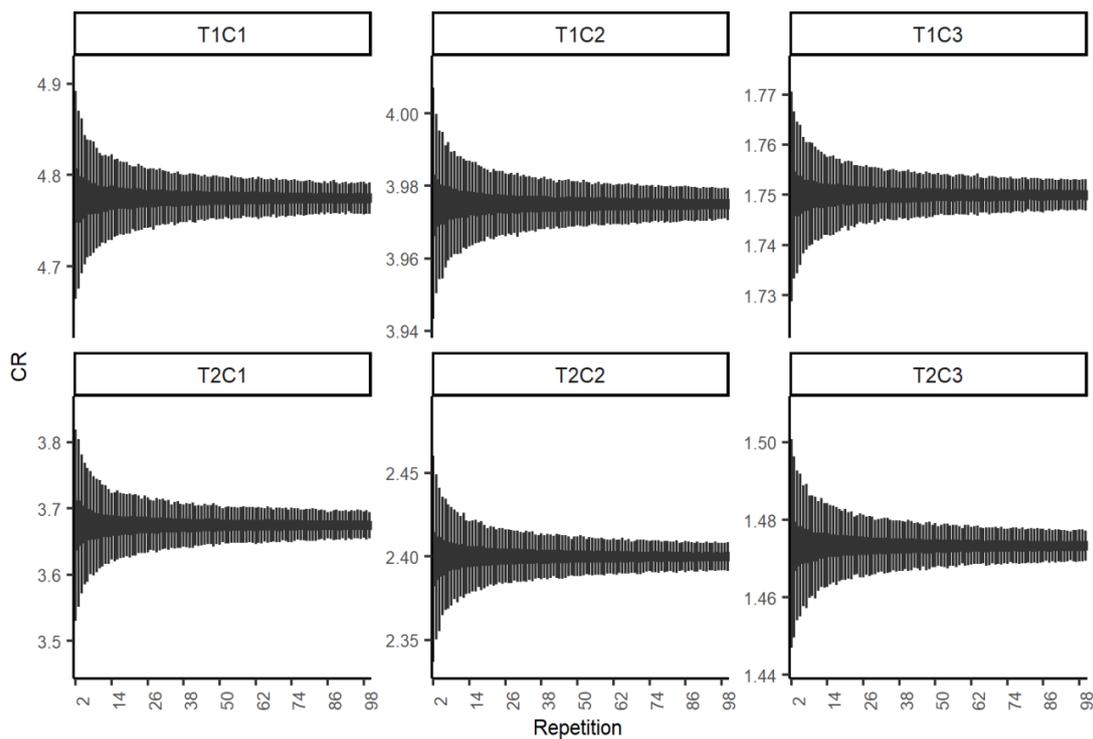
Apêndice B - Boxplot da interação Tratamento (T) x Classe (C), sendo dois tratamentos, sem e com estresse, ou seja, um e dois, respectivamente; e três classes, quatro, oito e 16 repetições, ou seja, uma, duas e três, respectivamente, para a variável resposta germinativa.



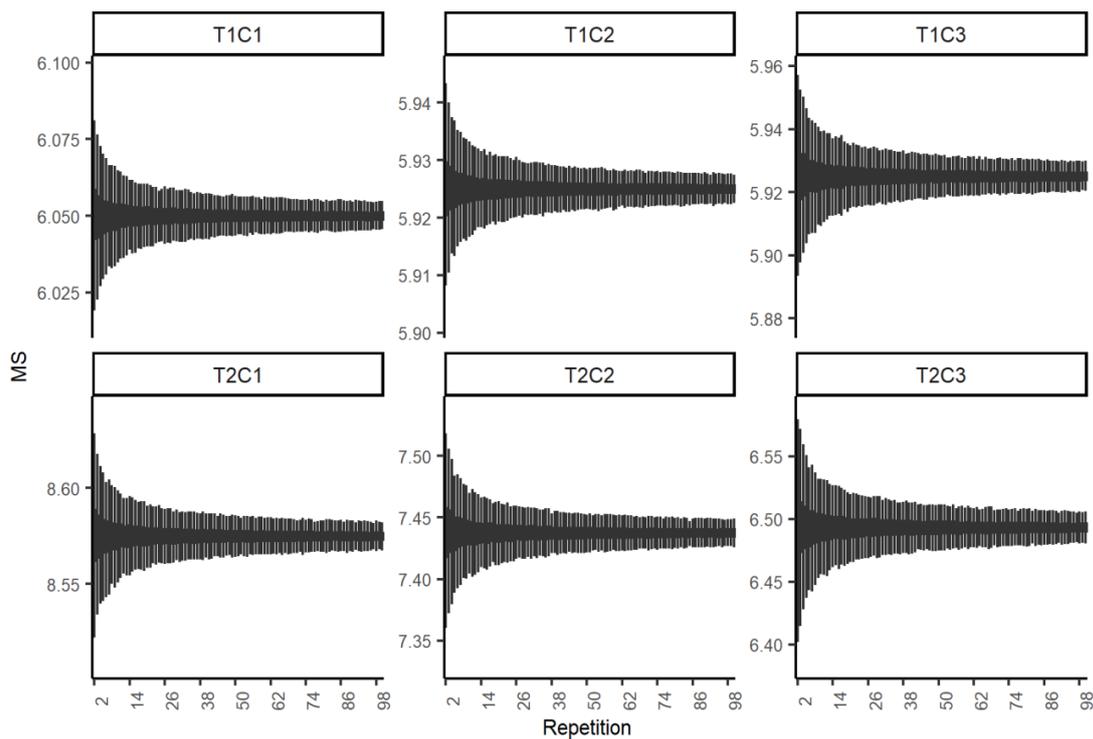
Apêndice C - Boxplot da interação Tratamento (T) x Classe (C), sendo dois tratamentos, sem e com estresse, ou seja, um e dois, respectivamente; e três classes, quatro, oito e 16 repetições, ou seja, uma, duas e três, respectivamente, para a variável resposta do índice de velocidade de germinação.



