

CARLA MICHELLE DA SILVA

**EXTRATOS NATURAIS NA QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Eduardo Fontes Araujo

Coorientadores: Roberto Fontes Araujo
Paulo Roberto Cecon

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de
Viçosa - Campus Viçosa

T

S586e
2021
Silva, Carla Michele da, 1983-
Extratos naturais na qualidade fisiológica e sanitária de sementes
de feijão-caupi / Carla Michele da Silva. - Viçosa, MG, 2021.
82 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Eduardo Fontes Araujo.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Feijão-caupi - Semente - Qualidade. 2. Feijão-caupi - Semente -
Fisiologia. 3. *Vigna unguiculata*. 4. Fungos. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.63221

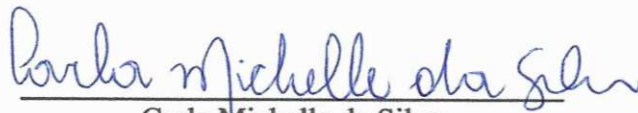
CARLA MICHELLE DA SILVA

**EXTRATOS NATURAIS NA QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

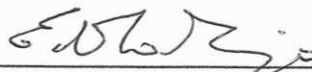
APROVADA: 8 de março de 2021.

Assentimento:



Carla Michelle da Silva

Autora



Eduardo Fontes Araujo

Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde e forças durante todo tempo de estudo e aprendizado.

Aos meus pais pelo incentivo e contribuição, assumindo responsabilidades minhas, para que eu pudesse me dedicar ao curso.

Ao meu esposo amado pelo apoio incondicional, apesar da grande distância entre nós.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de fazer o curso.

Ao meu orientador Eduardo Fontes Araujo, pela confiança e suporte durante todo o decorrer do curso.

Aos meus coorientadores Roberto Fontes Araujo, e Paulo Roberto Cecon, pela receptividade e disponibilidade nos atendimentos.

Aos funcionários do Nubiomol, pelo carinho e transmissão de ensinamentos valiosos, que me fizeram crescer profissionalmente.

Aos colegas de laboratório, que me ajudaram durante todo o desenvolvimento do meu experimento, dando sugestões e contribuições preciosas.

A todos os professores que participaram direta ou indiretamente na minha aquisição de conhecimento.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

RESUMO

SILVA, Carla Michelle da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2021. **Extratos naturais na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi**. Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Coorientadores: Roberto Fontes Araujo e Paulo Roberto Cecon.

O tratamento com extratos naturais inibe a presença de fungos que reduzem a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi, sendo uma excelente alternativa para minimizar a utilização de produtos sintéticos, sem causar danos à germinação e ao vigor e, podendo, inclusive, ser utilizado em sementes armazenadas. Diante disso, objetivou-se nesse trabalho avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-caupi submetidas à aplicação de produtos fungicidas e ao armazenamento. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Para o tratamento de sementes foram utilizados dois produtos sintéticos (maxim XL e captan) na dose 3 mL Kg⁻¹ de sementes e cinco extratos naturais (alfavaca, arruda, canela, cidreira e pirolenhoso) aplicando-se doses de 0, 2, 4, 6 e 8 mL Kg⁻¹ de sementes. Posteriormente, procedeu-se ao armazenamento com avaliações aos 0, 3, 6 e 9 meses. Foram avaliados: grau de umidade, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de emergência; emergência, comprimento de plântula, matéria seca, índice de crescimento e uniformidade. Foi realizado ainda teste de sanidade nas sementes, para verificar quais tipos de fungos contaminavam as mesmas. O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (5x5)+2 no primeiro estudo e 4x8 no segundo experimento, constando respectivamente 108 e 128 unidades experimentais. Após a análise de variância, realizou-se o desdobramento da interação, utilizando o teste de Tukey para o fator qualitativo e regressão para o fator quantitativo. Procedeu-se ainda ao teste de Dunnet para comparação com a testemunha e o agrupamento de médias pelo critério de Scott-Knott. Os produtos naturais apresentaram alto efeito fungicida, inibindo patógenos que afetam a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi, em especial do gênero *Penicillium*. O extrato de capim cidreira apresenta alto potencial fungicida e reduz de forma acentuada a presença de diversos fungos que causam danos à germinação e ao vigor de sementes de feijão-caupi, durante o período de armazenamento.

Palavras-chave: Extratos naturais. *Vigna unguiculata*. Fungos. Captan. Maxim XL. Germinação. Vigor.

ABSTRACT

SILVA, Carla Michelle da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2021. **Natural extracts in the physiological and health quality of cowpea seeds.** Advisor: Eduardo Fontes Araújo. Co-advisers: Roberto Fontes Araújo and Paulo Roberto Cecon.

The treatment with natural extracts inhibits the presence of fungi that reduce the physiological quality of cowpea seeds, being an excellent alternative to minimize the use of synthetic products, without causing damage to germination and vigor and may even be used stored seeds. Therefore, the objective of this work was to evaluate the sanitary and physiological quality of cowpea seeds submitted to the application of fungicidal products and storage. The experiment was conducted at the Seed Analysis Laboratory of the Department of Agronomy, Federal University of Viçosa, Minas Gerais. For the treatment of seeds two synthetic products (maxim XL and captan) were used in the dose 3 mL Kg⁻¹ of seeds and five natural extracts (alfavaca, arruda, canela, cidreira and pirolenhoso) applying doses of 0, 2, 4, 6 and 8 mL Kg⁻¹ of seeds. After checking the best dose, storage was carried out with assessments at 0, 3, 6 and 9 months. Were evaluated: degree of humidity, germination, first germination count, emergency speed index, emergency, seedling length, fresh and dry matter, growth rate and uniformity. A seed health test was also carried out to verify which types of fungi contaminated them. The design was completely randomized in a (5x5)+2 factorial scheme in the first study and 4x8 in the second experiment, with 108 and 128 experimental units, respectively. After the analysis of variance, the interaction was split, using the Tukey test for the qualitative factor and regression for the quantitative factor. Dunnet's test was also carried out to compare with the control and the grouping of means by the Scott-Knott criterion. The natural products showed a high fungicidal effect, inhibiting pathogens that affect the physiological and health quality of cowpea seeds, especially of the *Penicillium* genus. The lemongrass extract has a high fungicidal potential and markedly reduces the presence of several fungi that cause damage to the germination and vigor of cowpea seeds during the storage period.

Keywords: Natural extracts. *Vigna unguiculata*. Fungi. Captan. Maxim XL. Germination. Force.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo I

Figura 1. Sementes infectadas pelo fungo <i>Aspergillus</i> de acordo com os produtos naturais e suas doses.....	24
Figura 2. Sementes infectadas pelo fungo <i>Fusarium</i> de acordo com os produtos naturais e suas doses.....	25
Figura 3. Sementes infectadas pelo fungo <i>Cladosporium</i> de acordo com os produtos naturais e suas doses.....	26
Figura 4. Sementes infectadas pelo fungo <i>Penicillium</i> de acordo com os produtos naturais e suas doses.....	27
Figura 5. Sementes infectadas pelo fungo <i>Rhizopus</i> de acordo com os produtos naturais e suas doses.....	28
Figura 6. Sementes infectadas pelo fungo <i>Curvularia</i> de acordo com os produtos naturais e suas doses.....	29
Figura 7. Plântulas com aplicação do extrato de alfavaca (A) e extrato pirolenhoso (B). Foto: Carla Michelle da Silva.....	38

Capítulo II

Figura 1. Dados diários da temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento das sementes.....	57
Figura 2. Sementes infectadas por <i>Aspergillus</i> de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.....	60

Figura 3. Sementes infectadas por <i>Fusarium</i> de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.....	61
Figura 4. Sementes infectadas por <i>Cladosporium</i> de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.....	62
Figura 5. Sementes infectadas por <i>Penicillium</i> de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.....	63
Figura 6. Sementes infectadas por <i>Rhizopus</i> de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.....	64
Figura 7. Sementes infectadas por <i>Curvularia</i> de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.....	65
Figura 8. Grau de umidade das sementes durante o armazenamento, de acordo com os tipos de produtos.....	66

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

- Tabela 1. Principais componentes dos extratos naturais utilizados que apresentam efeito fungicida.....20
- Tabela 2. Tratamentos aplicados nas sementes de feijão-caupi para análise do efeito fungicida dos produtos23
- Tabela 3. Resumo da análise de variância dos dados de Germinação(G), Primeira contagem da germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria seca (MS), Índice de crescimento (IC) e Índice de uniformidade (IU) de acordo com os tratamentos das sementes de feijão-caupi.....30
- Tabela 4. Médias dos resultados de Germinação (G), Primeira contagem da germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Índice de crescimento (IC), Matéria seca (MS) e Índice de uniformidade (IU) de cada tratamento e sua comparação com o maxim (Testemunha).....30
- Tabela 5. Médias dos resultados de Germinação (G), Primeira contagem da germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Índice de crescimento (IC), Matéria seca (MS) e Índice de uniformidade (IU) de cada tratamento e sua comparação com o captan (Testemunha).....33
- Tabela 6. Resumo da análise de variância da Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria seca (MS), Índice de crescimento (IC) e Índice de uniformidade (IU) em função dos produtos e doses aplicadas.....35
- Tabela 7. Desdobramento das médias para Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Índice de crescimento (IC), Matéria seca (MS) e Índice de uniformidade (IU) em função da interação Produtos/doses.....35

Tabela 8. Equações ajustadas de regressão das variáveis Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria seca (MS), Índice de crescimento (IC), Índice de uniformidade (IU), em função das doses (x) para os respectivos produtos e os coeficientes de determinação.....38

Capítulo II

Tabela 1. Principais componentes dos extratos naturais utilizados que apresentam efeito fungicida.....56

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos dados de Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria fresca (MF) e Matéria seca (MS) de acordo com os produtos e tempos de armazenamento de sementes de feijão-caupi.....67

Tabela 3. Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria Fresca (MF) e Matéria Seca (MS) de acordo com os produtos em cada tempo de armazenamento de sementes de feijão-caupi.....67

Tabela 4. Equações de regressões ajustadas das variáveis Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria fresca (MF) e Matéria Seca (MS), em função do tempo de armazenamento (x), para os respectivos produtos e coeficientes de determinação.....70

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
RESUMO	15
ABSTRACT	16
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
Local do experimento	19
Sementes utilizadas.....	19
Composição química dos produtos naturais	20
Avaliação das qualidades fisiológica e sanitária de sementes	20
Análise estatística	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi.....	24
Qualidade sanitária de sementes de feijão-caupi	24
CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
RESUMO	51
ABSTRACT	52
INTRODUÇÃO.....	53
MATERIAL E MÉTODOS.....	55
Local do experimento	55
Sementes utilizadas.....	56
Composição química dos produtos	56
Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes.....	56
Análise estatística	59
RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi.....	59
Qualidade sanitária de sementes de feijão-caupi	59
CONCLUSÃO.....	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura é uma atividade que tem passado por diversas mudanças durante os últimos anos; metodologias modernas de aplicação de insumos sintéticos são constantemente atualizadas com o objetivo de maximizar a produtividade em campo (SHAMA *et al.*, 2015). Essa produtividade satisfatória só pode ser alcançada mediante a utilização de sementes que apresentem alta qualidade, sem presença de microorganismos (fungos, bactérias, vírus e nematoides) que contaminam tanto o interior como a superfície da semente, comprometendo a germinação, o vigor e, conseqüentemente, o rendimento da cultura (CARDOZO; PINHÃO NETO, 2019).

Muitos extratos vegetais vêm sendo utilizados como alternativas no tratamento de sementes, combatendo vários tipos de patógenos (CARVALHO *et al.*, 2014). Os extratos naturais e os óleos essenciais têm sido motivo de diversos estudos nos últimos anos, por conta do efeito fungicida que alguns compostos apresentam, reduzindo de forma significativa a aplicação de fungicidas sintéticos e apresentando resultados positivos no controle de fungos. Esses produtos naturais são oriundos de plantas com potencial medicinal em controle de patógenos, possuindo ação fungicida que inibe o crescimento e a germinação de esporos (BORGES *et al.*, 2013).

O controle alternativo, diferentemente do químico, tem ações e espectro mais específicos; em alguns casos, são seletivos a ponto de funcionarem com um único grupo de organismos. Além dessa vantagem, podem ser enumerados vários outros pontos que favorecem o seu uso: fácil degradabilidade no meio ambiente, baixo custo e a facilidade de adequação e utilização de componentes naturais presentes aos agroecossistemas (SHARMA *et al.*, 2015).

O baixo custo de aquisição dos extratos naturais viabiliza sua aplicabilidade para o tratamento de sementes de diversas culturas, dentre elas, o feijão-caupi, que constitui parte da dieta alimentar diária da população de baixa renda das regiões Norte e Nordeste do Brasil (SILVA *et al.*, 2016). Essa cultura tem grande importância socioeconômica, gerando emprego e renda na agricultura familiar, sendo cultivada em sua maioria por pequenos produtores (SILVA *et al.*, 2018).

Alguns trabalhos publicados demonstram a eficácia de extratos naturais no controle de fungos. Tanto os extratos naturais, como os óleos essenciais de plantas medicinais, têm sido utilizados para estudos *in vitro* no controle dos fungos fitopatogênicos *Rhizoctonia solani*,

Sclerotium solfsii, *Alternaria alternata*, *Phytophthora* sp. e *Colletotrichum graminicola*, com resposta de indução de fitoalexinas em sorgo e soja (SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN, 2005).

Em estudo realizado por Daronco *et al.* (2015), com sementes de soja, foi constatado que os óleos essenciais, obtidos de folhas frescas de *C. flexuosus*, *E. globulus* e *B. trimera*, reduziram a incidência de *Fusarium* spp. e de micotoxinas, sendo que alguns incrementaram a produção de grãos.

Utilizando tratamento químico e natural no feijão, Gonçalves *et al.* (2003) observaram que, em sementes tratadas com cravo da Índia a 10%, não foi verificado o desenvolvimento de *Aspergillus flavus*, *Penicillium* spp. e *Macrophomina phaseolina*; porém este produto, nesta concentração, reduziu o índice de velocidade de germinação. No entanto, no feijão-caupi, Silva *et al.* (2009), testando produtos alternativos isolados (extrato de alho; extrato de angico; extrato de manjerição e Mancozeb) e combinados (extrato de alho + extrato de angico; extrato de alho + extrato de manjerição; extrato de angico + extrato de manjerição; Mancozeb + extrato de alho, Mancozeb + extrato de angico e Mancozeb + extrato de manjerição), não observaram efeito inibitório sobre a fusariose do caupi.

Apesar dos benefícios dos extratos naturais como tratamento de sementes em diversas culturas, poucas pesquisas foram desenvolvidas com o feijão-caupi, necessitando de mais informações sobre a eficiência fungicida de produtos alternativos de fácil acesso e viáveis, tanto para pequenos como grandes produtores.

Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de produtos naturais na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-caupi, logo após a aplicação de produtos naturais e pós-armazenamento das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, D. I.; ALVES, E.; MORAES, M. B.; OLIVEIRA, D. F. Efeito de extratos e óleos essenciais de plantas na germinação de urediniósporos de *Phakopsora pachyrhizi*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 3, p. 325-331, 2013.
- CARDOZO, L. V. F.; NETO PINHÃO, M. V. Extrato de neem no tratamento de sementes de tomate. **Revista Verde**, v. 14, n. 1, p. 01-04, 2019.
- CARVALHO, A. F.; SILVA, D. M.; SILVA, T. R. C.; SCARCELLI, E.; MANHANI, M. R. Avaliação da atividade antibacteriana de extratos etanólico e de ciclohexano a partir das flores de camomila (*Matricaria chamomilla L.*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 521-526, 2014.
- CARVALHO, B. L.; SOUZA, E. P.; ANJOS, L. V. S.; NAKADA-FREITAS, P. G.; CARDOSO, A. I. I.; AMADOR, T. S.; SANTOS, T. P.; MAGALHÃES, T. H.. Tratamento de sementes de cebola com extrato de própolis e *Plectranthus amboinicus* no controle de *Aspergillus* sp. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 13, n. 1, p. 12-18, 2019.
- DARONCO, M. V.; SCHNEIDER, A.; VIAU, L. V. M.; COLET, C. F. Avaliação da eficácia de óleos essenciais no tratamento de sementes de soja. **Ciência Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 49-58, 2015.
- GONÇALVES, E. P.; ARAÚJO, E.; ALVES, E. U.; COSTA, N. P. Tratamento químico e natural sobre a qualidade fisiológica e sanitária em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) armazenadas. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 1, p. 23-29, 2003.
- JOHN, R. P.; TYAGI, R. D.; BRAR, S. K.; SURAMPALLI, R. Y.; PRÉVOST, D. Bio-encapsulation of microbial cells for targeted agricultural delivery. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 31, n. 3, p. 211-226, 2011.
- NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos Avançados**, v. 83, n. 29, p. 183-207, 2015.
- SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. (Ed.) **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ. 2005. p. 125-132
- SHARMA, K. K.; SINGH, U. S.; SHARMA, P.; KUMAR, A. SHARMA, L. Seed treatments for sustainable agriculture: a review. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 7, n. 1, p. 521-539, 2015.
- SILVA, A. C.; VASCONCELOS, P. L. R.; MELO, L. D. F. A.; SILVA, V. S. G.; MELO JUNIOR, J. L. A.; SANTANA, M. B. Diagnóstico da produção de feijão-caupi no nordeste brasileiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 2, p.1-5, 2018.

SILVA, G. C.; MAGALHÃES, R. C.; SOBREIRA, A. C.; SCHMITZ, R.; SILVA, L. C. Rendimento de grãos secos e componentes de produção de genótipos de feijão-caupi em cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 342-350, 2016.

SILVA, J. A.; PEGADO, C. M. A.; RIBEIRO, V. V.; BRITO, N. M.; NASCIMENTO, L. C. Efeito de extratos vegetais no controle de *Fusarium oxysporum f. sp tracheiphilum* em sementes de caupi. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 611-616, 2009.

SILVA-CRUZ, M. E.; FREITAS SCHWAN-ESTRADA, K. R.; BALBIPEÑA, M. I.; TERUMI ITAKO, A.; CLEMENTE, E.; STANGARLIN, J. R. Control del moho azul en poscosecha de manzana con productos naturales. **Idesia**, v. 33, n. 2, p. 57-63, 2015.

TIMMERMANN, C.; FELIX, G. F. Agroecology as a vehicle for contributive justice. **Agriculture and Human Values**, v. 32, n. 3, p. 523-538, 2015.

RESUMO

SILVA, Carla Michelle, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2020. **Capítulo I. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi submetidas a diferentes doses de produtos com efeito fungicida.** Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Coorientadores: Roberto Fontes Araujo e Paulo Roberto Cecon.

O tratamento de sementes com extratos naturais é uma alternativa viável ao uso de produtos sintéticos que não afetam a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi. Objetivou-se com o trabalho avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi submetidas à aplicação de doses de produtos que apresentam potencial fungicida. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Para o tratamento de sementes foram utilizados dois produtos sintéticos (maxim XL e captan) e cinco extratos naturais (alfavaca, arruda, canela, cidreira e pirolenhoso), aplicando-se doses de 0, 2, 4, 6 e 8 mL Kg⁻¹ de sementes. Foram avaliados: germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de emergência, emergência, comprimento de plântula, matéria seca, índice de crescimento e uniformidade. Foi realizado ainda teste de sanidade nas sementes para verificar quais tipos de fungos contaminavam as mesmas. O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (5x5) + 2, totalizando 108 unidades experimentais. Após análise de variância, realizou-se o desdobramento da interação, utilizando o teste de Tukey para o fator qualitativo e regressão para o fator quantitativo. Procedeu-se ainda ao teste de Dunnet para comparação de cada tratamento com as testemunhas (maxim XL e captan). Os produtos naturais apresentaram alto efeito fungicida, inibindo patógenos que afetam a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi, em especial o gênero *Penicillium*. Elevada concentração de aleloquímicos na composição de extratos naturais reduz a germinação e o vigor de sementes. O extrato de alfavaca propicia resultados positivos na germinação e vigor de feijão-caupi. Os extratos pirolenhoso e capim cidreira apresentaram maior eficiência na inibição dos fungos estudados.

Palavras-chave: Extratos naturais. *Vigna unguiculata*. Fungos. Captan. Maxim XL.

ABSTRACT

SILVA, Carla Michelle, D. Sc., Federal University of Viçosa, November 2020. **Chapter I. Physiological and sanitary quality of cowpea seeds submitted to doses and products with fungicidal effect.** Advisor: Eduardo Fontes Araújo. Co-supervisors: Roberto Fontes Araújo and Paulo Roberto Cecon.

Seed treatment with natural extracts is a viable alternative to the use of synthetic products that do not affect the physiological and health quality of cowpea seeds. The objective of this study was to evaluate the physiological and sanitary quality of cowpea seeds submitted to the application of doses of products that have a potential fungicide. The experiment was conducted at the Seed Analysis Laboratory of the Department of Agronomy, at the Federal University of Viçosa, Minas Gerais. For the treatment of seeds, two synthetic products (maxim XL and captan) and five natural extracts (alfavaca, arruda, canela, cidreira and pirolenhoso) were used, applying doses of 0, 2, 4, 6 and 8 mL Kg⁻¹ of seeds. The following were evaluated: germination, first germination count, emergence speed index, emergence, seedling length, fresh and dry matter, growth index and uniformity. A seed health test was also carried out to verify which types of fungi contaminated them. The design was completely randomized in a (5x5) + 2 factorial scheme, totaling 108 experimental units. After analysis of variance, the interaction was split, using the Tukey test for the qualitative factor and regression for the quantitative factor. Dunnet's test was also carried out to compare each treatment with the control. The natural products had a high fungicidal effect, inhibiting pathogens that affect the physiological and health quality of cowpea seeds, especially the *Penicillium* genus. High concentration of allelochemicals in the composition of natural extracts reduces germination and seed vigor. Lavender extract provides positive results in the germination and vigor of cowpea. The pyroligneous and lemongrass extracts showed greater efficiency in inhibiting the studied fungi.

Keywords: Natural extracts. *Vigna unguiculata*. Fungi. Captan. Maxim XL.

INTRODUÇÃO

Os fungos são os principais fitopatógenos causadores de perdas econômicas na cultura do feijão. Quando estão presentes na semente, eles podem causar danos mais frequentes, como abortos, deformações e descoloração da casca, o que sempre leva à redução do potencial germinativo e vigor das sementes e, quando alocadas no campo, resultarão em estandes de plantas desuniformes, com baixa ou nenhuma produção (MACHADO, 2012).

Em sementes de feijão-caupi a contaminação por fungos origina diversas doenças nas plântulas (BIEMOND *et al.*, 2013), tais como: tombamento; podridão de raízes e colo com consequente sintomas indiretos de deficiência nutricional; necrose das folhas; amarelecimento; murcha e morte do vegetal, que são causados pelos *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* (IKRAM; DAWAR, 2013). Os fungos de armazenamento *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. interferem diretamente na germinação e emergência de leguminosas, danificando o sistema radicular ou vascular das plântulas e, conseqüentemente, interferindo na absorção e transporte de água e nutrientes (GOMES *et al.* 2015).

Fungos de solo, como *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp. e *Rhizoctonia solani*, limitam a germinação e causam infecções no desenvolvimento inicial das plântulas. Já fungos como *Cercospora* sp., *Alternaria* sp., *Colletotrichum* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium cepivorum*, além de afetar a germinação e a emergência, causam infecções em estádios mais avançados das plântulas, apresentando manchas foliares, murchas, podridão das raízes e caule e, posteriormente, a morte do vegetal (PEREIRA, 2015).

A associação desses patógenos com sementes pode ocasionar danos econômicos significativos, e o prejuízo pode variar de acordo com o tipo de patógeno, o nível de tecnologia empregado, as condições climáticas e diversos outros fatores, durante a condução da cultura e o período de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Esses patógenos prejudicam o potencial de produção das culturas e podem gerar perdas estimadas em torno de 10-20%, o que corresponde a uma redução de 8-16 milhões de toneladas de grãos por ano no território brasileiro. Exemplo disso pode ser observado em fusarioses de um grande número de espécies hospedeiras e antracnose em culturas de interesse econômico, dentre outros (PEREIRA, 2015).

Todos esses danos são observados nas sementes por essas abrigarem e transportarem agentes patogênicos de todos os grupos taxonômicos, tanto os que causam, quanto aos que não causam doenças (BRASIL, 2009). No caso do feijão, muitos produtores adotaram o uso

de sementes melhoradas, com boa qualidade sanitária. Porém, na agricultura familiar e na orgânica normalmente se produz a própria semente, por meio da seleção, produção e distribuição destas, para o cultivo, sem nenhum processo de certificação (SILVA, 2015).

Isso significa que não há um controle rígido de qualidade dessas sementes que estão sendo comercializadas, principalmente quanto ao aspecto sanitário. Dessa forma, sementes sem padrão se constituem um grande risco fitossanitário para o agricultor, pois os patógenos associados a elas podem ser um veículo de contaminação de novas áreas (ALTOÉ *et al.*, 2018).

Nesse contexto, é indispensável que haja maior preocupação com o uso de sementes de boa qualidade sanitária, livre de microrganismos que se refugiam, seja na superfície ou no seu interior, pois estes transmitem doenças, causando perdas no rendimento da cultura e promovendo a deterioração das sementes (CARDOZO; NETO, 2019). Dessa forma, é necessária a realização do tratamento de sementes com produtos fungicidas, que vão controlar a disseminação e transmissão de fungos por meio da semente (MACHADO, 2000).

O método de tratamento de sementes mais utilizado no Brasil é o químico, sendo praticamente 100% das sementes tratadas com produtos comerciais (PIAS, 2014). No entanto, para a cultura do feijão-caupi não existem produtos recomendados e registrados no MAPA; o que se tem adotado são pesticidas utilizados para a cultura da soja, tais como carbendazim, carboxin, fludioxonil e thiran. Embora os benefícios desse tipo de tratamento sejam bem conhecidos, muitos efeitos negativos vêm da aplicação dessas substâncias (CAMPO *et al.*, 2009).

Diante disso, a utilização de produtos alternativos vem ganhando cada vez mais destaque na agricultura moderna, devido ao seu potencial no manejo de doenças ocasionadas por fungos (TOMAZONI *et al.*, 2017). Os produtos naturais geralmente afetam apenas as pragas-alvo e representam pouco ou nenhum risco para aves, peixes, insetos benéficos, polinizadores, mamíferos e outros organismos. Além disso, representam um risco mínimo para os trabalhadores, são prontamente biodegradáveis, não poluindo o ar e a água (MARRONE, 2019).

Vários trabalhos têm demonstrado efeitos positivos na inibição de fungos após aplicação de extratos naturais em sementes. Exemplo disso, é o extrato de alfavaca, que apresenta potencial inibitório contra os fungos *Penicillium* sp. (PHILIPPE *et al.*, 2012) e *Aspergillus* sp. (RIZVI *et al.*, 2014).

O extrato de arruda é outro que tem se destacado com potencial fungicida por também apresentar em sua composição óleos voláteis, ácidos fenólicos, flavonoides e cumarinas

presentes na planta (SALMAN *et al.*, 2018). A aplicação desse extrato diminuiu significativamente o crescimento, esporulação e germinação de *Trichoderma*, podendo ser esse fungo inibido em torno de 90% (REYES-QUINTANAR *et al.*, 2014).

O extrato de canela é eficiente contra a *Cercospora Kkikuchii*, *Colletotrichum* sp., *Penicillium* sp. e *Phomopsis* sp., podendo apresentar efeito inibitório superior a 50% sobre esses fungos, além de inibir completamente o crescimento de *Alternaria solani* (VENTUROSOSO *et al.*, 2011). Quando associado ao extrato de manjeriço, promove redução significativa dos fungos *Aspergillus flavus*, *A. niger* e *Rhizopus* sp. em sementes de *Bauhinia variegata* infectadas (GOMES *et al.*, 2019).

O extrato pirolenhoso é outro composto que apresenta efeito fungicida. Em estudo realizado por Macedo *et al.* (2019), o extrato pirolenhoso proporcionou redução da incidência de fungos do gênero *Fusarium* sp. e *Rhizoctonia* sp., que são considerados importantes patógenos vegetais e que comprometem a qualidade das sementes e o estabelecimento de plântulas em campo.

O capim cidreira também apresenta substâncias fungicidas, pois reduz o crescimento e desenvolvimento de fungos, tais como: *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. (SENEME *et al.*, 2019), *Colletotrichum gloesporioides*, *Bipolaris* sp., *Alternaria alternata* (GUIMARÃES *et al.*, 2011), entre outros.

Diante de tantos benefícios dos extratos naturais, objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-caupi submetidas à aplicação de produtos com efeito fungicida, em diferentes doses.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais (20°45'30" S, 42°52'15" W e 648 m).

Sementes utilizadas

O cultivar de feijão-caupi utilizado foi o Tumucumaque, sendo um lote colhido na cidade de Primavera do Leste - MG, e o outro em Teresina – PI, ambos da safra 2018.

Composição química dos produtos naturais e sintéticos

Os extratos naturais e os produtos sintéticos utilizados são comercializados no Brasil e apresentam os principais compostos fungicidas:

Tabela 1. Principais componentes dos produtos utilizados que apresentam efeito fungicida

Produtos	Compostos com efeito fungicida	(%)
Maxim XL	Metalaxil-M	1,0
	Fludioxonil	2,5
Captan SC	Captana	48,0
Extrato de alfavaca (<i>Ocimum gratissimum</i>)	Timol	19,12
	1,8-cineol	7,60
	Eugenol	38,43
Extrato de arruda (<i>Ruta graveolens</i>)	2-undecanona	51,71
	2-nonanona	38,42
Extrato de canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>)	Cinamaldeído	11,47
	Eugenol	63,28
Extrato pirolenhoso (<i>Eucalyptus grandis</i>)	Ácido acético	33,73
	Siringol	10,91
	Guaiacol	8,51
	Furfural	12,62
Extrato de capim cidreira (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Geranial (E-citral)	42,74
	Neral (Z-citral)	28,83
	Geraniol	6,11
	Mirceno	11,46

Aplicação de produtos

Inicialmente as sementes foram colocadas em sacos plásticos e os produtos naturais e sintéticos (Tabela 1) foram aplicados diretamente nas mesmas. As doses adotadas para os produtos naturais foram 0, 2, 4, 6 e 8 mL kg⁻¹ de sementes, para os produtos sintéticos foi utilizada a dose 3 mL kg⁻¹ de sementes, que é a recomendada para a cultura do feijão. Em seguida, foram revolvidas dentro dos sacos plásticos para que ocorresse uniformização do produto em toda sua parte superficial. Após o tratamento foram depositadas em bandejas plásticas para secagem natural e realização dos testes.

Avaliação das qualidades sanitária e fisiológica de sementes

Neste experimento foram avaliadas as qualidades fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi após aplicação de produtos que apresentam efeito fungicida. Os testes realizados foram:

Teor de água – utilizaram-se quatro subamostras de 50 sementes em latas de alumínio em estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas, e os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2009). As sementes estavam com 9% de umidade no momento de realização dos testes.

Teste de germinação (G) – foram utilizadas 50 sementes, para cada repetição, em rolos de papel germitest umedecidos com água destilada, o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel não hidratado e mantidos em biochemical oxygen demand (BOD) sob temperatura de 25 °C. A contagem das plântulas normais foi realizada aos oito dias após a instalação do teste, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, segundo Brasil (2009).

Primeira contagem da germinação (PCG) – realizado em conjunto com o teste de germinação, considerando a porcentagem de plântulas normais presentes no 5º dia após a montagem do teste (BRASIL, 2009).

Teste de emergência (EMG) – utilizaram-se 50 sementes, para cada repetição, sendo semeadas na profundidade de 2 cm, em bandejas plásticas contendo areia lavada, esterilizada, e em temperatura média de 25 °C. A contagem das plântulas emergidas foi realizada no décimo dia após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência (IVE) - determinado em conjunto com o teste de emergência. Diariamente, as plântulas emergidas foram contadas até estabilização do número de plântulas, sendo consideradas para contagem aquelas que apresentavam cotilédones aparentes, acima do nível do substrato. O índice de velocidade de emergência das plântulas foi calculado segundo Maguire (1962).

Análise computadorizada de imagens de plântulas (Vigor-S) - foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento, distribuídas em duas linhas no terço superior de duas folhas de papel germitest e cobertas com uma terceira folha. O substrato foi previamente umedecido com uma quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso seco do substrato. Para uso no tratamento de sementes no Vigor-S, os rolos contendo as sementes foram mantidos em germinador, a 25 °C, durante dois dias. Ao final desse período, a aquisição das imagens das sementes germinadas foi realizada por meio de um sistema computadorizado de digitalização (60 cm × 50 cm × 12 cm) no qual foram colocadas as plântulas germinadas. As plântulas de cada replicação foram digitalizadas em um scanner (HP, Scanjet 200) ajustado para uma resolução de 300 dpi. As imagens foram processadas individualmente pelo software Vigor-S®, que fornece as seguintes variáveis: Índice de crescimento (IC) e Índice de uniformidade (IU). O peso do hipocótilo e o peso da raiz primária foram ajustados a 10% e 90%, respectivamente, para o cálculo do índice de crescimento (MEDEIROS *et al.*, 2019).

Matéria seca de plântulas (MS) – foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento, distribuídas em duas linhas no terço superior de duas folhas de papel germitest e cobertas com uma terceira folha. O substrato foi previamente umedecido com uma quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso seco do substrato. Em seguida, foram mantidos em germinador, a 25 °C e ao quinto dia após montagem do teste, as plântulas normais provenientes de cada tratamento foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g. Posteriormente, foram colocadas em sacos de papel do tipo kraft e acondicionadas em estufa com circulação de ar forçado, regulada a 65 ± 2 °C, durante 72 horas. Em seguida, foram pesadas novamente e os resultados expressos em gramas por plântula (NAKAGAWA, 1999).

Comprimento de plântulas (CP) – foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento, distribuídas em duas linhas no terço superior de duas folhas de papel germitest e cobertas com uma terceira folha. O substrato foi previamente umedecido com uma quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso seco do substrato e mantidos em germinador a 25 °C. Ao quinto dia após montagem do teste, foram separadas 10 plântulas normais de cada repetição, efetuando-se as medições com uma régua milimétrica, e os resultados foram expressos em centímetros (NAKAGAWA, 1999).

Sanidade – foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, distribuídas no interior de placas de Petri, sobre três folhas de papel de filtro, umedecidas com água destilada, mantidas numa câmara com temperatura de 25 °C, sob regime de iluminação com fotoperíodo de 12 horas, proporcionado por lâmpadas com radiação próximo à ultravioleta, de 40W, a uma distância de 0,40 m acima das sementes. No sétimo dia de incubação, foram realizadas observações sob microscópio estereoscópico, para identificação dos fungos e contagem das sementes afetadas (NEERGAARD, 1979).

Análise estatística

O ensaio foi realizado em esquema fatorial $(5 \times 5) + 2$ (doses, produtos naturais, produtos comerciais), com delineamento inteiramente casualizado (DIC), e quatro repetições. Foram utilizados 5 produtos naturais (alfavaca, arruda, canela, extrato pirolenhoso e capim cidreira) nas doses 0, 2, 4, 6 e 8 mL kg⁻¹ de sementes, e dois produtos comerciais (maxim XL e captan), nas doses recomendadas para o feijão, compondo 27 tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos aplicados nas sementes de feijão-caupi para análise do efeito fungicida dos produtos

Tratamentos	Produto	Doses (mL Kg ⁻¹ sementes)
1	Maxim	3
2	Captan	3
3	Alfavaca	0
4	Alfavaca	2
5	Alfavaca	4
6	Alfavaca	6
7	Alfavaca	8
8	Arruda	0
9	Arruda	2
10	Arruda	4
11	Arruda	6
12	Arruda	8
13	Canela	0
14	Canela	2
15	Canela	4
16	Canela	6
17	Canela	8
18	Cidreira	0
19	Cidreira	2
20	Cidreira	4
21	Cidreira	6
22	Cidreira	8
23	Ext. Pirol.	0
24	Ext. Pirol.	2
25	Ext. Pirol.	4
26	Ext. Pirol.	6
27	Ext. Pirol.	8

Os dados foram coletados e submetidos à análise de variância. Independentemente da significância, optou-se pelo desdobramento da interação produto x doses. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% ($p < 0,05$). Para o fator quantitativo, os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t com nível de até 10% de probabilidade ($p < 0,10$), no coeficiente de determinação (R^2). Procedeu-se ainda ao teste de Dunnett, para que os tratamentos fossem comparados com as testemunhas (captan e maxim), que são produtos comerciais comumente utilizados por agricultores e eficazes na inibição de fungos fitopatogênicos. A análise estatística dos dados foi realizada com o auxílio do programa computacional, Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade sanitária de sementes de feijão-caupi após aplicação dos produtos

Estudando a ação dos extratos naturais aplicados, verificou-se redução acentuada de *Aspergillus* em todas as doses de canela e arruda, ocorrendo diminuição também com 6 e 8 mL de alfavaca (Figura 1). Isso sugere a eficiência desses produtos no controle desse fungo, no caso da alfavaca e da canela, certamente é por causa do eugenol, principal composto presente na composição desses extratos.

O eugenol é responsável por provocar alterações na membrana citoplasmática, interrupção da força motriz dos prótons, do fluxo de elétrons, do transporte ativo; e coagulação do conteúdo celular de fungos (ABBASZADEH *et al.*, 2014). Costa *et al.* (2011) observaram que o eugenol causa alteração morfológica nos vacúolos, desorganização do conteúdo celular e redução da distinção da parede celular.

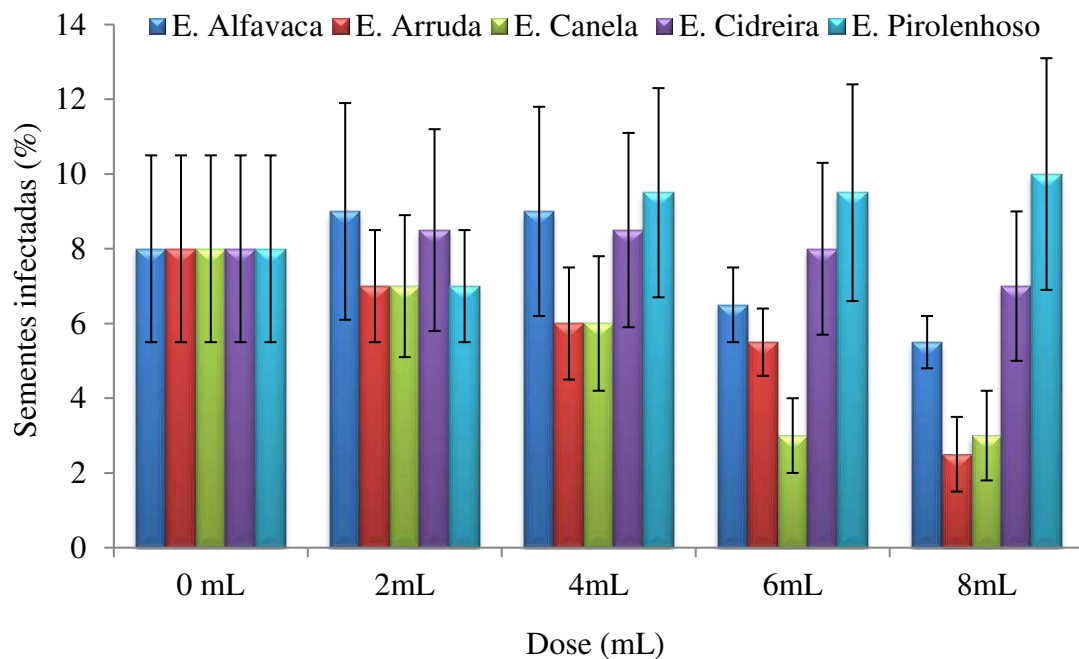


Figura 1. Sementes infectadas pelo fungo *Aspergillus* de acordo com os produtos naturais e suas doses.

Já o mecanismo de ação da arruda envolve a interação de monoterpenos com a membrana citoplasmática do microrganismo. Os monoterpenos causam a partição das estruturas da membrana e conseqüente aumento da fluidez e inibição de enzimas fundamentais para sobrevivência do agente patológico (DI PASQUA *et al.*, 2006). Esse óleo possui amplo espectro de ação e pode combater espécies importantes de fungos

fitopatogênicos (BOUABIDI *et al.*, 2015), inclusive *Aspergillus*; no entanto, o seu mecanismo de ação não é bem esclarecido (REDDY; AL-RAJAB, 2016).

O extrato pirolenhoso e o de capim cidreira reduziram drasticamente a presença do *Fusarium* nas sementes de feijão-caupi (Figura 2). Os ácidos, que compõem o extrato pirolenhoso, são facilmente absorvidos pelas paredes celulares de fungos e ocasionam danos na estrutura do DNA, inibindo a proliferação ou mesmo levando o microrganismo à morte (CHEMANE, 2018). Nesse estudo, o principal ácido encontrado no produto é o acético, com 33,73% (Tabela 1). Em estudo realizado por Huang *et al.* (2015) com ácidos orgânicos, observou-se que o ácido acético reduziu a população de *Fusarium* de forma significativa, sendo eficaz na supressão desse fungo.

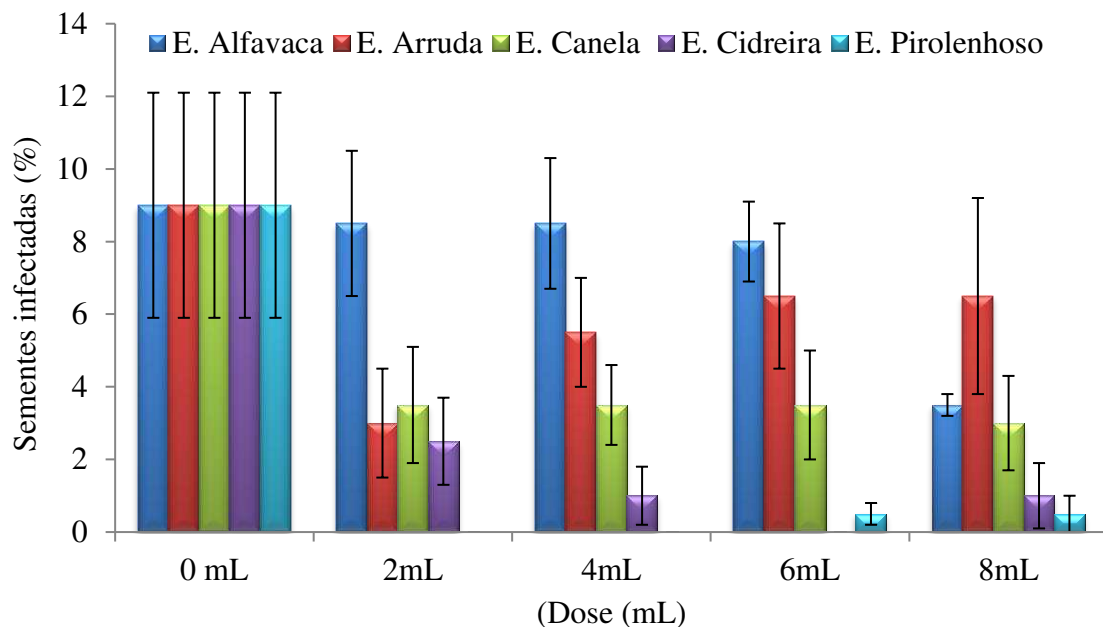


Figura 2. Sementes infectadas pelo fungo *Fusarium* de acordo com os produtos naturais e suas doses.

O extrato de capim cidreira contém em sua composição o citral e o geraniol (Tabela 1), monoterpênicos que tem capacidade de passar pela membrana celular de fitopatogênicos e interagir com enzimas e proteínas da membrana, causando alterações morfológicas nas hifas e na membrana plasmática, ocasionando a morte celular fúngica (NAZZARO *et al.*, 2013; KAUR *et al.*, 2019). Kouassi *et al.* (2017) verificaram forte atividade fungicida do *Cymbopogon citratus* em duas espécies de *Fusarium*, diminuindo de forma significativa as hifas desse fungo.

Todos os extratos naturais tiveram resposta positiva à inibição de *Cladosporium*, a partir da dose 2 mL (Figura 3). Isso acontece porque, de forma geral, os metabólitos secundários produzidos pelas plantas apresentam três grupos químicos (terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados) muito eficientes contra a infecção por microrganismos patogênicos (TAIZ; ZEIGER, 2013). E esses metabólitos secundários têm diferentes mecanismos de ação na célula fúngica, tais como: inibição de formação da parede celular, ruptura da membrana celular, inibição da divisão celular (WALKER; WHITE, 2011); disfunção das mitocôndrias fúngicas (KIM *et al.*, 2013); inibição da síntese de RNA/DNA, ou síntese protéica (MCCLANAHAN, 2009); e inibição das bombas de efluxo (KANG *et al.*, 2010).