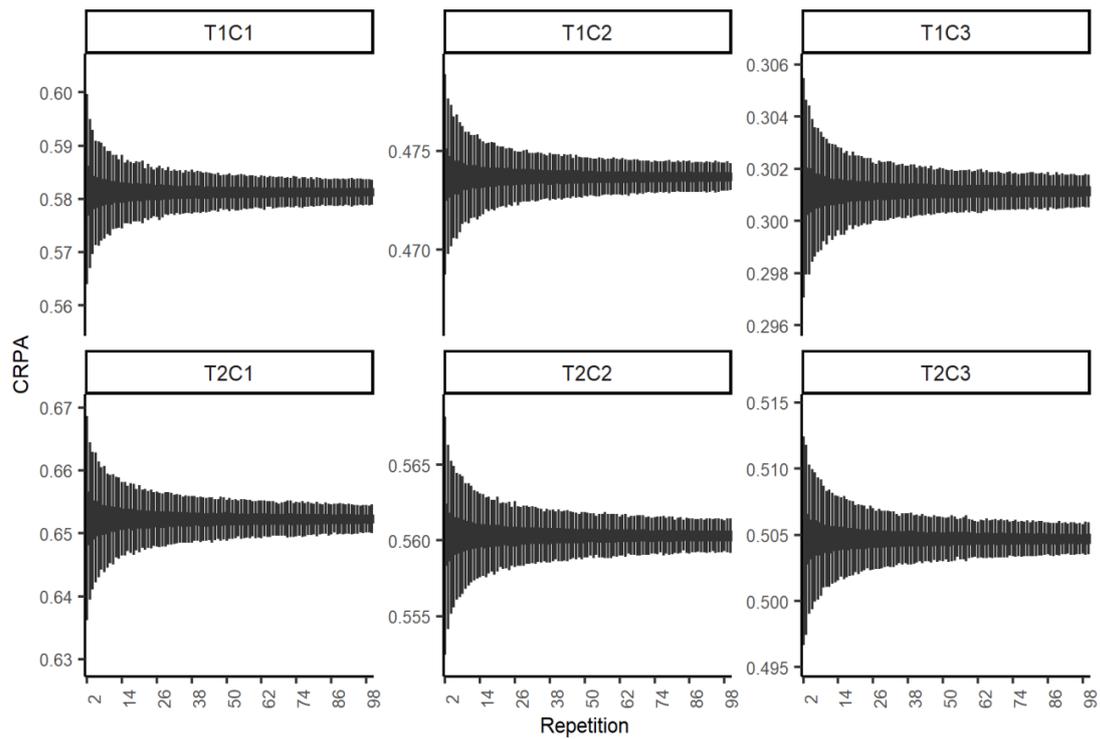
Apêndice D - Boxplot da interação Tratamento (T) x Classe (C), sendo dois tratamentos, sem e com estresse, ou seja, um e dois, respectivamente; e três classes, quatro, oito e 16 repetições, ou seja, uma, duas e três, respectivamente, para a variável resposta do comprimento da parte aérea.



Apêndice E - Boxplot da interação Tratamento (T) x Classe (C), sendo dois tratamentos, sem e com estresse, ou seja, um e dois, respectivamente; e três classes, quatro, oito e 16 repetições, ou seja, uma, duas e três, respectivamente, para a variável resposta comprimento da raiz.



Apêndice F - Boxplot da interação Tratamento (T) x Classe (C), sendo dois tratamentos, sem e com estresse, ou seja, um e dois, respectivamente; e três classes, quatro, oito e 16 repetições, ou seja, uma, duas e três, respectivamente, para a variável resposta massa seca.



Apêndice G - Boxplot da interação Tratamento (T) x Classe (C), sendo dois tratamentos, sem e com estresse, ou seja, um e dois, respectivamente; e três classes, quatro, oito e 16 repetições, ou seja, uma, duas e três, respectivamente, para a variável resposta comprimento da raiz x comprimento da parte aérea.