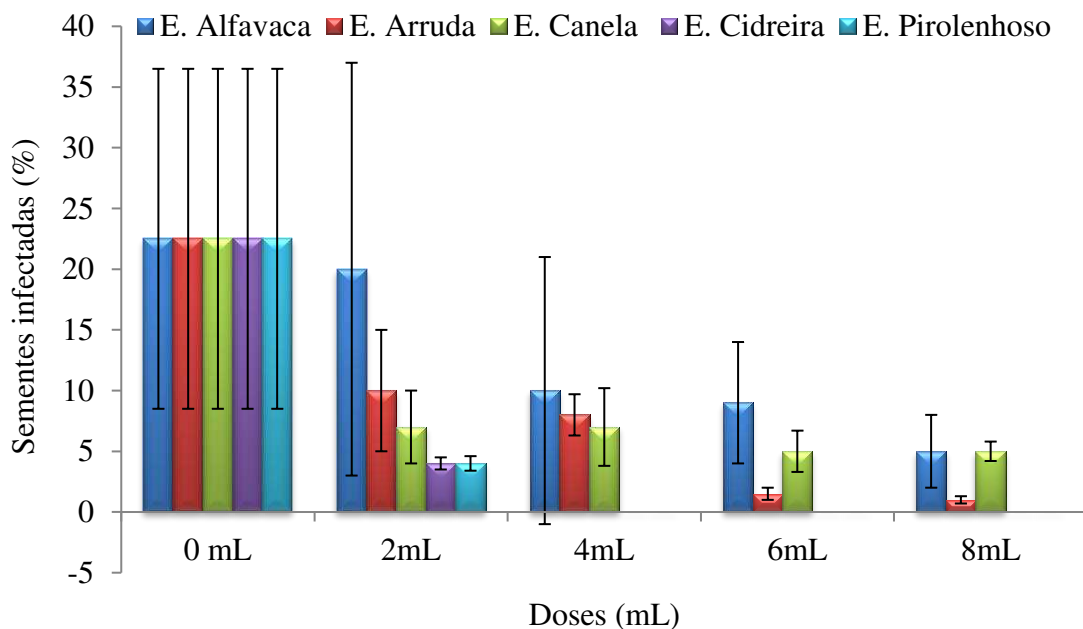


Figura 3. Sementes infectadas pelo fungo *Cladosporium* de acordo com os produtos naturais e suas doses.

Na literatura, existem diversos relatos sobre o efeito inibitório dos extratos naturais sobre o *Cladosporium*, confirmando a mesma eficácia averiguada nesse trabalho, como para alfavaca (MENEZES; LIMA, 2013), arruda (REDDY; AL-RAJAB, 2016), canela (YEOLE *et al.*, 2014) capim cidreira (MANSOUR *et al.*, 2020) e o extrato pirolenhoso (MACEDO *et al.*, 2019).

Para o fungo *Penicillium*, a maioria dos extratos naturais inibem 100% o fungo, com exceção da alfavaca, no qual as sementes ainda apresentaram contaminação, independente da

dose administrada (Figura 4). Certamente a concentração de eugenol, principal componente desse produto (Tabela1), tenha sido baixa para que ocorresse a redução do patógeno.

Para que a inibição seja efetiva é necessário o produto ter uma concentração inibitória sobre o crescimento visível do organismo (LIMA *et al.*, 2020). Isso pode ser verificado na aplicação do extrato de canela, que possui concentração maior de eugenol, sendo eficaz na redução do fungo.

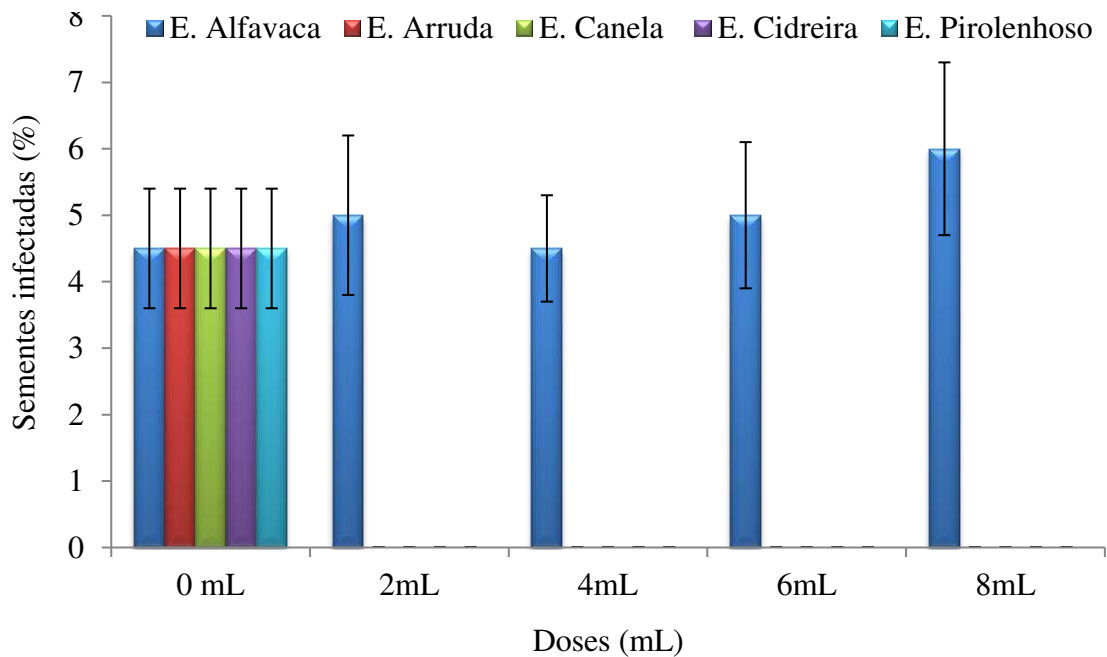


Figura 4. Sementes infectadas pelo fungo *Penicillium* de acordo com os produtos naturais e suas doses.

Resultados semelhantes foram observados por Moussa *et al.* (2020), onde foi verificado que em baixas concentrações de eugenol a inibição de *Penicillium* não foi efetiva; porém, à medida que a concentração aumentava o potencial fungicida se tornou eficaz. É possível encontrar também o efeito fungicida contra esse microrganismo usando a alfavaca (RIZVI *et al.*, 2014), arruda (VENTUROSOSO *et al.*, 2011), canela (VALENTINI *et al.*, 2019) e campim cidreira (SENEME *et al.*, 2019).

Mesmo o extrato de alfavaca não sendo eficaz contra o fungo *Penicillium*, foi um dos únicos produtos que apresentou redução no controle de *Rhizopus* (Figura 5). Possivelmente esse resultado está relacionado à atuação de outras substâncias presentes no extrato de alfavaca, como 1,8-cineol e timol, que também possuem efeito fungicida.

O timol (2-isopropi-5-metilfenol) é um monoterpene que atua contra diversos microrganismos (MARCHESE *et al.*, 2016), inclusive *Rhizopus*, inibindo de forma isolada ou associada a outras substâncias (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2019). Além desse, o 1,8-cineol demonstra propriedade antimicrobiana, imunestimulante e antifúngica (SILVA *et al.*, 2012).

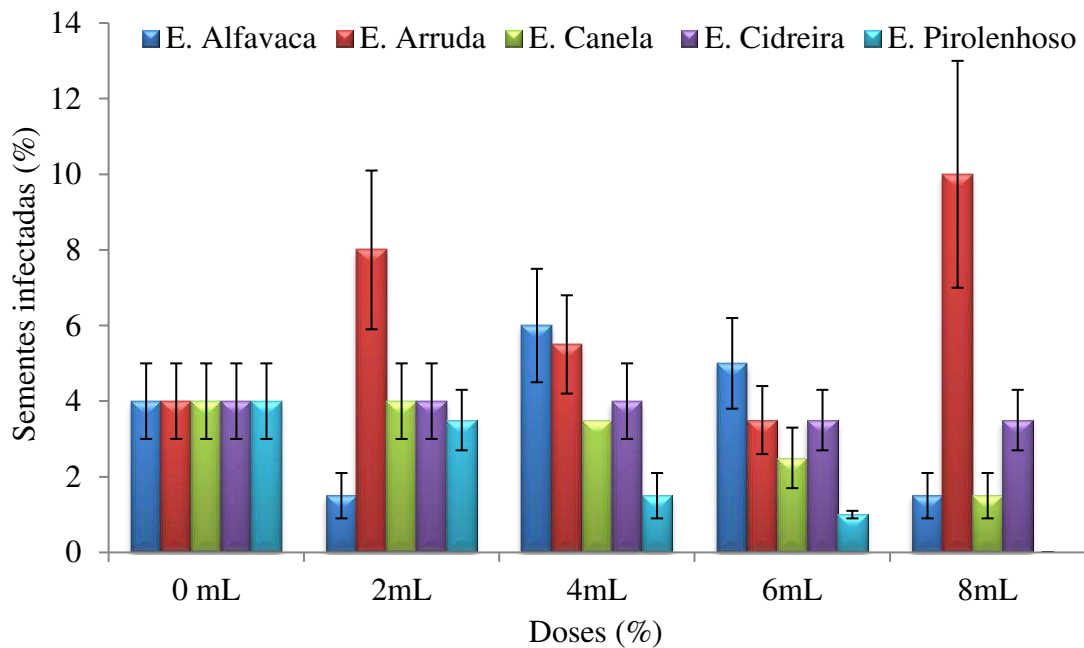


Figura 5. Sementes infectadas pelo fungo *Rhizopus* de acordo com os produtos naturais e suas doses.

Para o fungo *Curvularia*, a alfavaca, canela e extrato pirolenhoso apresentaram efeito inibitório a partir da dose 2 mL, reduzindo a incidência de sementes infectadas em mais de 50%, quando comparado à dose 0 mL (Figura 6). Isso é interessante porque a *Curvularia* pode causar anomalias nas sementes, causando altas perdas pré e pós-emergência e falhas na germinação (GUPTA *et al.*, 2017). Corroborando os resultados dessa pesquisa outros autores também verificaram a ação fungicida da canela (FLÁVIO *et al.*, 2014), da alfavaca (AMADI, 2010) e do extrato pirolenhoso (MACEDO *et al.*, 2019) sobre esse patógeno.

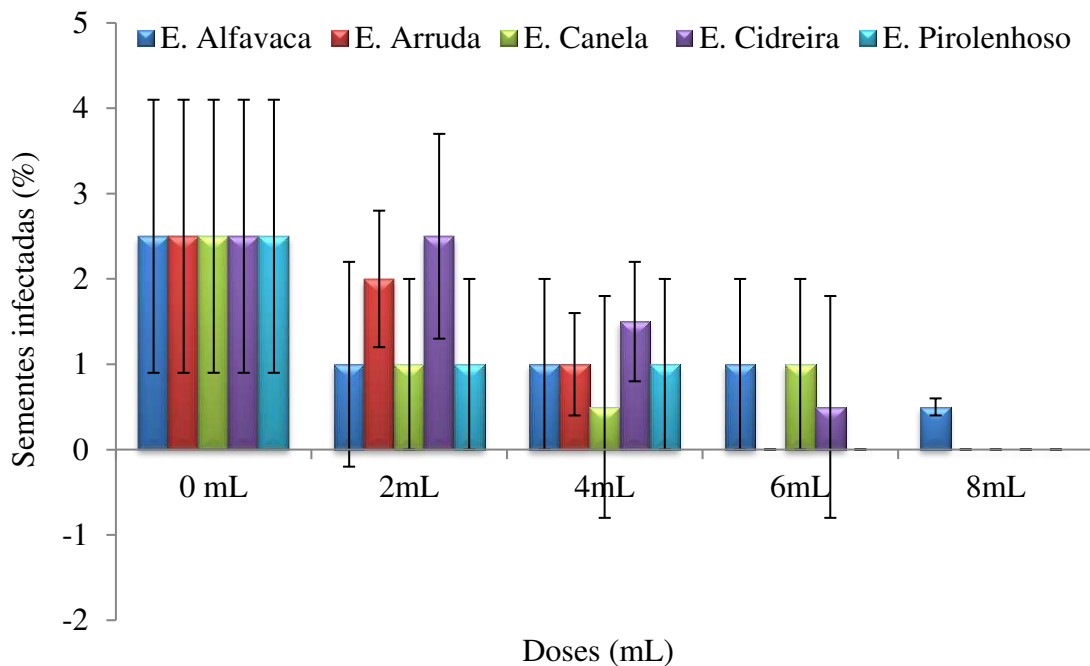


Figura 6. Sementes infectadas pelo fungo *Curvularia* de acordo com os produtos naturais e suas doses.

De forma geral, verifica-se que os extratos naturais apresentam elevado potencial fungicida, sendo eficaz na redução/inibição de vários fungos fitopatogênicos que causam danos à cultura do feijão-caupi. Esses biofungicidas estão cada vez mais ganhando espaço em pesquisas desenvolvidas como forma alternativa ao fungicida químico, mostrando resultados promissores na qualidade fisiológica de sementes de culturas de importância econômica, como o sorgo (FLÁVIO *et al.*, 2014), a soja (QUEIROZ *et al.*, 2020), o milho (DOMENE *et al.*, 2016), entre outras.

No entanto, a concentração das substâncias no produto, que possuem efeito fungicida, é um fator determinante tanto na qualidade fisiológica, como sanitária de sementes, pois podem reduzir a germinação e o vigor, devido ao poder deletério dos aleloquímicos nos processos fisiológicos das plantas (WANG *et al.*, 2020; LU *et al.*, 2020). Dessa forma, é importante conhecer se a concentração mínima inibitória sobre o agente fitopatogênico reduzirá a qualidade fisiológica das sementes, ou mesmo ocasionará a sua morte.

Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi

O resumo da análise de variância mostra que houve efeito significativo dos tratamentos para todos os caracteres analisados, indicando que os mesmos influenciaram tanto a germinação quanto o vigor das sementes de feijão-caupi (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos dados de Germinação(G), Primeira contagem da germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria seca (MS), Índice de crescimento (IC) e Índice de uniformidade (IU) de acordo com os tratamentos das sementes de feijão-caupi

FV	GL	Quadrados Médios							
		G	PCG	IVE	EMG	CP	MS	IC	IU
Trat.	26	70,26**	103,51**	4,38**	200,18**	0,4606**	0,0162**	5353,35**	6374,27**
Erro	81	14,97	18,41	1,21	47,16	0,1084	0,0025	986,49	1526,36
CV (%)		4,61	5,42	10,72	7,88	6,85	6,79	7,36	5,18

** F significativo a 1% de probabilidade. Trat.=tratamentos

Quando os tratamentos são comparados, individualmente, com a aplicação do maxim XL, percebe-se que a germinação e a primeira contagem da germinação diferiram estatisticamente da testemunha na dose 8 mL nos extratos de arruda e canela (Tabela 4). Esses extratos em doses mais elevadas reduzem a germinação por conter substâncias potencialmente alelopáticas como, por exemplo, o eugenol (MIRANDA *et al.*, 2015). Esse composto inibe a cadeia respiratória da matriz mitocondrial, prejudica a integridade das membranas celulares, promove a peroxidação lipídica, entre vários outros danos (MIRANDA *et al.*, 2014).

Tabela 4. Valores médios das características Germinação (G), Primeira contagem da germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Índice de crescimento (IC), Matéria seca (MS) e Índice de uniformidade (IU) de cada tratamento e sua comparação com o maxim (Testemunha)

Produto	Doses (mL)	G	PCG	IVE	EMG	CP	IC	MS	IU
Maxim (testemunha)	3	84,75	81,62	12,11	93,25	4,31	382,4	0,75	776,6
Captan	3	91,37	90,00	11,93	95,50	4,15	333,2	0,61*	747,8
Alfavaca	0	83,50	78,12	9,95*	87,37	4,96*	445,7*	0,67	753,1
Alfavaca	2	83,37	76,00	9,71*	87,62	4,87	431,8	0,80	787,6
Alfavaca	4	84,50	79,00	11,27	91,37	5,15*	462,5*	0,80	796,1
Alfavaca	6	88,37	82,87	11,23	94,50	5,16*	473,3*	0,70	695,3*
Alfavaca	8	90,50	87,50	10,67	94,00	4,70	439,4	0,77	684,9*

Arruda	0	83,50	78,12	9,95*	87,37	4,96*	445,7*	0,67	753,1
Arruda	2	83,87	77,25	11,04	88,75	4,92	419,1	0,81	769,0
Arruda	4	84,75	81,87	11,53	91,00	4,88	410,1	0,81	783,3
Arruda	6	80,25	78,00	9,50*	80,00	4,38	387,1	0,75	761,6
Arruda	8	73,50*	65,25*	7,67*	62,25*	4,40	409,0	0,70	763,2
Canela	0	83,50	78,12	9,95*	87,37	4,96*	445,7*	0,67	753,1
Canela	2	84,50	79,50	9,47*	89,75	4,11	371,8	0,78	747,6
Canela	4	90,70	86,79	9,55*	88,90	4,97*	445,1*	0,66	770,0
Canela	6	90,75	86,75	9,55*	88,00	4,97*	445,1*	0,66	769,6
Canela	8	75,75*	70,00*	8,64*	75,50*	4,83	423,4	0,64*	765,4
Cidreira	0	83,50	78,12	9,95*	87,37	4,96*	445,7*	0,67	753,1
Cidreira	2	84,75	78,75	11,34	90,12	5,03*	443,4	0,74	761,7
Cidreira	4	85,12	79,62	11,18	90,87	5,62*	520,2*	0,73	743,7
Cidreira	6	87,50	82,75	11,50	93,62	4,51	395,6	0,70	768,6
Cidreira	8	79,75	75,75	9,22*	77,25*	4,62	399,4	0,71	810,8
Ext. Pirol.	0	83,50	78,12	9,95*	87,37	4,96*	445,7*	0,67	753,1
Ext. Pirol.	2	84,12	79,25	9,44*	88,25	4,91	444,9*	0,74	769,8
Ext. Pirol.	4	85,50	80,50	9,47*	89,00	5,13*	458,3*	0,74	769,8
Ext. Pirol.	6	86,25	83,00	10,23	88,87	4,95	422,1	0,83	781,8
Ext. Pirol.	8	83,50	76,50	8,90*	78,62*	4,61	405,2	0,81	735,7

As médias com asterisco (*) na coluna diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

No índice de velocidade de emergência, o extrato de canela e o pirolenhoso, em quase todas as doses, proporcionaram resultados inferiores ao maxim XL. Isso pode ser explicado por causa da presença considerável de substâncias com efeito fungicida presentes nos extratos naturais, tais como: flavonoides, compostos fenólicos, taninos, entre outros. Esses compostos se ligam fortemente às proteínas por ligações de hidrogênio e interação hidrofóbica, cessando sua ativação e, conseqüentemente, inibindo o metabolismo ou impedindo a chegada de oxigênio ao embrião e liberação de dióxido de carbono (MACÊDO *et al.*, 2020).

Com exceção do extrato de alfavaca, todos os extratos, na dose mais alta, resultaram em valores inferiores quando comparado com o maxim XL. Esse resultado também pode ser verificado na emergência de plântulas, confirmando que, os extratos naturais em altas doses acabam ocasionando danos na emergência e germinação das sementes, por conta do potencial alelopático que muitas plantas medicinais apresentam. Pode-se verificar isso em trabalhos com canela (VALENTINI *et al.*, 2019) e arruda (MALDANER *et al.*, 2020).

É possível notar ainda, no IVE, que os tratamentos com dose 0 mL apresentaram menor resultado que a testemunha. Certamente, o não tratamento da semente promoveu a redução dessa característica por causa da ação negativa de fungos, que comprometem o vigor. Gomes *et al.* (2015) corroboram com essa pesquisa, e discorrem sobre danos ocasionados por fungos em sementes, tais como redução do vigor, germinação e crescimento.

A aplicação do maxim XL nas sementes proporcionou efeito negativo no comprimento de plântulas quando comparada com as sementes não tratadas. Neste teste, juntamente com o teste de índice de crescimento, as plântulas permanecem dentro do rolo de papel durante todo seu desenvolvimento inicial e em contato com o fungicida aplicado. Dessa forma, o produto pode ter interferido de forma negativa no tamanho das plântulas, já que não existe uma dosagem específica para a cultura do feijão-caupi, optando-se por utilizar a dose recomendada para o feijão comum (SYNGENTA, 2020). Embora o tratamento de sementes apresente benefícios importantes, se não for observada cuidadosamente a dose administrada, pode ocasionar fitotoxicidade na planta, podendo reduzir a germinação, ocasionar o surgimento de plântulas anormais ou mesmo diminuir o comprimento do vegetal (AKOTO *et al.*, 2013).

Além disso, é possível observar, na Tabela 4, que para os dados de CP e IC, os tratamentos com alfavaca (4 e 6 mL); canela (6 mL); capim cidreira (2 e 4 mL); e extrato pirolenhoso (2 e 4 mL) apresentaram resultados superiores ao do maxim XL. Certamente, nessas doses intermediárias, esses produtos, além de não terem sido tóxicos, resultaram em melhores respostas antimicrobiana e antioxidante, inibindo ou reduzindo a ação de radicais livres que é adquirida pelo estresse oxidativo, promovendo assim o crescimento das plântulas. Esse poder antioxidante pode ser observado em flavonóides, eugenol, taninos, carotenoides, terpenos, nerol, geraniol, citral, entre outros compostos que retardam a oxidação da matéria orgânica causada por radicais livres (RIACHI; DE MARIA, 2015; GREWAL *et al.*, 2018).

Para matéria seca, os tratamentos com canela (8 mL) e captan diferiram da testemunha, demonstrando valores inferiores. O extrato de canela contém cinamaldeído, que em altas concentrações reduz a massa da matéria seca das plântulas. Simioni *et al.* (2021), trabalhando com diferentes concentrações de canela em pó, observaram decréscimo linear entre os tratamentos, sendo a menor concentração de canela a que obteve maior desenvolvimento de plântulas. Já o captan, apesar de sua eficácia na desinfestação de microrganismos, o seu princípio ativo pode ter reduzido o índice mitótico, uma vez que o acréscimo da biomassa depende do aumento do número de células e isso só é possível com sucessivos ciclos mitóticos (HARASHIMA; SCHITTGER, 2010). Dessa forma, se não houver bloqueio na transição das fases da mitose, a divisão celular ocorrerá dentro da normalidade e, conseqüentemente, o crescimento da plântula e aumento da matéria seca. Resultado semelhante pode ser encontrado no trabalho de Silva *et al.* (2019), onde os autores notaram poder fitotóxico, citotóxico e genotóxico desse fungicida, quando aplicado em altas concentrações.

Na característica índice de uniformidade, a testemunha não diferiu da maioria dos tratamentos, com exceção das doses maiores do extrato de alfavaca. Esse extrato, nas concentrações mais altas, pode ter gerado uma variação no tamanho das plântulas, ocasionado por efeito alelopático, que interfere na capacidade e velocidade da germinação, no desempenho, crescimento e uniformidade de plântulas (LU *et al.*, 2020).

Quando se considera como testemunha o fungicida comercial captan (Tabela 5), ocorre efeito semelhante ou superior nas variáveis PCG, G, IVE e EMG, quando comparado com os demais tratamentos. Isso sugere que esse produto químico atua de forma positiva na inibição e/ou redução da proliferação de fungos que causam danos nas plântulas, garantindo alta germinação e emergência (DIONIZIO *et al.*, 2020). Observa-se ainda que o princípio ativo captana, mesmo apresentando valores maiores, não diferiu estatisticamente do fludioxonil+metalaxil, apresentando assim, um resultado semelhante quando se aplica o tratamento químico nas sementes.

Tabela 5. Médias dos resultados de Germinação (G), Primeira contagem da germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Índice de crescimento (IC), Matéria seca (MS) e Índice de uniformidade (IU) de cada tratamento e sua comparação com o captan (Testemunha)

Produto	Doses (mL)	G	PCG	IVE	EMG	CP	IC	MS	IU
Captan (testemunha)	3	91,37	90,00	11,93	95,50	4,15	333,2	0,61	747,8
Maxim	3	84,75	81,62	12,11	93,25	4,31	382,4	0,75*	776,6
Alfavaca	0	83,50*	78,12*	9,95	87,37	4,96*	445,7*	0,74*	753,1
Alfavaca	2	83,37*	76,00*	9,71*	87,62	4,87*	431,8*	0,80*	787,6
Alfavaca	4	84,50	79,00*	11,27	91,37	5,15*	462,5*	0,81*	796,1
Alfavaca	6	88,37	82,87	11,23	94,50	5,16*	473,3*	0,81*	695,3
Alfavaca	8	90,50	87,50	10,67	94,00	4,70	439,4*	0,78*	684,9
Arruda	0	83,50*	78,12*	9,95	87,37	4,96*	445,7*	0,74*	753,1
Arruda	2	83,87	77,25*	11,04	88,75	4,92*	419,1*	0,72*	769,0
Arruda	4	84,75	81,87	11,53	91,00	4,88*	410,1*	0,82*	783,3
Arruda	6	80,25*	78,00*	9,50*	80,00*	4,38	387,1	0,76*	761,6
Arruda	8	73,50*	65,25*	7,67*	62,25*	4,40	409,0*	0,70	763,2
Canela	0	83,50	78,12*	9,95	87,37	4,96*	445,7*	0,74*	753,1
Canela	2	84,50	79,50*	9,47*	89,75	4,11	371,8	0,78*	747,6
Canela	4	90,70	86,79	9,55	88,90	4,97*	445,1*	0,68	770,0
Canela	6	90,75	86,75	9,55	88,00	4,97*	445,1*	0,67	769,6
Canela	8	75,75*	70,00*	8,64*	75,50*	4,83*	423,4*	0,64	765,4
Cidreira	0	83,50*	78,12*	9,95	87,37	4,96*	445,7*	0,74*	753,1
Cidreira	2	84,75	78,75*	11,35	90,12	5,03*	443,4*	0,74*	761,7
Cidreira	4	85,12	79,62*	11,18	90,87	5,62*	520,2*	0,85*	743,7
Cidreira	6	87,50	82,75	11,50	93,62	4,51	395,6*	0,70	768,6

Cidreira	8	79,75*	75,75*	9,22*	77,25*	4,62	399,4*	0,71*	810,8
Ext. Pirol.	0	83,50*	78,12*	9,95	87,37	4,96*	445,7*	0,74*	753,1
Ext. Pirol.	2	84,12	79,25*	9,44*	88,25	4,91*	444,9*	0,75*	769,8
Ext. Pirol.	4	85,50	80,50*	9,47*	89,00	5,13*	458,3*	0,74*	769,8
Ext. Pirol.	6	86,25	83,00	10,23	88,87	4,95*	422,1*	0,83*	781,8
Ext. Pirol.	8	83,50*	76,50*	8,90*	78,62*	4,61	405,2*	0,81*	735,7

As médias com asterisco (*) na coluna diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Percebe-se ainda que as doses mais altas dos produtos aplicados, com exceção da alfavaca, reduziram a PCG, G, IVE e EMG, quando comparados à testemunha, confirmando a influência negativa de doses elevadas dos metabólitos secundários nos testes de germinação e emergência. Ferreira *et al.* (2020), estudando a atividade alelopática de metabólitos secundários concluiu que os efeitos alelopáticos dependem da concentração em que a substância está presente. Certamente essa resposta negativa acontece porque afeta funções importantes como respiração, permeabilidade da membrana, divisão/desenvolvimento celular, síntese de proteínas, atividade enzimática, e outras que são importantes para o crescimento e desenvolvimento das plântulas (CHENG; CHENG, 2015). Dessa forma, quanto maior for a concentração de aleloquímicos na substância aplicada para tratamento de sementes, maior será a ação deletéria sobre os processos metabólitos das plântulas (KATO-NOGUCHI *et al.*, 2014).

De forma geral, tanto na primeira contagem da germinação, como na germinação, a testemunha obteve resultado estatisticamente superior à dose 0 mL. Provavelmente, pela presença de fungos que estavam na parte superficial da semente, e acabavam por se proliferar no papel germitest. Tal fato não foi observado no teste de emergência, já que o tegumento da semente se desprende no momento em que a plântula emerge, evitando contaminação da plântula por fungos que estariam na casca. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.*(2016) onde os autores constataram a proliferação de microrganismos patogênicos em testes com papel, e a ausência desses microrganismos quando realizada a emergência em caixas plásticas com areia.

No comprimento de plântula, índice de crescimento e massa seca, a testemunha obteve resultado estatisticamente inferior quando comparado com a maioria dos tratamentos com produtos naturais. Efeito semelhante foi demonstrado anteriormente com o maxim XL. Da mesma forma, o captan não tem uma dosagem específica para o feijão-caupi em sua bula, utilizando-se a mesma dose recomendada para o feijão comum (ADAMA, 2020). Isso pode ter prejudicado o crescimento inicial das plântulas, mediante estresse ocasionado por fitotoxidez desse produto.

Para o índice de uniformidade, a testemunha não diferiu estatisticamente dos tratamentos, possivelmente porque esse fungicida não causa danos diretos na padronização do tamanho das plântulas. Dessa forma, observa-se que o captan interferiu no crescimento do vegetal, mas não provocou variação nas plântulas. Assim, esse fungicida proporcionou menor crescimento quando comparado com a maioria dos tratamentos, mas não alterou de forma significativa a uniformidade das plântulas dentro do próprio tratamento.

Houve efeito significativo da interação Produto X Dose para todas as características analisadas (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância da Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria seca (MS), Índice de crescimento (IC) e Índice de uniformidade (IU) de acordo com os produtos e doses aplicadas

FV	GL	Quadrados Médios							
		G	PCG	IVE	EMG	CP	MS	IC	IU
Produto (P)	4	76,05**	67,13**	4,36*	219,53*	0,356*	0,009*	4747,9**	5505,8*
Dose (D)	4	92,87**	149,73**	6,74**	527,79**	0,603**	0,043**	4858,8**	2524,4 ^{NS}
P x D	16	57,29**	80,47**	2,65*	109,56*	0,328**	0,010**	3466,4**	8205,2**
Resíduo	75	15,84	19,58	1,26	49,81	0,109	0,002	987,2	1596,0
CV (%)		4,76	5,63	11,11	8,15	6,82	6,84	7,27	5,30

* e ** F significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, ^{NS} não significativo

Constatando-se a interação, procedeu-se ao desdobramento das médias para o fator produto dentro de doses (Tabela 7). Efeito danoso pode ser constatado na germinação e na emergência de plântulas nas doses 6 e 8 mL, especialmente no tratamento com extrato de arruda. Esse resultado está relacionado diretamente ao mecanismo de ação dos aleloquímicos, que envolve ruptura da membrana celular; diminuição na fotossíntese, fitohormônios, atividade enzimática e fluxo de carbono; inibição da divisão celular, síntese de proteínas e respiração (JABRAN, 2017).

Tabela 7. Desdobramento das médias para Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Índice de crescimento (IC), Matéria seca (MS) e Índice de uniformidade (IU) em função da interação Produtos/doses

Prod.	G					PCG				
	D = 0	D = 2	D = 4	D = 6	D = 8	D = 0	D = 2	D = 4	D = 6	D = 8
E. Alf.	83,5a	83,37a	84,50a	88,37a	90,50a	78,12a	76,00a	79,00a	82,87a	87,50a
E. Arr	83,5a	83,87a	84,75a	80,25b	73,50c	78,12a	77,25a	81,87a	78,00a	65,25c
E. Can	83,5a	84,50a	90,70a	90,75a	75,75bc	78,12a	79,50a	86,79a	86,75a	70,00bc

E. Cid	83,5a	84,75a	85,12a	87,50ab	79,75bc	78,12a	78,75a	79,62a	82,75a	75,75b
E. Pir	83,5a	84,12a	85,50a	86,25ab	83,50ab	78,12a	79,25a	80,50a	83,00a	76,50b
IVE					EMG					
	D = 0	D = 2	D = 4	D = 6	D = 8	D = 0	D = 2	D = 4	D = 6	D = 8
E. Alf.	9,96a	9,71a	11,27a	11,23a	10,67a	87,37a	87,62a	91,37a	94,50a	94,00a
E. Arr	9,96a	11,04a	11,54a	9,51a	7,67b	87,37a	88,75a	91,00a	80,00b	62,25c
E. Can	9,96a	9,47a	9,55a	9,55a	8,64ab	87,37a	89,75a	88,90a	88,00ab	75,50bc
E. Cid	9,96a	11,35a	11,18a	11,50a	9,22ab	87,37a	90,12a	90,87a	93,62ab	77,25b
E. Pir	9,96a	9,44a	9,47a	10,23a	9,91a	87,37a	88,25a	89,00a	88,87ab	78,62b
CP					IC					
	D = 0	D = 2	D = 4	D = 6	D = 8	D = 0	D = 2	D = 4	D = 6	D = 8
E. Alf.	4,96a	4,87a	5,15ab	5,16a	4,70a	445,70a	431,80ab	462,55ab	473,31a	439,44a
E. Arr	4,96a	4,92a	4,89b	4,39b	4,40a	445,70a	419,15ab	410,15b	387,10b	409,02a
E. Can	4,96a	4,11b	4,97b	4,97ab	4,84a	445,70a	371,89b	445,1b	445,09ab	423,42a
E. Cid	4,96a	5,04a	5,62a	4,51ab	4,62a	445,70a	443,47a	520,21a	395,60b	399,47a
E. Pir	4,96a	4,91a	5,14ab	4,95ab	4,61a	445,70a	444,99a	458,35ab	422,15ab	405,27a
MS					IU					
	D = 0	D = 2	D = 4	D = 6	D = 8	D = 0	D = 2	D = 4	D = 6	D = 8
E. Alf.	0,67a	0,80a	0,81a	0,71b	0,78ab	753,16a	787,60a	796,14a	695,36b	684,96b
E. Arr	0,67a	0,82a	0,82a	0,76ab	0,70bc	753,16a	769,00a	783,31a	761,61ab	763,29ab
E. Can	0,67a	0,78a	0,67b	0,67b	0,64c	753,16a	747,66a	770,00a	769,65ab	765,44a
E. Cid	0,67a	0,74a	0,73ab	0,71b	0,71abc	753,16a	761,71a	743,72a	768,60ab	810,84a
E. Pir	0,67a	0,75a	0,74ab	0,83a	0,81a	753,16a	769,89a	601,79b	781,80a	735,72ab

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. D=dose, Prod.=Produtos, E. Alf.=extrato de alfavaca, E. Arr.=extrato de arruda, E. Can.=extrato de canela, E. Cid.=extrato de cidreira, E. Pir.=extrato pirolenhoso.

Houve diferença entre os produtos, na dose 8 mL, da primeira contagem da germinação e do índice de velocidade de emergência, onde todos os extratos apresentaram valores numéricos inferiores ao da alfavaca. Certamente nessa dose os produtos contêm concentração de aleloquímicos maior do que nas outras doses, causando efeito danoso nas plântulas devido interferência nos processos fisiológicos (WANG *et al.*, 2020; LU *et al.*, 2020). Resultados semelhantes foram obtidos por Khatri *et al.* (2020), que verificaram que quanto maior a concentração de aleloquímicos, menores foram as taxas de germinação e de vigor de sementes de arroz.

A superioridade do extrato de alfavaca ocorre justamente por causa da baixa concentração, principalmente do eugenol, com 38,42% (Tabela 1); mesmo com a dosagem de 8 mL não prejudicou o vigor das sementes. No entanto, em trabalho realizado por Miranda *et al.* (2015), utilizando a alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.) na concentração do extrato de 77,97% em sementes de alface, percebeu-se redução acentuada da germinação e do vigor, confirmando o potencial alelopático da elevação da concentração do composto no extrato.

Dentre os produtos que tiveram resultado inferior nas doses mais altas, ressaltam-se os extratos de canela, já discutida anteriormente, e o de arruda que se destacaram com valores mais baixos nos caracteres PCG, G, IVE e EMG. A arruda, em concentrações mínimas, causa impacto direto na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação,

podendo reduzir em até três vezes o valor, quando comparado com o tratamento controle (MALDANER *et al.*, 2020). Alguns estudos relatam a ação inibitória da arruda na germinação e no desenvolvimento inicial de algumas culturas. Pode-se verificar o efeito alelopático em diferentes espécies, como capimannoni (MALDANER *et al.*, 2020), tomate e rabanete (OLIVA *et al.*, 2006), entre outras.

Para as variáveis comprimento de plântula e índice de crescimento, nota-se, de forma geral, que os extratos de arruda e de canela demonstraram resultado inferior aos demais produtos aplicados. No caso da arruda, está relacionado ao potencial herbicida que apresenta especialmente o 2-decanona e o 2-nonanona, principais compostos do extrato (BOZHUYUK, 2020); neste trabalho, esses dois compostos correspondem a 51,71% e 38,42%, respectivamente (Tabela 1). Essas duas substâncias não atuam de forma isolada, podendo ser utilizada ainda como inseticida, fungicida, bactericida, nematicida, etc (DA SILVA *et al.*, 2014; BOUABIDI *et al.*, 2015; CHAABAN *et al.*, 2019). Já o extrato de canela contém uma concentração considerável de eugenol (63,28%) (Tabela 1), quase o dobro da concentração presente no extrato de alfavaca; essa substância pode ocasionar alterações na integridade da membrana celular, e conseqüentemente, danos no desenvolvimento do vegetal (BAINARD *et al.*, 2006).

Resultado semelhante percebe-se na matéria seca, onde os extratos de canela e arruda novamente demonstraram desempenho inferior em algumas doses. Além destes, o capim cidreira apresentou valores inferiores na dose 6 mL para MS. Esse produto contém principalmente, o Geranial (E-citral) com 42,74% e o Neral (Z-citral) com 28,83% (Tabela 1). Esses monoterpenos inibem a mitose de células, reduzindo a biomassa das plântulas (FAGODIA *et al.*, 2017).

De forma geral, percebe-se que o extrato de alfavaca e o extrato pirolenhoso obtiveram satisfatório êxito no CP, IC e MS. Isso ocorre certamente por dois motivos: a composição do produto não continha concentrações altas de substâncias que ocasionam alelopatia nas plântulas; os extratos apresentam propriedades antioxidantes, antimicrobianas, imunoestimulante, antifúngicas, além de promover a germinação de sementes e o crescimento de plântulas (SILVA *et al.*, 2012; GREWAL *et al.*, 2018).

No índice de uniformidade verifica-se diferença entre os produtos nas doses 4, 6 e 8 mL, onde o extrato pirolenhoso e a alfavaca demonstraram menores valores (Figura 7). Apesar desses produtos se destacarem na germinação e no vigor das sementes de feijão-caupi, não foram eficazes na padronização do tamanho das plântulas.



Figura 7. Plântulas de feijão-caupi provenientes de sementes tratadas com extrato de alfavaca (A) e extrato pirolenhoso (B). Foto: Carla Michelle da Silva

Os desdobramentos das doses dentro de cada produto, com suas equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação, para cada variável, encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8. Equações ajustadas de regressão das variáveis Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria seca (MS), Índice de crescimento (IC), Índice de uniformidade (IU), em função das doses (x) dos respectivos produtos e os coeficientes de determinação

Produto	Var.	Equações ajustadas	Eficiência máxima	Máximo/Mínimo	R ² /r ²
E. Alf.	G	$\hat{Y} = 83,5315 - 3,20385^*\sqrt{x} + 2,022^*x$	94,6	8,0	0,9769
E. Arr.		$\hat{Y} = 83,0964 + 1,6223^*x - 0,350446^*x^2$	84,9	2,3	0,9775
E. Can.		$\hat{Y} = 82,15$	-	-	-
E. Cid.		$\hat{Y} = 84,12$	-	-	-
E. Pir.		$\hat{Y} = 83,096 + 1,15982^*x - 0,131696^*x^2$	85,6	4,4	0,7022
E. Alf.	PCG	$\hat{Y} = 78,1395 - 6,4112^{**}\sqrt{x} + 3,42648^{**}x$	87,4	8,0	0,9996
E. Arr.		$\hat{Y} = 76,4929 + 3,35714^{NS}x - 0,57589^*x^2$	80,8	2,6	0,8543
E. Can.		$\hat{Y} = 77,22$	-	-	-
E. Cid.		$\hat{Y} = 79,00$	-	-	-
E. Pir.		$\hat{Y} = 79,47$	-	-	-
E. Alf.	IVE	$\hat{Y} = 10,57$	-	-	-
E. Arr.		$\hat{Y} = 9,96887 + 0,890565^*x - 0,149479^*x^2$	11,3	3,0	0,9594
E. Can.		$\hat{Y} = 9,60$	-	-	-
E. Cid.		$\hat{Y} = 9,92629 + 0,91338^*x - 0,122353^*x^2$	11,6	3,7	0,8795
E. Pir.		$\hat{Y} = 9,80$	-	-	-
E. Alf.	EMG	$\hat{Y} = 86,95 + 1,00625^{**}x$	95	8,0	0,8820
E. Arr.		$\hat{Y} = 86,317 + 4,40714^*x - 0,919643^*x^2$	91,6	2,4	0,9783
E. Can.		$\hat{Y} = 86,8464 + 2,653557^{NS}x - 0,49107^*x^2$	90,4	2,7	0,8968
E. Cid.		$\hat{Y} = 86,0214 + 4,34107^{NS}x - 0,647321^*x^2$	93,3	3,3	0,7607
E. Pir.		$\hat{Y} = 86,4964 + 2,45982^{NS}x - 0,412946^*x^2$	90,2	3,0	0,8580
E. Alf.	CP	$\hat{Y} = 4,97$	-	-	-
E. Arr.		$\hat{Y} = 5,045 - 0,083125^*x$	5	0,0	0,8091
E. Can.		$\hat{Y} = 4,69$	-	-	-
E. Cid.		$\hat{Y} = 4,95$	-	-	-

E. Pir.		$\hat{Y} = 4,9064 + 0,10794^{NS}x - 0,017633x^2$	5,1	3,1	0,7857
E. Alf.		$\hat{Y} = 0,7528$	-	-	-
E. Arr.		$\hat{Y} = 0,672977 + 0,203808^{**}\sqrt{x} - 0,0680705^{**}x$	0,8	3,0	0,9898
E. Can.	MS	$\hat{Y} = 0,669726 + 0,223811^{\circ}\sqrt{x} - 0,083951^{\circ}x$	0,8	2,0	0,7330
E. Cid.		$\hat{Y} = 0,675443 + 0,077643^{*}\sqrt{x} - 0,024167^{*}x$	0,7	3,0	0,8474
E. Pir.		$\hat{Y} = 0,68975 + 0,017687^{*}x$	0,8	8,0	0,8144
E. Alf.		$\hat{Y} = 450,56$	-	-	-
E. Arr.		$\hat{Y} = 447,148 - 17,1129^{*}x + 1,48036^{\circ}x^2$	397,69	5,78	0,8926
E. Can.	IC	$\hat{Y} = 417,87$	-	-	-
E. Cid.		$\hat{Y} = 440,89$	-	-	-
E. Pir.		$\hat{Y} = 444,332 + 6,51384^{NS}x - 1,46228^{\circ}x^2$	451,6	2,2	0,8596
E. Alf.		$\hat{Y} = 743,44$	-	-	-
E. Arr.		$\hat{Y} = 766,07$	-	-	-
E. Can.	IU	$\hat{Y} = 748,627 + 2,32688^{*}x$	767,2	8,0	0,6384
E. Cid.		$\hat{Y} = 758,908 - 9,6334^{NS}x + 1,9685^{\circ}x^2$	730,0	2,43	0,8802
E. Pir.		$\hat{Y} = 728,47$	-	-	-

**, * e ° - Significativo a 1%, 5%, 10% pelo teste “t”, respectivamente. NS – Não significativo a 10% pelo teste “t”. Var. = variável; E. Alf. = extrato de alfavaca; E. Arr. = extrato de arruda; E. Can. = extrato de canela; E. Cid. = extrato de cidreira; E. Pir. = extrato pirolenhoso.

Não houve efeito das doses para o extrato de alfavaca, no Índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas, matéria seca, índice de crescimento e índice de uniformidade, mas sim na primeira contagem de germinação, germinação e matéria seca. Nota-se eficiência máxima de 94,6% para G e 87,4% para PCG, ambos com 8 mL.

Para Emergência, também houve efeito, e sua equação se comportou de forma linear crescente, apresentado máximo de 95% de emergência, para 8 mL. Isso pode ter ocorrido devido ao efeito inverso da dose e da incidência de fungos, pois à medida que se aumentaram as doses, houve redução na incidência fúngica. Flávio *et al.* (2014) mostraram que o uso desse extrato diminuiu a quantidade de fungos, quando se aumentava a dose, para todos os fungos estudados. Houve relatos da inibição de 100% de conídios de *C. gloeosporioides*, quando utilizado o extrato de alfavaca (SOUZA JUNIOR *et al.*, 2009).

Para o extrato de arruda, houve efeito das doses para todas as variáveis, exceto para o índice de uniformidade. Para a maioria das variáveis, as equações ajustadas se comportaram de forma quadrática com máxima eficiência para as variáveis PCG, G, IVE, EMG, MS no intervalo das doses 2,3-3,0 mL. Isso ocorre porque o extrato de arruda tem princípios ativos com função altamente fungicida (COSTA JUNIOR *et al.*, 2014), erradicando e/ou diminuindo a ação do patógeno (VENTUROSO *et al.*, 2011) e com isso melhorando a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. No entanto, após o intervalo de dose citada, começa a reduzir a germinação e o vigor.

Não houve efeito das doses para as variáveis PCG, G, IVE, CP e IC, quando utilizado o extrato de canela. Apenas para a EMG houve efeito quadrático, MS efeito de raiz quadrada e IU efeito linear, apresentando 90,4% na dose 2,7 mL para emergência; e 0,819 g na dose 1,8

mL para matéria seca. A utilização desse extrato é de suma importância no combate a fitopatógenos, pois apresenta princípio ativo de eugenol e cinamaldeído, sendo esse último o principal composto que possui atividade no controle de microrganismos (JHAM *et al.*, 2005). Nesse sentido, ao inibir a proliferação de fungos, as sementes de feijão-caupi podem exercer melhor o seu potencial fisiológico e com isso melhorar o índice de uniformidade, como foi notado nessa pesquisa. Flavio *et al.* (2014) verificaram que esse extrato, em todas as concentrações testadas, foi eficiente em reduzir a infestação de todos os fungos encontrados.

Não houve diferença nas doses do extrato de cidreira para as variáveis PCG, G, CP e IC. Efeitos quadráticos foram observados nas variáveis IVE, EMG e IU, e efeito de raiz quadrada nas demais variáveis. Pela equação ajustada, é possível obter 11,63 (3,7 mL) de IVE, 93,3% (3,3 mL) de EMG.

As concentrações dos princípios ativos desse produto são altas (Tabela 1); por isso, o estudo da dose ideal é essencial para que não ocorra o efeito alelopático (RIZZI *et al.*, 2016), devido à presença de aleloquímicos em sua composição, como ocorreu no índice de uniformidade de plântula, que diminuiu à medida que se aumentavam as doses. Esses compostos podem interferir no metabolismo das plantas, atuando na respiração e fotossíntese, nos hormônios, na abertura dos estômatos, inibição do transporte de membrana, dentre outros (SPIASSI *et al.*, 2015).

Para o extrato pirolenhoso, não houve efeito das doses nas variáveis PCG, IVE e IU. Houve efeito quadrático para as variáveis G, EMG, CP e IC e linear para MS. As máximas eficiências foram de 85,6% (4,4 mL) na germinação, 90,2% (3,0 mL) na emergência, 5,1 cm (3,1 mL) no comprimento de plântula, e 451,6 (2,2 mL) no índice de crescimento com o extrato pirolenhoso. O extrato pirolenhoso funciona como controlador de pragas e doenças (TRINDADE *et al.*, 2014), e pode ser usado como adubo orgânico, o que faz com que a germinação, emergência, comprimento de plântula e índice de crescimento tenham ganhos significativos (TOGORO, 2012). Mu *et al.* (2006), usando o EP em altas taxas de diluição, obtiveram crescimentos significativos nas culturas da alface e do pepino.

Observa-se que a MS aumenta à medida que a dose do extrato pirolenhoso aumenta. Isso pode ter ocorrido devido ao efeito sinérgico dos compostos presentes no extrato pirolenhoso, melhorando o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, a matéria seca (PANGNAKORN, 2008).

CONCLUSÕES

Extratos naturais que apresentam altas concentrações de aleloquímicos em sua composição são prejudiciais à germinação e ao vigor de sementes de feijão-caupi. Os extratos naturais de arruda, pirolenhoso, canela e capim cidreira são eficazes no combate a fungos que prejudicam a qualidade sanitária de sementes, em especial o gênero *Penicillium*. No entanto, doses elevadas reduzem o crescimento e desenvolvimento inicial de plântulas. O extrato de alfavaca na dose 8 mL Kg⁻¹ diminui a incidência de fungos e não causa danos à qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi, tornando-se uma opção para o tratamento de sementes desta espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASZADEH, S.; SHARIFZADEH, A.; SHOKRI, H.; KHOSRAVI, A. R.; ABBASZADEH, A. Antifungal efficacy of thymol, carvacrol, eugenol and menthol as alternative agents to control the growth of food-relevant fungi. **Journal de Mycologie Médicale**, v. 24, n. 2, p. 51-56, 2014.

ADAMA. **Captan SC**. Disponível em <https://www.adama.com/documents/407112/413981/Captan+SC+-+Bula>. Acesso em 25 Out 2020.

AKOTO, O.; ANDOH, H.; DARKO, G.; ESHUN, K.; OSEI-FOSU, P. Health risk assessment of pesticides residue in maize and cowpea from Ejura, Ghana. **Chemosphere**, v. 92, n. 1, p. 67-73, 2013.

ALTOÉ, L. M.; SOUZA, A. F.; LAMBERT, J. C.; DALEPRANE, F. B.; MEIRELES, R. C.; RIOS, J. S. Qualidade sanitária de sementes de feijão produzidas por agricultores familiares no Espírito Santo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2018.

AMADI J. E. Anti-fungal properties and phytochemical screening of extracts of *Ocimum gratissimum*, **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 1, n. 2, p. 163-166, 2010.

ANDRADE JÚNIOR, F. P.; TEIXEIRA, A. P. C.; OLIVEIRA, W. A.; LIMA, E. O.; LIMA, I. O. Estudo da associação do timol com a anfotericina b contra *Rhizopus oryzae*. **Periódico Tchê Química**, v. 16, n. 31, p. 156-163, 2019.

AQUINO, C. F.; SALES, N. L. P.; SOARES, E. P. S.; MARTINS, E. R.; COSTA, C. A. Composição química e atividade in vitro de três óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides* do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2, p. 329-336, 2014.

BAINARD, L. D.; ISMAN, M. B.; UPADHYAYA, M. K. Phytotoxicity of clove oil and its primary constituent eugenol and the role of leaf epicuticular wax in the susceptibility to these essential oils. **Weed Science**, v.54, n. 5, p. 833-837, 2006.

BIEMOND, P. C.; OGUNTADE, O.; KUMAR, P. L.; STOMPH, T. J.; TERMORSHUIZEN, A. J.; STRUIK, P. C. Does the informal seed system threaten cowpea seed health? **Crop Protection**, v. 43, n. 1, p. 166-174, 2013.

BOUABIDI, W.; HANANA, M.; GARGOURI, S.; AMRI, I.; FEZZANI, T.; KSONTINI, M.; JAMOSSI, B.; HAMROUNI, L. Chemical composition, phytotoxic and antifungal properties of *Ruta chalepensis* L. essential oils. **Natural Product Research**, v. 29, n. 9, p. 864-868, 2015.

BOZHUYUK, A. U. Herbicidal activity and chemical composition of two essential oils on seed germinations and seedling growths of three weed species. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 23, n.4, p. 821-831, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200 p.

CAMPO, R. J.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants. **Symbiosis**, v. 48, n. 1, p. 154-163, 2009.

CARDOZO, L. V. F.; NETO, M. V. P. Extrato de neem no tratamento de sementes de tomate. **Revista Verde**, v. 14, n. 1, p. 1-4, 2019.

CARVALHO, B. L.; SOUZA, E. P.; ANJOS, L. V. S.; NAKADA-FREITAS, P. G.; CARDOSO, A. I. I.; AMADOR, T. S.; SANTOS, T. P.; MAGALHÃES, T. H.. Tratamento de sementes de cebola com extrato de própolis e *Plectranthus amboinicus* no controle de *Aspergillus* sp. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 13, n. 1, p. 12-18, 2019.

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

CHAABAN, S. B.; HAMDY, S. H.; MAHJoubi, K.; JEMÂA, J.M.B. Composition and insecticidal activity of essential oil from *Ruta graveolens*, *Mentha pulegium* and *Ocimum basilicum* against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephesia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Plant Diseases Protection**, v. 126, n. 3, p. 237-246, 2019.

CHEMANE, ISIDRO ARGENTINA. **Vinagre pirlolenhoso de *Eucalyptus* sp. como alternativa antimicrobiana na dieta de frango de corte**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Escola Agrícola de Jundiaí, Programa de Pós Graduação de Produção Animal, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Campus Macaíba, RN, 2018. 71f.

CHENG, F.; CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, n. 1, p. 10-20, 2015.

COSTA, A. R. T.; AMARAL, M. F. Z. J.; MARTINS, P. M.; PAULA, J. A. M.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 2, p. 240-245, 2011.

COSTA JUNIOR, R. G.; SANTI, F. M.; BUKOWSKI, S. S.; SOUZA, K. A.; MATOS, C. A.; GORDIN, L. W. Uso de extratos de plantas no controle de *Rhipicephalus* (Boophilus) microplus em ensaios in vitro. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, p. 1-11, 2014.

DA SILVA, F. G. E.; MENDES, F. R. D. S.; ASSUNÇÃO, J. C. D. C.; SANTIAGO, G. M. P.; BEZERRA, M. A. X.; BARBOSA, F.G., MAFEZOLI, J.; ROCHA, R. R. Seasonal variation, larvicidal and nematicidal activities of the leaf essential oil of *Ruta graveolens* L. **Journal of Essential Oil Research**, v. 26, n. 3, p. 204-209, 2014.

DI PASQUA, A J.; GOODISMAN, J.; KERWOOD, D. J.; TOMS, B. B.; DUBOWY, R. L.; DABROWIAK, J. C. Activation of carboplatin by carbonate. **Chemical Research in Toxicology**, v. 19, n. 1, p. 139-149, 2006.

DIONIZIO, A. F.; LIMA, N. L.; FILHO, R. C.; DIANESE, É. C. Avaliação sanitária e fisiológica de sementes de mogno e baru tratadas com captana. **Heringeriana**, v. 14, n. 1, p. 13-20, 2020.

DOMENE, M. P.; GLÓRIA, E. M.; BIAGI, J. D.; BENEDETTI, B. C.; MARTINS, L. Efeito do tratamento com óleos essenciais sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de milho (*Zea mays*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, e0072014, p. 1-6, 2016.

FAGODIA, S. K.; SINGH, H. P.; BATISHA, D. R.; KOHLI, R. K. Phytotoxicity and cytotoxicity of Citrus aurantiifolia essential oil and its major constituents: Limonene and citral. **Industrial Crops and Products**, v. 108, n. 1, p. 708-715, 2017.

FERREIRA, E. V. R.; FRANCO, S. P. B.; SANTOS, A. F.; SOUZA, R. C. Allelopathic activity of broom (*Scoparia dulcis* L.) on the germination of invasive plants. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 2, p. 1-7, 2020.

FLÁVIO, N. S. D. S.; SALES, N. L. P.; AQUINO, C. F.; SOARES, E. P. S.; AQUINO, L. F. S.; CATÃO, H. C. R. M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 7-20, 2014.

FURTADO, G. R.; PEREIRA, R. T. G.; ZANETTI, R.; SOUZA-SILVA, A. Efeito do ácido pirolenhoso in vitro sobre isolados de *Botrytis cinerea*, *Cylindrocladium clavatum* e *Rhizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 112, 2002.

GOMES, F. L.; SANTOS, L.; INFANTE, N. B.; MARTINS, E. P. R.; MARTINS, J. R. Qualidade sanitária de sementes crioulas de *Phaseolus vulgaris* L., procedentes de bancos de sementes comunitários. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 1-6, 2015.

GOMES, R. 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, n. 1, p. 1-5, 2019.

GREWAL, A.; ABBEY, L.; GUNUPURU, L. R. Production, prospects and potential application of pyroligneous acid in agriculture. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 135, n. 1, p. 152-159, 2018.

GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G.; SOUSA, P. E.; ANDRADE, J.; VIEIRA, S. S. Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 464-472, 2011.

GUPTA, S.; DUBEY, A.; SINGH, T. *Curvularia lunata* as, a dominant seed-borne pathogen in *Dalbergia sissoo* Roxb: Its location in seed and its phytopathological effects. **African Journal of Plant Science**, v. 11, n. 6, p. 203-208, 2017.

HARASHIMA, H.; SCHNITTGER, A. The integration of cell division, growth and differentiation. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 13, n. 1, p. 66-74, 2010.

HUANG, X.; WEN, T.; ZHANG, J.; MENG, L.; ZHU, T.; CAI, Z. Toxic organic acids produced in biological soil disinfestation mainly caused the suppression of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. **BioControl**, v. 60, n. 1, p. 113–124, 2015.

HÜLLER, A. S.; SANTINI, E. J.; TALGATTI, M.; SILVEIRA, A. G.; VALCORTE, G.; OLIVEIRA, L. H.; ESTIGARRIBIA, M. G. Capacidade antifúngica do extrato vegetal de *Ruta graveolens* sobre o desenvolvimento dos fungos apodrecedores *Gloeophyllum trabeum* e *Pycnoporus sanguineus*. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 6, n. 6, p. 31-43, 2019.

IKRAM, N.; DAWAR, S. Effect of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. in the control of root rot fungi of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) and mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek). **Pakistan Journal of Botany**, v. 45, n. 2, p. 649-654, 2013.

JABRAN, K. **Manipulation of allelopathic crops for weed control**. SpringerBriefs in Plant Science, Springer International Publishing AG, Switzerland, 2017. 87p.

JHAM, G. N.; DHINGRA, O. D.; JARDIM, C. M.; VALENTE, V. M. Identification of the major fungitoxic component of cinnamon bark oil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 404-408, 2005.

KANG, K.; FONG, W. P.; TSANG, P. W. Novel antifungal activity of purpurin against *Candida* species in vitro. **Medical Mycology**, v. 48, n. 7, p. 904-911, 2010.

KATO-NOGUCHI, H.; KOBAYASHI, A.; OHNO, O.; KIMURA, F.; FUJII, Y.; SUENAGA, K. Substâncias fitotóxicas com atividade alelopática podem ser centrais para o forte potencial invasivo da *Brachiaria brizantha*. **Journal of Plant Physiology**, v. 171, n. 7, p. 525–530, 2014.

KAUR, G.; GANJEWALA, D.; BIST, V.; VERMA, P. C. Antifungal and larvicidal activities of two acyclic monoterpenes; citral and geraniol against phytopathogenic fungi and insects. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 52, n. 5-6, p. 458-469, 2019.

KHATRI, K.; KIRAN, B.; BHAWNA, N.; BARGALI, S.S. Germination and early seedling growth of two rice varieties as affected by invasive *Ageratina adenophora*. **Current Agriculture Research Journal**, v. 8, n.2, p. 108-117, 2020.

KIM, J. H.; HAFF, R. P.; FARIA, N. C. G.; MARTINS, M. L.; CHAN, K. L. Targeting the mitochondrial respiratory chain of *Cryptococcus* through antifungal chemosensitization: a model for control of non-fermentative pathogens. **Molecules**, v. 18, n. 8, p. 8873-8894, 2013.

KOUASSI, E. K.; COULIBALY, I.; RODICA, P.; PINTEA, A.; OUATTARA, S.; ODAGIU, A. HPLC Phenolic compounds analysis and antifungal activity of extract's from *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf against *Fusarium graminearum* and *Fusarium Oxysporum* sp tulipae. **Journal of Scientific Research & Reports**, v. 14, n. 5, p. 1-11, 2017.

LIMA, C. S. Manejo de doenças. In: DOVALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. **Feijão-caupi: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2017. p. 143–170.

LIMA, J. A. C.; SILVA, J. F.; CAIANA, R. R. A.; SILVA JÚNIOR, J. P.; OLIVEIRA, W. A.; FREITAS, J. C. R. Síntese, atividade antifúngica e docking molecular de derivados do eugenol. **Scientia Plena**, v. 16, n. 5, p. 057201, 2020.

LU, Y. J.; WANG, Y. F.; WU, B. D.; WANG, S.; WEI, M.; DU, D. L.; WANG, C.Y. Allelopathy of three Compositae invasive alien species on indigenous *Lactuca sativa* L. enhanced under Cu and Pb pollution. **Scientia Horticulturae**, v. 267, e109323, 2020.

MACEDO, D. G. C.; DAVID, G. Q.; YAMASHITA, O. M.; PERES, W. M.; CARVALHO, M. A. C.; SÁ, M. E.; LOURENÇO, F. M. S.; MATEUS, M. P. B.; KARSBURG, I. V.; ARRUDA, T. P. M.; RODRIGUES, C. Study of the control of fungus occurring in *Schizolobium amazonicum* seeds with the use of pyroligneous extract. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 31, n. 4, p. 1-9, 2019.

MACÊDO, J. F. S.; RIBEIRO, L. S.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; ANDRADE, A. P.; LOPES, K. P.; COSTA, F. B.; ZANUNCIO, J. C.; RIBEIRO, W. S. Green leaves and seeds alcoholic extract controls *Sporobolus indicus* germination in laboratory conditions. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1599, 2020.

MACHADO, J. C. Patologia de sementes: significado e atribuições. In: CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciências, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2012. p. 524- 582.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138p.

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

MALDANER, J.; STEFFEN, G. P. K.; MISSIO, E. L.; SALDANHA, C. W.; MORAIS, R. M.; STEFFEN, R. B. Rue and Brazilian peppertree essential oils inhibit the germination and initial development of the invasive plant lovegrass. **International Journal of Environmental Studies**, v. 77, n. 2, p. 255–263, 2020.

MANSOUR, M. M. A.; EL-HEFNY, M.; SALEM, M. Z. M.; ALI, H. M. A. The biofungicide activity of some plant essential oils for the cleaner production of model linen fibers similar to those used in ancient egyptian mummification. **Processes**, v. 8, n. 1, p. 79-99, 2020.

MARCHESE, A.; ORHAN, I. E.; DAGLIA, M.; BARBIERI, R.; LORENZO, A. D.; NABAVI, S. F.; GORTZI, O.; IZADI, M.; NABAVI, S. M. Antibacterial and antifungal activities of thymol: a brief review of the literature. **Food Chemistry**, v. 210, n. 1, p. 402-414, 2016.

MARRONE, P. G. Pesticidal natural products – status and future potential. **Pest Management Science**, v. 75, n. 9, p. 2325-2340, 2019.

MCCLANAHAN, T. R.; WEIL, E.; CORTÉS, J.; BAIRD, A. H.; ATEWEBERHAN, M. Consequences of coral bleaching for sessile reef organisms. In: VAN OPPEN, M. J. H.; LOUGH, J. M. (Eds). **Coral bleaching: patterns, processes, causes and consequences, ecological studies**. Berlin: Springer-Verlag, 2009. p. 121–138,

MEDEIROS, A. D.; SILVA, L. J.; CAPOBIANGO, N. P.; FIALHO, C. A.; DIAS, D. C. F. S. Assessing the physiological quality of common bean seeds using the Vigor-S® system and its relation to the accelerated aging test. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 2, p. 187-195, 2019.

MENEZES, C. P.; LIMA, E. O. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre cepas de *Cladosporium carrionii*. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 94, n. 1, p. 49-53, 2013.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. G.; CARVALHO, M. L. M.; FIGUEIREDO, A. C. S.; NELSON, D. L. N.; OLIVEIRA, C. M.; GOMES, M. S.; ANDRADE, J.; SOUZA, J. A.; ALBUQUERQUE, L. R. M. Chemical composition and allelopathic activity of *Parthenium hysterophorus* and *Ambrosia polystachya* weeds essential oils. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 9, p. 1248-1257, 2014.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. G.; CARVALHO, M. L. M.; MACHADO, S. M. F.; GOMES, M. S.; SANTIAGO, J. A.; TEIXEIRA, M. L. Atividade alelopática de óleos essenciais de plantas medicinais na germinação e vigor de aquênios de alface. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1783-1798, 2015.

MOUSSA, H.; OMARI, B. E.; CHEFCHAOU, H.; TANGHORT, M.; MZABI, A.; CHAMI, N.; REMMAI, A. Action of thymol, carvacrol and eugenol on *Penicillium* and *Geotrichum* isolates resistant to commercial fungicides and causing postharvest citrus decay. **Canadian Journal of Plant Pathology**, p. 1-9, 2020.

MU, J.; YU, Z. M.; WU, W. Q.; WU, Q. L. Preliminary study of application effect of bamboo vinegar on vegetable growth. **Forestry Studies in China**, v.8, n.3, p.43-47, 2006.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, ABRATES. 1999. p.2.1-2.21.

NAZZARO, F.; FRATIANNI, F.; DE MARTINO, G.; COPPOLA, R.; DE FEO, V. Effect of essential oils on pathogenic bacteria. **Pharmaceuticals (Basel)**, v. 6, n. 12, p. 1451–1474, 2013.

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. London: The Mac-Millan Press, 1979. 839 p.

OLIVA, A.; LAHOZ, E.; CONTILLO, R.; ALIOTTA, G. Effects of *Ruta graveolens* leaves on soil characteristics and on seed germination and early seedling growth of four crop species. **Annals of Applied Biology**, v. 141, n. 1, p. 87–91, 2006.

OLIVEIRA, F. N.; FRANÇA, F. D.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 658-666, 2016.

PANGNAKORN, U. Utilization of wood vinegar by-product from iwate kiln for organic Agricultural System. In: Technology and innovation for sustainable development conference, 2008, Phitsanulok, Thailand. [Abstracts]... Phitsanulok, Thailand, 2008. p.17-19

PARISI, J. J. D.; SANTOS, A. F.; BARBEDO, C. J.; MEDINA, P. F. Patologia de sementes florestais: danos, detecção e controle, uma revisão. **Summa phytopathologica**, v. 45, n. 2, p. 129-133, 2019.

PEREIRA, R. B.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M.; PINHEIRO, J. B. **Tratamento de sementes de hortaliças**. Distrito Federal: Embrapa Hortaliças, 2015. 16p (Circular Técnica, nº 140).

PHILIPPE, S.; FAROUGOU, S.; AZOCPOTA, P.; KARIM, I. Y. A.; SOHOUNHLOUE, D. K. C. In vitro antifungal activities of essential oils extracted from fresh leaves of *Cinnamomum zeylanicum* and *Ocimum gratissimum* against foodborne pathogens for their use as traditional cheese wagashi conservatives. **Research Journal of Recent Science**, v. 1, n. 9, p. 67-73, 2012.

PIAS, T. H. **Diferentes tipos de tratamentos de semntes para a cultura da soja**. 2014. 31p. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, 2014.

PONTIM, B. C. A. **Controle de patógenos associados às sementes de canola, cártamo, colza e crambe**. 2011. 54p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal de Dourados, 2011.

QUEIROZ, N. T.; PASCUALI, L. C.; SILVA, A. C. P.; PORTO, A. G.; CARVALHO, J. W. P. Extratos e óleos essenciais como alternativa no controle de sclerotinia sclerotiorum e sclerotium rolfsii isolados de soja (*Glycine max* L.). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 737-753, 2020.

REDDY, D. N.; AL-RAJAB, A. J. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of *Ruta graveolens* L. volatile oils. **Cogent Chemistry**, v. 2, e1220055, p. 1-11, 2016.

REYES-QUINTANAR, C. K.; MARTÍNEZ-CARRERA, D.; ALMORA, P. M.; CRUZ, M. S.; ESCUDERO-URIBE, A. H.; ÁVILA-ACEVEDO, J. G. Efecto del extracto de ruda (*Ruta graveolens*) en el crecimiento micelial de *Trichoderma*. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 5, n. 8, p. 1433-1446, 2014 .

RIACHI, L. G.; DE MARIA, C. A. Peppermint antioxidants revisited. **Food Chemistry**, v. 1, n. 176, p. 72-81, 2015.

RIZVI, A. H.; KHAN, M. M. A. A.; VERMA, P. C.; SAXENA, G. Biochemical activity of *Ocimum gratissimum* essential oil against fruit-rotting fungi *Penicillium expansum* and *Penicillium digitatum*. In: KHARWAR, R. N.; UPADHYAY, R.; DUBEY, N.; RAGHUWANSHI, R. (Eds) **Microbial diversity and biotechnology in food security**. India: Springer, 2014. p. 343-348.

RIZZI, E. S; LACERDA PEREIRA, K. C; ARAUJO ABREU, C. A.; LIMA SILVA, B. C. F.; FERNANDES, R. M; MORBECK DE OLIVEIRA, A. K; MATIAS, R. Potencial alelopático e fitoquímica de folhas de camarazinho (*Vochysia haenkeana* (Spreng.) Mart.) na germinação e desenvolvimento de alface e tomate. **Bioscience Journal** , v. 32, n. 1, p. 98-107, 2016.

SABERI, M.; SARPELEH, A.; ASKARY, H.; RAFIEI, F. The effectiveness of wood vinegar in controlling *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia sclerotiorum* in green house-cucumber. **International Journal of Agricultural Research and Natural Resources**, v. 1, n. 4, p. 39-43, 2013.

SAEG - **Sistema para análises estatísticas**. Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes: UFV, Viçosa, 2007.

SALMAN, H. A.; VENKATESH, S.; SENTHILKUMAR, R.; KUMAR, B. G.; ALI, A. M. Determination of antibacterial activity and metabolite profile of *Ruta graveolens* against *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*. **Journal of laboratory physicians**, v. 10, n. 3, p. 320, 2018.

SENEME, A. M.; SILVA, F. C.; RUARO, L.; FERRIANI, A. P.; MORAES, C. P. Controle de patógenos em sementes de sorgo com óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf. **Nucleus**, v. 16, n. 2, p. 433-440, 2019.

SILVA, E. R; SIMÕES, I. M.; BAPTISTA, J. O.; BIGHI, K. N; FONTES, M. M. P.; SCHMILDT, E. R.; LOPES, J. C.; CALDEIRA, M. V. W.; ALEXANDRE, R. S. In vitro germination of *Melanoxylon brauna* SCHOTT. and evaluation of the toxicity of disinfecting agents in the *Lactuca sativa* L. model plant. **Cerne**, v. 25, n. 4, p.375-385, 2019.

SILVA, F. H. A. **Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de feijão- -caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) utilizadas no Rio Grande do Norte**. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Rural federal do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

SILVA, L. L.; PARODI, T. V.; RECKZIEGEL, P.; GARCIA, V. O.; BRUGER, M. E.; BALDISSEROTTO, B.; MALMANN, C. A.; PEREIRA, A. M. S.; HEINZMANN, B. M.

Essential oil of *Ocimum gratissimum* L.: Anesthetic effects, mechanism of action and tolerance in silver catfish, *Rhamdia quelen*. **Aquaculture**, v. 350-353, n. 1, p. 91-97, 2012.

SIMIONI, P. F.; SILVA, A. P. R.; SILVA, J. C. CORBELLINI, M. RONDON, M. J. P.; MARTINS, V.; KARSBURG, I. V. GALLO, R. Influência da canela em póno desenvolvimento de *Catantopha xanthodes* Benelli & Grade. **Brazilian Journal of development**, v. 7, n. 1, p. 10406-10421, 2021.

SOUZA JUNIOR, I. T. S.; SALES, N. L. P.; MARTINS, E. R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 3, p. 77-83, 2009.

SPIASSI, A.; NÓBREGA, L. H. P.; ROSA, D. M.; PACHECO, F. P., SENEM, J.; LIMA, G. P. Allelopathic effects of pathogenic fungi on weed plants of soybean and corn crops. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 4, p. 1037-1048, 2015.

SYNGENTA. **MAXIM[®] XL**. Disponível em: https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/zhg256/f/maxim_xl_0.pdf?token=1601553590. Acesso: 10 abr. 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TOGORO, A.H. **Uso do extrato pirolenhoso: efeito no solo e nas plantas de tomate**. 2012. 69 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2012.

TOMAZONI, E. Z.; PAULLETTI, G. F.; RIBEIRO, R. T. S. MOURA, S.; SCHWAMBACH, J. In vitro and in vivo activity of essential oils extracted from *Eucalyptus staigeriana*, *Eucalyptus globulus* and *Cinnamomum camphora* against *Alternaria solani* Sorauer causing early blight in tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 223, n. 1, p. 72–77, 2017.

TRINDADE, R. C. P.; PALMEIRA, L. H.; SANT'ANA, A. E. G.; SOUSA, R. S.; COSTA, A. P. A.; AMORIM, E. P. R. Atividade do extrato pirolenhoso sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 3, p. 84-89, 2014.

VALENTINI, R. P.; BONOME, L. T. S.; MOURA, G. S.; SIQUEIRA, D. J.; TOMAZI, Y.; FRANZENER, G.; BITTENCOURT, H. V. H. Essential oils of *Tahiti lemon* and *cinnamon bark* in control of storage fungi and the physiological and sanitary quality of beans. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, e0172019, p. 1-9, 2019.

VENTUROSO, L. D. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A., BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 1, p. 18-23, 2011.

WALKER, G.; WHITE, N. Introduction to fungal physiology. In: KAVANAGH, K. (ed). **Fungi: biology and applications**. UK: John Wiley and Sons, Ltd, 2011. p. 1-35.

WANG, S.; WEI, M.; WU, B. D.; CHENG, H. Y.; WANG, C. Y. Combined nitrogen deposition and Cd stress antagonistically affect the allelopathy of invasive alien species *Canada goldenrod* on the cultivated crop lettuce. **Scientia Horticulturae**, v. 261, e108955, p. 1-8, 2020.

YEOLE, G. J.; TELI, N. P.; KOTKAR, H. M.; MENDKI, P. S. *Cinnamomum zeylanicum* extracts and their formulations control early blight of tomato. **Journal of Biopesticides**, v. 7, n. 2, p. 110-123, 2014.

RESUMO

SILVA, Carla Michelle, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2020. **Capítulo II. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-caupi submetidas à aplicação de produtos com efeito fungicida e ao armazenamento.** Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Coorientadores: Roberto Fontes Araujo e Paulo Roberto Cecon.

Os efeitos de produtos com potencial fungicida no armazenamento viabilizam a manutenção da qualidade sanitária e fisiológica de sementes. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-caupi submetidas à aplicação de produtos com potencial fungicida e ao armazenamento. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Para o tratamento de sementes foram utilizados sete produtos que apresentam efeito fungicida (maxim XL, captan, alfavaca, arruda, canela, cidreira e pirolenhoso). Foram avaliados: grau de umidade; germinação; primeira contagem da germinação; índice de velocidade de emergência; emergência; comprimento de plântula; matéria fresca e seca. As sementes foram armazenadas em temperatura ambiente e avaliadas a cada três meses (0, 3, 6 e 9). O delineamento foi o inteiramente casualizado, e após análise de variância, realizou-se o desdobramento da interação, utilizando o teste de Tukey para o fator qualitativo e regressão para o fator quantitativo. O tratamento de sementes de feijão-caupi com extratos naturais não prejudica a emergência e a matéria seca de plântulas durante o armazenamento. O extrato de capim cidreira apresenta alto potencial fungicida e reduz de forma acentuada a presença de diversos fungos que causam danos à germinação e ao vigor de sementes de feijão-caupi durante o armazenamento. Os extratos de arruda, canela e pirolenhoso são fungicidas naturais eficazes no combate à *Curvulária* e *Fusarium*, inibindo 100% a presença desses fungos.

Palavras-chave: Extratos naturais. *Vigna unguiculata*. Fungos. Captan. Maxim XL.

ABSTRACT

SILVA, Carla Michelle, D. Sc., Federal University of Viçosa, November 2020. **Chapter II. Physiological and health quality of cowpea seeds submitted to the application of products with fungicidal effect and storage.** Advisor: Eduardo Fontes Araújo. Co-supervisors: Roberto Fontes Araújo and Paulo Roberto Cecon.

The immediate and delayed effects of products with potential fungicide make it possible to maintain the health and physiological quality of seeds. The objective of the work was to evaluate the health and physiological quality of cowpea seeds submitted to the application of products with fungicidal potential and to storage. The experiment was carried out at the Seed Analysis Laboratory of the Department of Agronomy, at the Federal University of Viçosa, Minas Gerais. For the treatment of seeds, seven products were used that have a fungicidal effect (maxim XL, captan, alfavaca, rue, cinnamon, lemon balm and pyroligneous). Were evaluated: degree of humidity; germination; first germination count; emergency speed index; emergency; seedling length; fresh and dry matter. The seeds were stored at room temperature and evaluated every three months (0, 3, 6 and 9). The design was completely randomized, and after analysis of variance, the interaction was split, using the Tukey test for the qualitative factor and regression for the quantitative factor. The treatment of cowpea seeds with natural extracts does not affect the emergence and dry matter of seedlings during storage. Lemongrass extract has a high fungicidal potential and markedly reduces the presence of several fungi that cause damage to the germination and vigor of cowpea seeds during storage. The extracts of rue, cinnamon and pirolenhoso are natural fungicides effective in combating *Curvularia* and *Fusarium*, inhibiting 100% the presence of these fungi.

Keywords: Natural extracts. *Vigna unguiculata*. Fungi. Captan. Maxim XL.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é a leguminosa mais consumida e de grande importância do mundo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (LOPES *et al.*, 2018), sendo utilizada na alimentação humana, como fonte de lipídios, sódio, carboidratos, proteínas, potássio e ferro (CHENG *et al.*, 2013), bem como na alimentação animal (MERWAD *et al.*, 2018).

O Brasil é o terceiro país que mais produz feijão-caupi, sendo as regiões Norte (55.800 ha) e Nordeste (1,2 milhão de ha) as de maiores destaque (SANTOS *et al.*, 2014). Na região Nordeste, esta cultura tem importância socioeconômica, pois gera emprego e renda para os pequenos e médios produtores rurais (BERTINI *et al.*, 2010).

Embora o Brasil tenha alta produção de feijão-caupi, ainda há escassez no abastecimento dessa leguminosa em todas as regiões do país. Isso ocorre devido ao baixo rendimento médio em algumas regiões, que não ultrapassa 300 kg ha⁻¹ (LEITE *et al.*, 2009) e pela qualidade das sementes salvas, que não atendem aos padrões estabelecidos, fazendo com que atrasem os processos de germinação e emergência (LOBO JÚNIOR *et al.*, 2013).

Também deve ser levado em consideração a má qualidade sanitária dessas sementes, pois os produtores, por salvar as sementes, não observam que podem possuir alta frequência e incidência de doenças, o que contribui para a baixa produtividade (DUTRA *et al.*, 2016).

Nesse sentido, a cultura do feijão-caupi sofre perdas significativas no rendimento, por causa da proliferação de doenças de plantas que podem ser transmitidas pelas sementes (TOZZO; PESKE, 2008), fazendo-se necessária a utilização de sementes certificadas e de alta qualidade sanitária, de forma a contornar esses problemas. No entanto, a falta de sementes certificadas no mercado compromete o sistema de produção de feijão-caupi.

O tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas é uma prática agrícola rotineira (CHAGAS JUNIOR *et al.*, 2012). No entanto, para a cultura do feijão-caupi não existem produtos recomendados e registrados no MAPA; o que tem-se adotado são pesticidas utilizados para a cultura da soja, tais como carbendazim, carboxin, fludioxonil e thiran. Embora os benefícios desse tipo de tratamento sejam bem conhecidos, muitos efeitos negativos vêm da aplicação dessas substâncias (CAMPO *et al.*, 2009).

Diante disso, existe um crescente interesse no desenvolvimento de estratégias que reduzam os efeitos colaterais dos produtos químicos comercializados, mas que também apresentem benefício econômico (HERNÁNDEZ-SALMERÓN *et al.*, 2016).

Nos últimos anos, há várias pesquisas com foco em produtos naturais em plantas, com extração de seus princípios ativos (alcaloides, fenóis, isoprenóides, monoterpenos e sesquiterpenos), buscando encontrar propriedades antimicrobianas e antioxidantes (RADAELLI *et al.*, 2016; RICCIONI *et al.*, 2019) para a possível substituição dos produtos químicos por estes novos produtos ecologicamente corretos (ORZALI *et al.*, 2017)

A utilização de produtos advindos de plantas medicinais não prejudica o meio ambiente (SAADABI, 2006), possuindo funções específicas em alguns compostos essenciais, como atividades antimicrobiana, fungicida e inseticida (ETAWARE *et al.*, 2019). Além disso, não deixa resíduos tóxicos nos produtos tratados, não causa danos à saúde humana e não necessita de intervalo de pré-colheita durante a aplicação (ENYIUKWU *et al.*, 2014).

Os fungos presentes nas sementes são tradicionalmente divididos em fungos de armazenamento e fungos fitopatogênicos. Os fungos que apresentam maior impacto econômico na cultura do feijão-caupi são: *Macrophomina phaseolina* (DIAS *et al.*, 2019), *Fusarium* sp. (LIMA *et al.*, 2019), *Rhizoctonia solani* (TENÓRIO *et al.*, 2019), *Colletotrichum lindemuthianum* (Siqueira *et al.*, 2019), *Curvularia* sp., *Trichoderma* sp. (REIS *et al.*, 2019) e *Alternaria* sp. (ALVES *et al.*, 2019).

Além desses fungos, o feijão-caupi apresenta ainda dois fungos de significativa importância no armazenamento de sementes, *Aspergillus* e *Penicillium*. Eles causam a diminuição da germinação e do vigor das sementes, além de serem os principais responsáveis pela produção de micotoxinas (BIEMOND *et al.*, 2013). Geralmente, a presença desses fungos de armazenamento é favorecida quando as sementes são armazenadas durante períodos extensos e em condições de temperatura e em umidade altas (RUPOLLO *et al.*, 2006).

A semente contaminada acaba sendo um eficiente veículo para a dispersão, sobrevivência e transmissão de vários microrganismos (OLIVEIRA *et al.*, 2015). O ideal seria que a semente estivesse isenta de qualquer patógeno; no entanto, nem sempre isso é possível, pois a qualidade sanitária das sementes é influenciada por vários fatores, como por exemplo, as condições climáticas nas quais as sementes são produzidas e armazenadas. Além disso, esses fatores ainda sofrem variações de ano para ano e de local para local (ZAMBIAZZI *et al.*, 2017); dessa forma, a obtenção de sementes sadias não é tão simples.

Após a colheita, quando as sementes são beneficiadas e/ou armazenadas, os patógenos presentes nas sementes são disseminados para as outras sadias (VECHIATO; PARISI, 2013). Essa contaminação pode ocorrer ainda mediante o contato com máquinas e equipamentos que não foram limpos corretamente (FÁCCION, 2011).

Além dos fungos, as condições de armazenamento acabam sendo outro fator de perda da germinação e do vigor das sementes. Principalmente porque uma vez atingida a qualidade máxima da semente, inicia-se o processo de deterioração, no qual ocorre diminuição gradativa da qualidade fisiológica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Dessa forma, a deterioração é um processo sem volta, onde acontecem alterações fisiológicas, bioquímicas, citológicas e físicas, de maneira progressiva e que culmina com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2015).

No cultivo do feijão-caupi para a agricultura familiar, a utilização de técnicas arcaicas, estruturas improvisadas e inadequadas temperaturas, umidades e disponibilidade de oxigênio, além de outras situações que prejudicam a conservação das sementes, podem reduzir a sua qualidade durante o armazenamento. Esse armazenamento inadequado quando está associado à presença de microorganismos, que afetam diretamente a sanidade e durabilidade das sementes, acabam gerando prejuízos financeiros ocasionados pelas perdas (SILVA *et al.*, 2021).

Diante disso, é necessária a realização do tratamento de sementes com produtos fungicidas, que vão controlar a disseminação e transmissão de fungos por meio da semente (MACHADO, 2000). O tratamento de sementes é uma prática muito comum entre os produtores, a qual minimiza os danos de dispersão de microrganismos patogênicos (PARISI *et al.*, 2019). Além de controlar a transmissão de patógenos, reduz os prejuízos que estes podem causar no vigor e na germinação do lote (PONTIM, 2011).

Tendo em vista a importância de sementes com boa qualidade na agricultura, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-caupi submetidas à aplicação de produtos com efeitos fungicidas e aos armazenamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais (20°45'30" S, 42°52'15" W e 648 m).

Sementes utilizadas

O cultivar de feijão-caupi utilizado foi o Tumucumaque, sendo um lote colhido na cidade de Primavera do Leste - MG, e o outro em Teresina – PI, ambos da safra 2018.

Composição química dos produtos

Os extratos naturais e os produtos sintéticos utilizados são comercializados no Brasil e apresentam os principais compostos fungicidas:

Tabela 1. Principais componentes dos extratos naturais utilizados que apresentam efeito fungicida

Produtos	Compostos com efeito fungicida	(%)
Maxim XL	Metalaxil-M	1,0
	Fludioxonil	2,5
Captan SC	Captana	48,0
Extrato de alfavaca (<i>Ocimum gratissimum</i>)	Timol	19,12
	1,8-cineol	7,60
	Eugenol	38,43
Extrato de arruda (<i>Ruta graveolens</i>)	2-undecanona	51,71
	2-nonanona	38,42
Extrato de canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>)	Cinamaldeído	11,47
	Eugenol	63,28
	Ácido acético	33,73
Extrato pirolenhoso (<i>Eucalyptus grandis</i>)	Siringol	10,91
	Guaiacol	8,51
	Furfural	12,62
Extrato de capim cidreira (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Geranial (E-citral)	42,74
	Neral (Z-citral)	28,83
	Geraniol	6,11
	Mirceno	11,46

Aplicação de produtos

Inicialmente as sementes foram colocadas em sacos plásticos e os produtos naturais e sintéticos (Tabela 1) foram aplicados diretamente nas mesmas. Em seguida, foram revolvidas dentro dos sacos plásticos para que ocorresse uniformização do produto em toda sua parte superficial. Após o tratamento foram depositadas em bandejas plásticas para secagem natural e acondicionadas em sacos de papel do tipo kraft.

Os produtos foram aplicados nas seguintes doses: alfavaca (8,0 mL Kg⁻¹ de sementes), arruda (2,2 mL Kg⁻¹ de sementes), canela (2,0 mL Kg⁻¹ de sementes), extrato pirolenhoso (4,4 mL Kg⁻¹ de sementes), capim cidreira (2,0 mL Kg⁻¹ de sementes), captan (3,0 mL Kg⁻¹ de

sementes), maxim ML (3,0 mL Kg⁻¹ de sementes), e sementes sem tratamento (testemunha). Após o tratamento, as sementes foram armazenadas por 0, 3, 6 e 9 meses.

Temperatura e umidade relativa no armazenamento

Diariamente foram coletados os dados referentes à temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar (Figura 1). É possível observar, que em determinados momentos, tanto a umidade máxima, como a mínima, de onde as sementes estavam armazenadas, se apresentaram altas, o que favoreceu, conseqüentemente, o aumento do teor de água das mesmas. Já as temperaturas máximas e mínimas se mantiveram praticamente entre o intervalo de 20-30 °C.

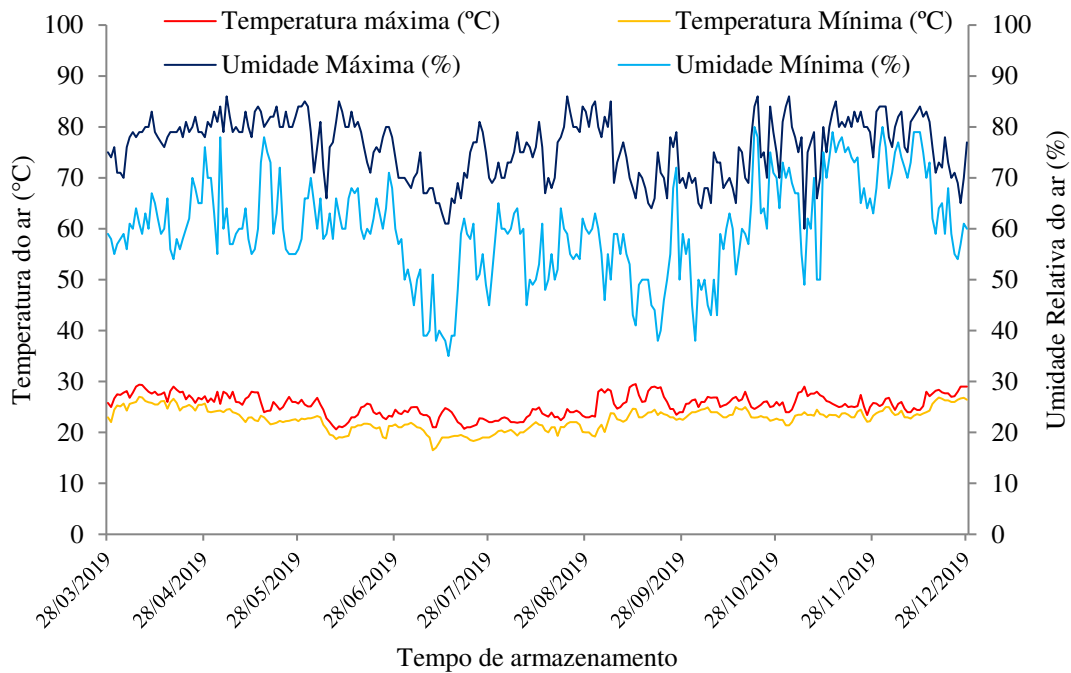


Figura 1. Dados diários da temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento das sementes.

Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes

Neste experimento foi avaliada a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi submetidas ao tratamento com produtos naturais e ao armazenamento. Durante o armazenamento, foram retiradas amostras de sementes a cada 90 dias (0, 3, 6 e 9 meses) para realização dos testes. Os testes conduzidos foram:

Teor de água – utilizaram 50 sementes em estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas e os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Teste de germinação (G) – foram utilizadas 50 sementes, para cada repetição, em rolos de papel germitest umedecidos com água destilada, o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel não hidratado e mantidos em biochemical oxygen demand (BOD) sob temperatura de 25 °C. A avaliação das plântulas normais foi realizada aos oito dias após a instalação do teste, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, segundo Brasil (2009).

Primeira contagem de germinação (PCG) – realizado em conjunto com o teste de germinação, considerando a porcentagem de plântulas normais presentes no 5° dia após a montagem do teste (BRASIL, 2009).

Teste de emergência (EMG) – utilizaram-se 50 sementes, para cada repetição, sendo semeadas na profundidade de 2 cm, em bandejas plásticas contendo areia lavada, esterilizada e em temperatura média de 25 °C. A contagem das plântulas emergidas foi realizada até décimo dia após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência (IVE) - determinado em conjunto com o teste de emergência. Diariamente, as plântulas emergidas foram contadas até estabilização do número de plântulas. O índice de velocidade de emergência das plântulas foi calculado segundo Maguire (1962).

Matéria fresca (MF) e seca de plântulas (MS) – foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento, distribuídas em duas linhas no terço superior de duas folhas de papel germitest e cobertas com uma terceira folha. O substrato foi previamente umedecido com uma quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso seco do substrato. Em seguida, foram mantidos em germinador, a 25 °C e ao quinto dia após montagem do teste, as plântulas normais provenientes de cada tratamento foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g. Posteriormente, foram colocadas em sacos de papel do tipo kraft e acondicionadas em estufa com circulação de ar forçado, regulada a 65 ± 2 °C, durante 72 horas. Em seguida, foram pesadas novamente e os resultados expressos em gramas por plântula (NAKAGAWA, 1999).

Comprimento de plântulas (CP) – foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento, distribuídas em duas linhas no terço superior de duas folhas de papel germitest e cobertas com uma terceira folha. O substrato foi previamente umedecido com uma quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso seco do substrato e mantidos em germinador a 25 °C. Ao quinto dia após montagem do teste, foram separadas 10 plântulas

normais de cada repetição, efetuando-se as medições com uma régua milimétrica, e os resultados foram expressos em centímetros por planta (NAKAGAWA, 1999).

Sanidade – foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, distribuídas no interior de placas de Petri, sobre três folhas de papel de filtro, umedecidas com água destilada, mantidas numa câmara com temperatura de 25 °C, sob regime de iluminação com fotoperíodo de 12 horas, proporcionado por lâmpadas com radiação próximo à ultravioleta, de 40W, a uma distância de 0,40 m acima das sementes. No sétimo dia de incubação, foram realizadas observações sob microscópio estereoscópico, para identificação dos fungos e contagem das sementes afetadas (NEERGAARD, 1979).

Análise estatística

O ensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em arranjo fatorial 8x4 (produtos para tratamento de sementes e período de armazenamento, respectivamente).

Os dados foram submetidos à análise de variância e independentemente da significância, optou-se pelo desdobramento da interação produto x armazenamento. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% ($p < 0,05$). Para o fator quantitativo, os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t com nível de até 10% de probabilidade ($p < 0,10$), no coeficiente de determinação (R^2). A análise estatística dos dados foi realizada com o auxílio do programa computacional, Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade sanitária de sementes de feijão-caupi

Analisando a qualidade sanitária das sementes, verificou-se que, durante o armazenamento, a quantidade de *Aspergillus* presente nas sementes aumentaram, demonstrando grande incidência desse patógeno aos 9 meses, com exceção para o extrato de capim cidreira que inibiu a presença desse patógenos até o final do experimento (Figura 2). Esse extrato apresenta o citral (Tabela 1), que pode inibir em até 100% o desenvolvimento fúngico, conforme foi observado em experimento realizado por Martinazzo *et al.* (2019). De

acordo com Gupta *et al.* (2018), o capim cidreira atua mediante dois modos de ação: inibidor do crescimento fúngico e supressão de aflatoxinas, demonstrando assim, alto potencial antifúngico contra cepas toxigênicas de *Aspergillus*.

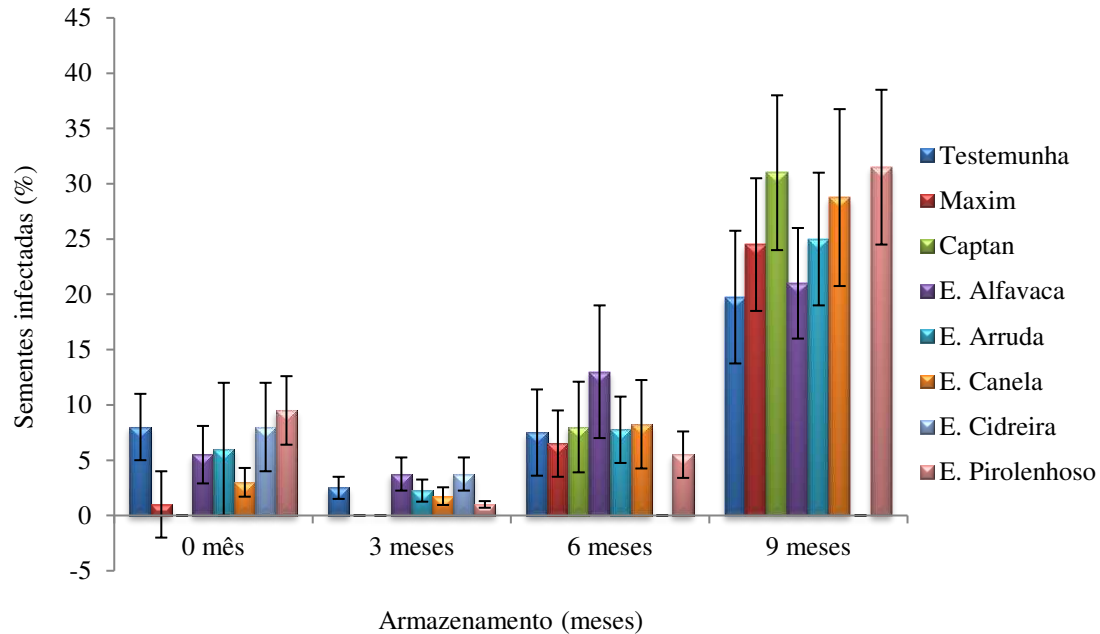


Figura 2. Sementes infectadas por *Aspergillus* de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.

É importante identificar produtos que diminuam a incidência de *Aspergillus* e que sua eficácia permaneça durante o armazenamento das sementes, pois esse microrganismo causa grandes danos em sementes armazenadas, reduzindo a qualidade fisiológica (ROCHA, 2014). Dessa forma, a contaminação desse fungo em sementes pode gerar grandes prejuízos, tais como: deterioração, lesões, morte de plântulas e sementes; além disso, os danos não se detêm apenas ao desenvolvimento inicial, mas também em plantas adultas (CARVALHO *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2019). Diante disso, o eficiente tratamento de sementes é indispensável quando se almeja plantas livres de patógenos.

O fungo *Fusarium* foi inibido 100% nos tratamentos maxim XL, captan, arruda, canela, cidreira e pirolenhoso, a partir do terceiro mês em que as sementes estavam armazenadas (Figura 3). Redução desse patógeno em sementes pode ser observado também com aplicação de extrato pirolenhoso (MACEDO *et al.*, 2019); capim cidreira (SENEME *et al.*, 2019); canela (VALENTINI *et al.*, 2019); arruda (BORGES *et al.*, 2013); captan (ELLIS *et al.*, 2011); maxim XL (CAPO *et al.*, 2020).

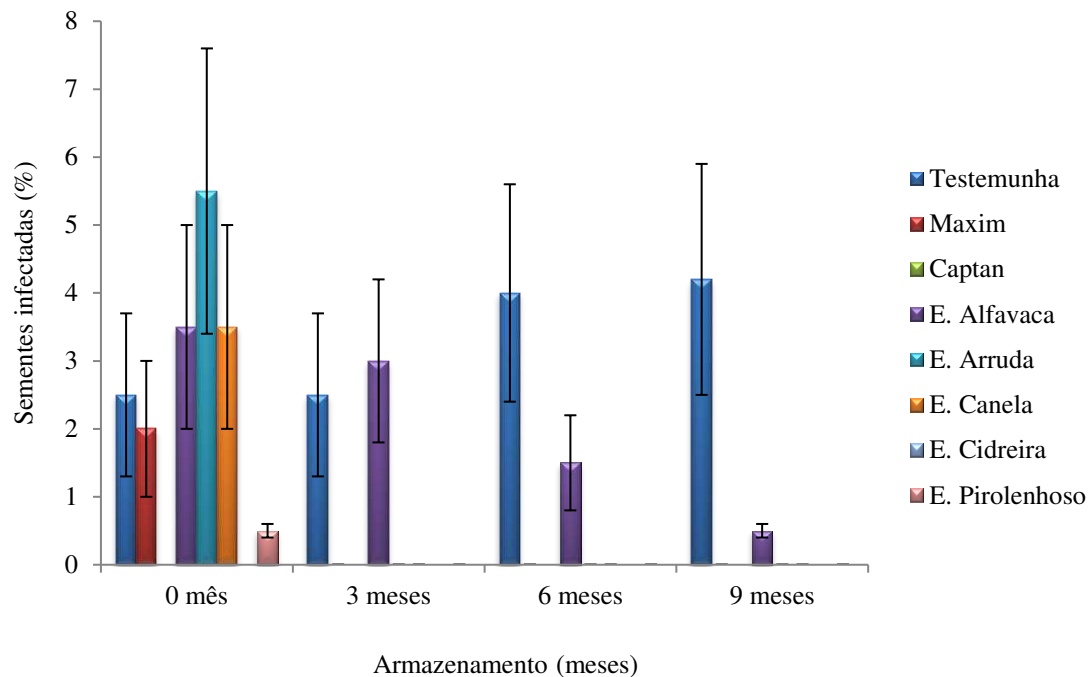


Figura 3. Sementes infectadas por *Fusarium* de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.

Desses produtos, o captan e o extrato de capim cidreira demonstraram eficácia no combate a esse patógeno imediatamente após a aplicação nas sementes (0 mes). O efeito fungicida do captan está relacionado à sua ação multisite, que bloqueia irreversivelmente as moléculas que tem o grupo tiol, reduzindo a atividade de diversas enzimas essenciais para a sobrevivência do fungo (ARCE *et al.*, 2010). Em suma, a captana promove a perda da integridade da membrana, ocasionando a morte celular (SCARIOT *et al.*, 2017). Segundo Helal *et al.* (2006), o capim cidreira inibe o crescimento micelial de *Fusarium* devido à diminuição do diâmetro e da parede das hifas, à ruptura da membrana plasmática e à desorganização da estrutura mitocondrial.

Observa-se ainda aumento da infecção em sementes não tratadas e efeito fungicida progressivo do extrato de alfavaca. No caso da alfavaca, certamente seu efeito retardado à inibição do *Fusarium* está relacionado à baixa concentração do eugenol (Tabela 1). Provavelmente se a concentração fosse um pouco maior, seu efeito imediato na redução do fungo seria mais eficaz.

Com relação ao *Cladosporium*, precebe-se que o captan, e os extratos de cidreira e pirolenhoso inibiram 100% a presença desse fungo durante todo o armazenamento (Figura 4). Isso é positivo porque as espécies desse gênero ocorrem frequentemente na cultura do feijão e estão associados à deterioração de sementes durante o armazenamento, provocando danos na

germinação e no vigor, especialmente em sementes não tratadas (GUIMARÃES; CARVALHO, 2014).

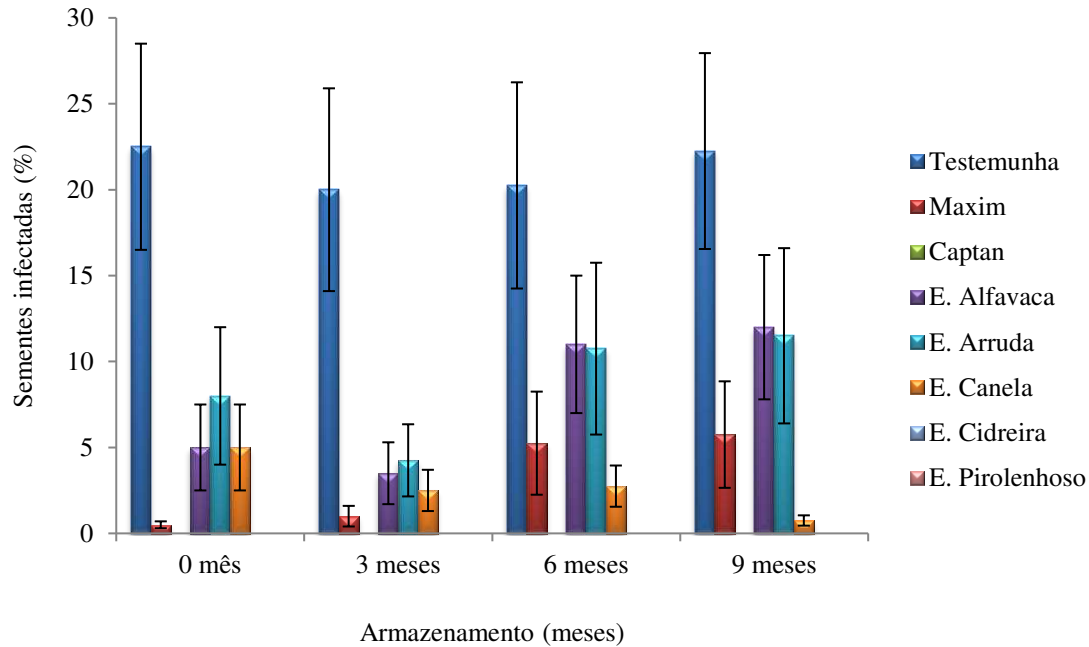


Figura 4. Sementes infectadas por *Cladosporium* de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.

Além do captan e do capim cidreira, dos quais já foram discutidos seus mecanismos de ação, o extrato pirolenhoso atua também com efeito fungicida. Estudo realizado por Ibrahim *et al.* (2013) sugere que o extrato pirolenhoso causa efeito deletério na parede celular do fungo, diminuindo sua proliferação, pois a parede celular é necessária para a divisão celular. Outra possibilidade é que ocorre alteração na membrana celular ou na estrutura do plasmalema e na permeabilidade das células (IBRAIM *et al.*, 2013). Com as mudanças induzidas na permeabilidade da membrana ocorre quebra das ligações de hidrogênio que a mantêm rígida, possibilitando o vazamento de potássio e influxo de aminoácidos (GOPALARAO *et al.*, 2010). Dessa forma, o principal sítio-alvo do extrato pirolenhoso é a membrana celular do fungo (OGUNDARE, 2006).

Analisando o gênero *Penicillium*, verificou-se que os tratamentos com maxim XL, captan, arruda, canela, capim cidreira e extrato pirolenhoso causaram redução na incidência desse fungo (Figura 5). Esse é um ótimo resultado já que as espécies do gênero *Penicillium* causam grandes danos às sementes de feijão-caupi armazenadas, com perdas na qualidade fisiológica, além de produção de micotoxinas (BIEMOND *et al.*, 2013).

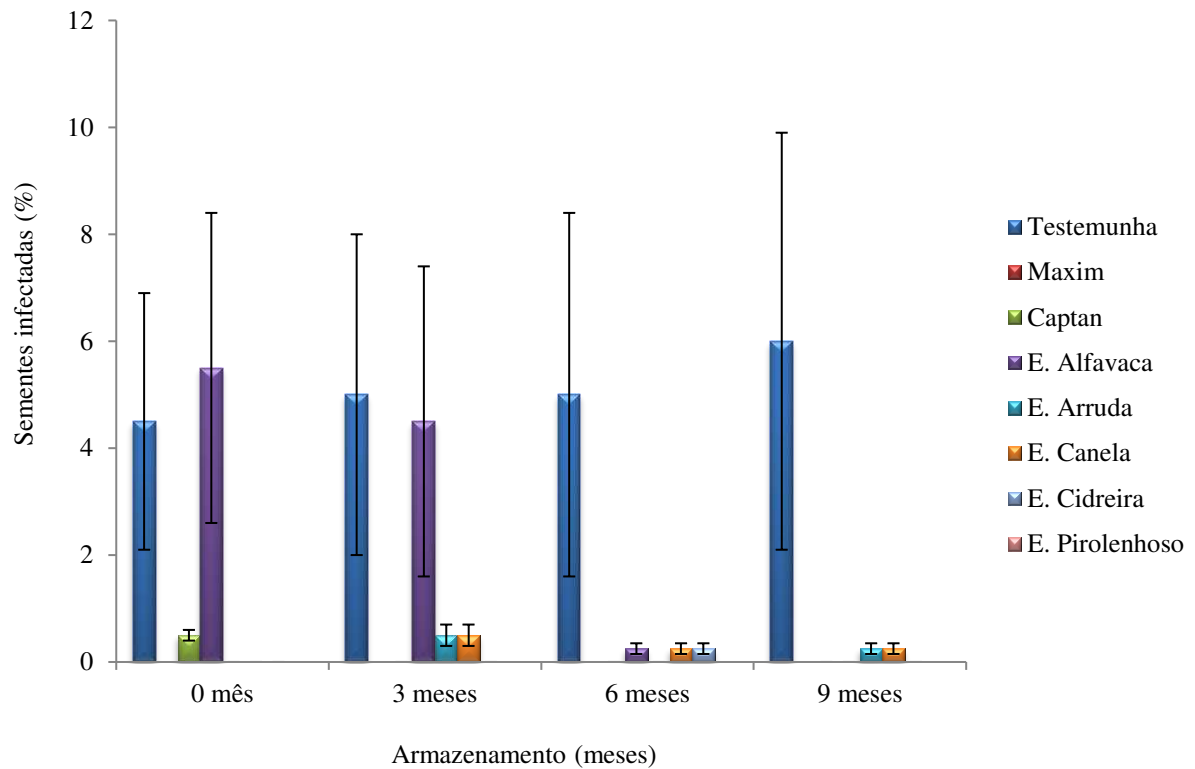


Figura 5. Sementes infectadas por *Penicillium* de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.

Resultados semelhantes foram encontrados por vários autores que também observaram diminuição desse fungo no tratamento com produtos fungicidas. Na literatura encontram-se trabalhos com maxim XL (SANTOS *et al.*, 2016), captan (KHARE *et al.*, 2016), arruda (MAHMOUD *et al.*, 2020), canela (VENTUROSOSO *et al.*, 2011), capim cidreira (SENEME *et al.*, 2019) e extrato pirolenhoso (IBRAHIM *et al.*, 2017), corroborando a eficácia fungicida averiguada nessa pesquisa.

Para os fungos do gênero *Rhizopus*, houve pouco controle na aplicação imediata dos produtos, mas a partir de 3 meses houve inibição total com aplicação de maxim XL, captan, canela e cidreira (Figura 6). Nota-se que o captan e o capim cidreira apresentam alto potencial fungicida em quase todos os períodos de armazenamento e fungos estudados até agora.

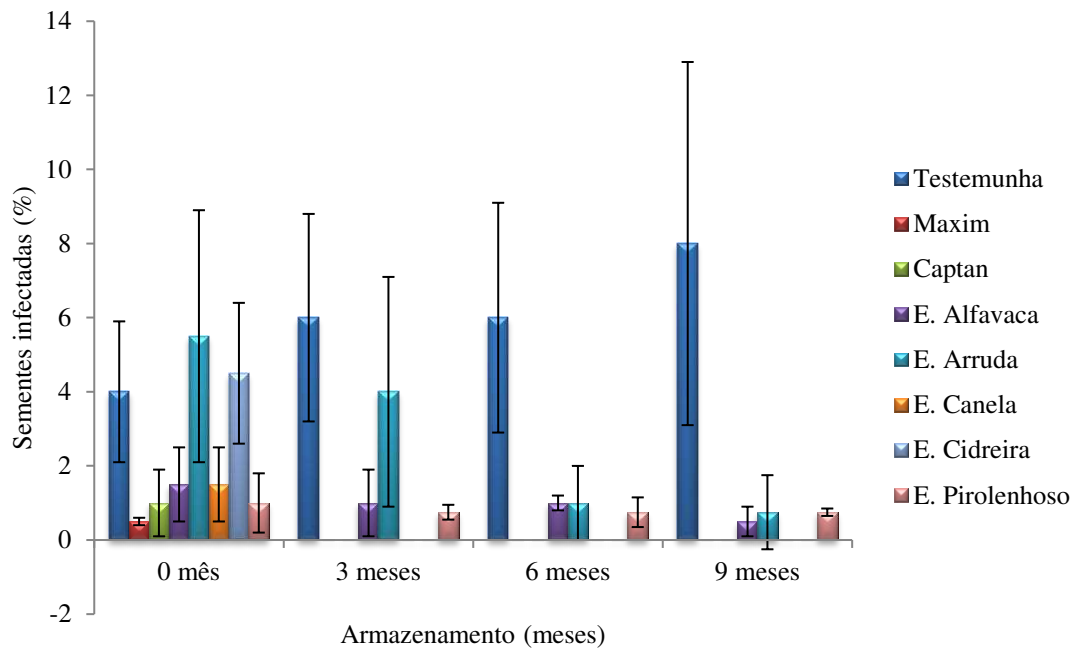


Figura 6. Sementes infectadas por *Rhizopus* de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.

O extrato de canela também é um excelente fungicida natural que apresenta o cinamaldeído e o eugenol como principais componentes (CARMELLO; CARDOSO, 2018). O cinamaldeído causa danos às paredes celulares, membranas celulares, citoplasma e outras estruturas celulares (KHAN *et al.*, 2013). A ação fungicida desse vegetal atua tanto em espécies de fungos sensíveis, como em espécies resistentes (SHREAZ *et al.*, 2011). É possível identificar ainda no extrato de canela: alcaloides, flavonoides, cumarinas, taninos, quinonas (PEREIRA, 2006), proteínas, aminoácidos, taninos, esteroides e triterpenoides, carotenoides, purina, saponina espumílica (ORLANDO *et al.*, 2006). Tendo em vista isso, o poder fungicida pode estar associado à presença de um destes compostos ou à ação sinérgica de dois ou mais compostos (CRUZ *et al.*, 2015).

Já o maxim XL possui o princípio ativo fludioxonil que atua diretamente na hiperpolarização da membrana celular, em alterações do metabolismo do carbono e acúmulo de metabólitos, ocasionando o inchaço e explosão hifais (KILANI; FILLINGER, 2016). Dessa forma, apresenta forte atividade inibitória contra o crescimento micelial, a germinação de esporos e o alongamento do tubo germinativo (GAO *et al.*, 2018). O metalaxil-M, outro princípio ativo do maxim XL, atua principalmente na inibição da síntese de RNA ribossômico no micélio (ZANG; ZHOU, 2019), sendo que a associação do fludioxonil + metalaxil-M altera a morfologia celular e causa ruptura celular (MIGUEL *et al.*, 2015).

Para os fungos do gênero *Curvularia*, observa-se que apenas o maxim XL, captan e extrato de capim cidreira inibiram completamente o fungo durante todo o armazenamento (Figura 7).

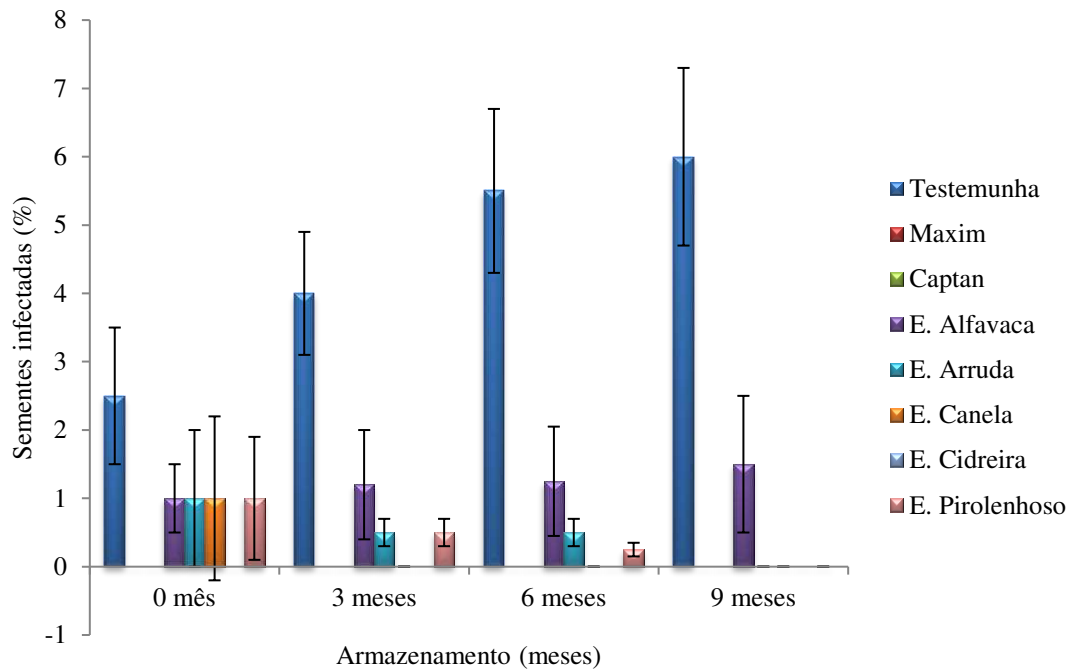


Figura 7. Sementes infectadas por *Curvularia* de acordo com os produtos e tempos de armazenamento.

No terceiro mês de armazenamento é possível notar que o extrato de canela também inibe a presença de *Curvularia* nas sementes. Aos 9 meses, apenas nas sementes não tratadas e tratadas com o extrato de alfavaca não houve controle da incidência desse patógeno. Dessa forma, o tratamento das sementes com concentração abaixo da mínima inibitória do patógeno não inibe a proliferação de fungos (LIMA *et al.*, 2020).

De forma geral, a maioria dos produtos foi eficiente no controle do fungo *Curvularia*. Esse microrganismo ocasiona redução da germinação e do vigor de plântulas, além de causar manchas nas sementes (ABDEL GANY *et al.*, 2015). Resultados, que corroboram a eficácia de plantas medicinais no combate a *Curvulária*, pode ser observado também no trabalho de Seneme *et al.* (2019).

Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi

Na Figura 8 são apresentados os dados de teor de água de sementes de feijão-caupi durante o tempo de armazenamento, em ambiente natural, dos diferentes produtos utilizados. Nota-se que houve acréscimo na umidade durante o período de armazenamento das sementes. Isso ocorre porque as sementes são materiais higroscópicos e tem a capacidade de absorver, ceder ou reter água, e por esse motivo a umidade das sementes são influenciadas pela temperatura e umidade relativa do ar que os rodeia (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

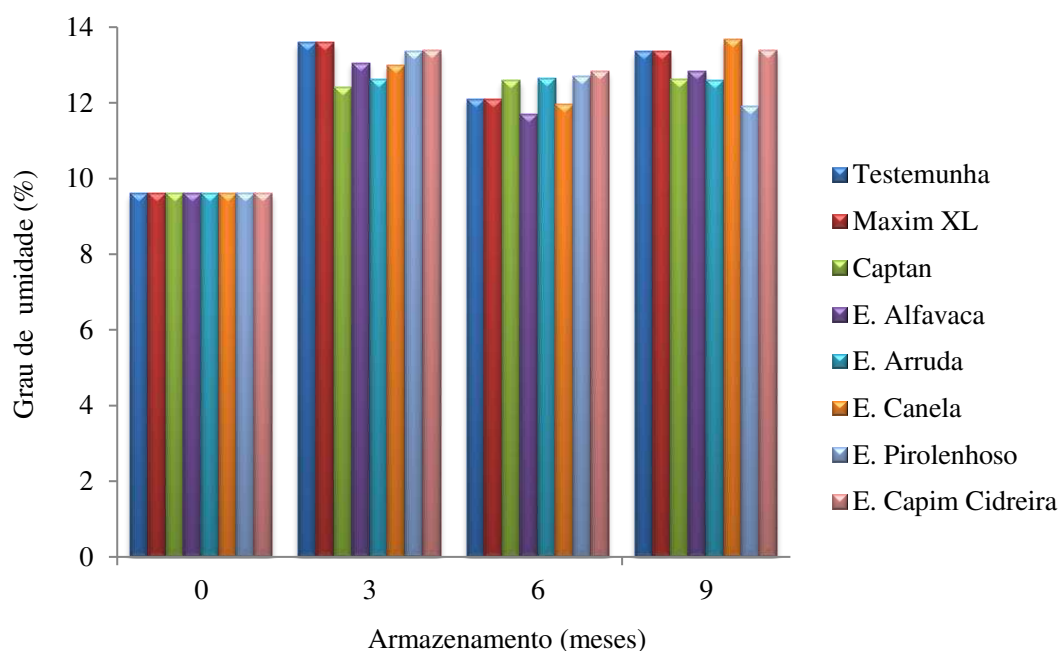


Figura 8. Teor de água das sementes durante o armazenamento, de acordo com os tipos de produtos.

De maneira geral, o teor de água no presente estudo se manteve entre 12 e 14% de umidade, o que mostra que o teor de água não pode ter influenciado o potencial fisiológico das sementes durante o período de armazenamento. Segundo Oliveira *et al.* (2006), sementes com teor de água entre 11 e 13%, tem taxa de respiração baixa, o que reduz a deterioração das sementes. De acordo com Ataíde *et al.* (2016), é de suma importância a determinação do teor de água das sementes, antes de todas as avaliações para que o mesmo possa ser discutido dentro da avaliação do potencial fisiológico e na discussão entre os diferentes produtos utilizados nas sementes.

Para a interação produtos (P) x armazenamento (A) houve diferença estatística para todas as variáveis estudadas (Tabela 2). O fator separado armazenamento se comportou de forma análoga à interação (P x A). Apenas para a variável porcentagem de germinação, não foi significativo, o efeito isolado do produto (P).

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos dados de Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria fresca (MF) e Matéria seca (MS) de acordo com os produtos e tempos de armazenamento de sementes de feijão-caupi

FV	GL	Quadrados Médios						
		G	PCG	IVE	EMG	MF	MS	CP
Produto (P)	7	35,39 ^{NS}	86,54 ^{**}	2,81 ^{**}	145,18 ^{**}	2,31 ^{**}	0,0101 ^{**}	0,56 ^{**}
Armaz. (A)	3	11545,09 ^{**}	134886,52 ^{**}	0,27 ^{**}	125,14 ^{**}	268,06 ^{**}	0,4829 ^{**}	24,20 ^{**}
P x A	21	40,55 ^{**}	50,31 ^{**}	2,80 ^{**}	95,07 ^{**}	4,84 ^{**}	0,0162 ^{**}	0,37 ^{**}
Resíduo	96	19,91	12,56	0,48	21,60	0,45	0,0017	0,17
CV (%)		5,79	4,69	6,61	5,34	7,70	7,05	12,05

^{**}F significativo a 1% de probabilidade, ^{NS} não significativo. Armaz.=armazenamento.

Na G é possível observar que as sementes tratadas apresentaram bons resultados não apenas no mês 0 de armazenamento, pode-se verificar bom desempenho também aos 3 e 6 meses de armazenamento (Tabela 3). Certamente isso ocorreu pelo efeito fungicida dos produtos serem efetivos na inibição de fungos tanto no armazenamento quanto na aplicação imediata. Nota-se ainda que aos 9 meses de armazenamento, o extrato de arruda e de capim cidreira obtiveram resultados inferiores na germinação, sendo que o capim cidreira interferiu negativamente também no PCG, no IVE e na EMG. Esse extrato é responsável pela perda da integridade da membrana celular, reduzindo a germinação e vigor das sementes (POONPAIBOONPIPAT *et al.*, 2013). Além disso, a alta concentração de monoterpenos em extratos naturais, como o citral (Tabela 1) do capim cidreira, ocasiona alterações celulares (fisiológicas e morfológicas) que afetam a germinação e o crescimento de plantas (MIRANDA *et al.*, 2014).

Tabela 3. Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria Fresca (MF) e Matéria Seca (MS) de acordo com os produtos em cada tempo de armazenamento de sementes de feijão-caupi

Prod.	G				PCG			
	A = 0	A = 3	A = 6	A = 9	A = 0	A = 3	A = 6	A = 9
Test.	83,50a	83,75a	80,00b	56,00a	78,12c	78,12b	77,75b	50,25a

Maxim	83,50a	88,75a	90,25a	52,50ab	81,62bc	87,75a	90,00a	49,00a
Captan	90,50a	90,50a	95,75a	50,00abc	90,00a	88,50a	88,50ab	45,75ab
E. Alf.	90,50a	88,50a	91,00a	47,00abc	87,50ab	88,25a	90,50a	43,50ab
E. Arr	84,75a	82,00a	91,75a	45,00bc	81,87bc	88,75a	91,00a	39,50b
E. Can	90,75a	83,25a	87,75a	53,75ab	86,75ab	83,12ab	87,00ab	50,25a
E. Cid	87,50a	85,37a	91,75a	41,75c	82,75abc	84,62ab	89,50ab	38,50b
E. Pir	86,25a	83,80a	92,50a	46,25abc	83,00abc	83,62ab	91,75a	44,25ab
IVE				EMG				
	A = 0	A = 3	A = 6	A = 9	A = 0	A = 3	A = 6	A = 9
Test.	10,20b	10,24b	10,16bc	10,13ab	87,37a	89,75a	90,00a	90,00ab
Maxim	12,20a	10,07b	10,20bc	10,67ab	93,75a	86,25a	86,00a	90,50a
Captan	11,93a	10,05b	10,50abc	10,63ab	95,50a	89,25a	88,00a	90,00ab
E. Alf.	10,67b	10,47ab	10,48abc	10,17ab	94,00a	90,25a	89,50a	86,75ab
E. Arr	11,54ab	11,95a	11,95a	10,69ab	92,00a	92,00a	92,00a	90,25ab
E. Can	10,38b	10,42b	11,67ab	10,37ab	88,00a	87,75a	89,75a	88,50ab
E. Cid	11,50ab	10,04b	9,28c	9,37b	93,62a	84,00a	82,00a	80,12b
E. Pir	10,23b	10,39b	10,20bc	10,95a	88,87a	82,75a	82,50a	91,50a
CP				MF				
	A = 0	A = 3	A = 6	A = 9	A = 0	A = 3	A = 6	A = 9
Test.	4,96a	3,24a	3,05ab	2,79ab	12,68bc	10,69a	7,05a	6,63ab
Maxim	4,31a	3,40a	3,40ab	2,72ab	12,13cd	10,31a	6,86a	6,20abc
Captan	4,15a	3,40a	3,22ab	3,05a	10,50e	10,30a	7,76a	7,63a
E. Alf.	4,70a	3,30a	3,01ab	1,91b	12,47c	7,63c	6,73a	4,75c
E. Arr	4,89a	3,19a	3,00ab	2,75ab	14,89a	8,33bc	6,41a	5,33bc
E. Can	4,97a	3,10a	2,52b	2,32ab	10,81e	10,22a	6,95a	6,06bc
E. Cid	4,51a	3,25a	2,74b	2,89a	11,90cde	9,93a	6,73a	5,94bc
E. Pir	4,95a	3,61a	3,67a	3,11a	13,95ab	9,74ab	6,86a	5,69bc
MS								
	A = 0	A = 3	A = 6	A = 9				
Test.	0,74a	0,68a	0,53a	0,51a				
Maxim	0,75a	0,70a	0,51a	0,45a				
Captan	0,62a	0,68a	0,59a	0,59a				
E. Alf.	0,78a	0,50b	0,50a	0,37b				
E. Arr	0,82a	0,57a	0,48a	0,45a				
E. Can	0,67a	0,66a	0,52a	0,45a				
E. Cid	0,70a	0,63a	0,51a	0,48a				
E. Pir	0,83a	0,63a	0,50a	0,46a				

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A=Tempo de armazenamento, E. Alf.=extrato de alfavaca, E. Arr.=extrato de arruda, E. Can.=extrato de canela, E. Cid.=extrato de cidreira, E. Pir.=extrato pirolenhoso, Test.=testemunha

Na PCG, além da testemunha, observam-se menores valores numéricos para maxim e arruda no armazenamento 0 e cidreira em 9 meses de armazenamento. Dos produtos usados, apenas a alfavaca, a canela, o extrato pirolenhoso e o captan apresentaram bons resultados em todos os tempos de armazenamento. A alfavaca, por não ter alta concentração de metabólitos secundários em sua formulação (Tabela 1), causou danos mínimos nas sementes armazenadas, já que essas substâncias produzidas pelas plantas são grandes vilãs na inibição dos processos germinativos e desenvolvimento de plântulas (MACEDO *et al.*, 2020). O extrato pirolenhoso, além de apresentar propriedades antioxidantes, antimicrobianas e inseticidas, promove a germinação de sementes e o crescimento de plântulas (GREWAL *et al.*, 2018). O captan é

muito utilizado em tratamento de sementes e seu efeito positivo na G acontece por causa da redução da atividade enzimática e respiração dos fungos (LUKENS, 2013).

Percebe-se que aos 9 meses todos os produtos aplicados demonstraram valores abaixo de 80% na G, ou seja, apresentaram porcentagem inferior à mínima exigida para comercialização de sementes de feijão-caupi, isso ocorre também na PCG. No entanto, nesse tempo de armazenamento, os valores de EMG continuam superiores a 80%.

Certamente isso ocorreu devido à redução da eficácia dos produtos aplicados nas sementes e o tipo de teste empregado, no caso, o teste de G e PCG, que utilizam papel germitest para sua realização. Dessa forma, onde os produtos não mataram 100% dos patógenos presentes na semente, os mesmos encontraram condições favoráveis de umidade e temperatura para a sua proliferação. Assim, o aumento de fungos no papel germitest ocasionou contaminação de outras plântulas normais, reduzindo a porcentagem de germinação e vigor de sementes (PCG) devido à alta umidade e temperatura (24 e 31 °C) (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Nesse sentido, as condições favoráveis de temperatura e umidade, que são oferecidas para a germinação de sementes, acabam se tornando condições ideais para o aumento de microrganismos patogênicos (FERRAZ; CALVI, 2010). Diante disso, a presença de fungos nas sementes pode diminuir a capacidade germinativa e ocasionar erros na interpretação dos resultados dos testes de germinação (CASTELLANI *et al.*, 1996).

No IVE percebe-se que o captan, a alfavaca e a arruda em mais de dois tempos de armazenamento. O captan e a alfavaca, anteriormente discutidos, apresentam efeitos positivos que beneficiam o vigor das sementes. Já a arruda, seu efeito fungicida observado na qualidade sanitária, propiciou a redução de fungos que acabam reduzindo a velocidade de germinação das sementes.

Para a variável comprimento de plântula, os extratos de canela e capim cidreira apresentaram menor CP aos 6 meses de armazenamento. E aos 9 meses, o extrato de alfavaca diminuiu significativamente o comprimento do vegetal. Isso ocorre porque os produtos se comportam de forma diferente no tratamento de sementes; alguns contêm efeito imediato mais eficaz que outros e, durante o armazenamento, esse efeito pode reduzir ou aumentar. Por exemplo, produtos com potenciais alelopáticos podem demonstrar efeito tóxico nas plântulas à medida que o tempo passa, diminuindo o vigor e/ou a germinação das sementes. O potencial alelopático é atribuído ao conteúdo das substâncias presentes nos produtos, bem como a porcentagem dos principais constituintes, sendo esses dois fatores os que vão proporcionar danos tóxicos ou não às células vegetais (MIRANDA *et al.*, 2014; 2015). Isso também

justificaria a variação do efeito dos produtos em algumas características em algumas características parentadas nesse estudo, o IVE e a MF.

Na matéria fresca, a alfavaca foi o único extrato que demonstrou resultados inferiores em três períodos de armazenamento. Resultado semelhante pode também ser observado na matéria seca. Essa resposta pode ser justificada pela baixa concentração de substâncias fungicidas, reduzindo sua eficácia e, conseqüentemente, aumentando a quantidade de fungos que ocasionam perdas na biomassa das plântulas. Dessa forma, é importante se conhecer a concentração mínima inibitória que o composto pode apresentar para inibição do fungo, a fim de evitar danos às sementes e desperdício de produto (LIMA *et al.*, 2020).

Observa-se que, para armazenamento dentro de produtos, não houve efeito significativo do tempo de armazenamento para primeira contagem de germinação (PCG) e germinação (G) (Tabela 4). Resultados semelhantes foram encontrados por Gomes *et al.* (2015) que, ao estudarem os efeitos de óleos essenciais, não encontraram diferença estatística para a primeira contagem de germinação e germinação. Silva *et al.* (2014) também verificaram que não houve efeito significativo na germinação de sementes de *Parkia pendula* durante o armazenamento de sementes.

Tabela 4. Equações de regressões ajustadas das variáveis Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PCG), Índice de velocidade de emergência (IVE), Emergência (EMG), Comprimento de plântula (CP), Matéria fresca (MF) e Matéria Seca (MS), em função do tempo de armazenamento (x), para os respectivos produtos e coeficientes de determinação

Produtos	Var	Equações ajustadas	Eficiência máxima	Máximo/Mínimo	R ² /r ²
Testemunha	G	$\hat{Y} = 71,81$	-	-	-
Maxim XL		$\hat{Y} = 78,75$	-	-	-
Captan		$\hat{Y} = 81,69$	-	-	-
Alfavaca		$\hat{Y} = 79,25$	-	-	-
Arruda		$\hat{Y} = 75,87$	-	-	-
Canela		$\hat{Y} = 78,87$	-	-	-
Cidreira		$\hat{Y} = 76,59$	-	-	-
Pirolenhoso		$\hat{Y} = 77,20$	-	-	-
Testemunha	PCG	$\hat{Y} = 71,06$	-	-	-
Maxim XL		$\hat{Y} = 77,09$	-	-	-
Captan		$\hat{Y} = 78,19$	-	-	-
Alfavaca		$\hat{Y} = 77,44$	-	-	-
Arruda		$\hat{Y} = 76,03$	-	-	-
Canela		$\hat{Y} = 76,78$	-	-	-
Cidreira		$\hat{Y} = 73,84$	-	-	-
Pirolenhoso		$\hat{Y} = 75,65$	-	-	-
Testemunha	IVE	$\hat{Y} = 10,1459 + 0,058988^*x$	10,6	8	0,9187
Maxim XL		$\hat{Y} = 12,1539 - 0,890907^*x + 0,0813078^*x^2$	9,7	5,5	0,9863
Captan		$\hat{Y} = 11,9126 - 1,81845^*\sqrt{x} + 0,477897^*x$	10,2	3,6	0,9663
Alfavaca		$\hat{Y} = 10,6555 - 0,0474108^*x$	11,9	0	0,8624

Arruda		$\hat{Y} = 9,35488 + 1,12033^*x - 0,108846^*x^2$	12,2	5,1	0,9794
Canela		$\hat{Y} = 10,71$	-	-	-
Cidreira		$\hat{Y} = 10,05$	-	-	-
Pirolenhoso		$\hat{Y} = 9,47164 + 0,162173^*x$	10,8	8	0,8043
Testemunha		$\hat{Y} = 89,28$	-	-	-
Maxim XL		$\hat{Y} = 93,625 - 3,3333^*x + 0,33333^*x^2$	85,3	5,0	0,9924
Captan		$\hat{Y} = 95,4125 - 2,65417^*x + 0,229167^*x^2$	87,7	5,8	0,9953
Alfavaca	EMG	$\hat{Y} = 84,2304 + 7,233739^*\sqrt{x} - 2,1193^*x$	90,4	2,9	0,9953
Arruda		$\hat{Y} = 74,2757 + 16,7252^*\sqrt{x} - 3,81753^*x$	92,6	4,8	0,9991
Canela		$\hat{Y} = 74,2201 + 12,2269^*\sqrt{x} - 2,4688^*x$	89,3	6,2	0,9984
Cidreira		$\hat{Y} = 84,01 + 1,672777^*\sqrt{x} - 0,996002^*x$	84,7	0,7	0,9960
Pirolenhoso		$\hat{Y} = 77,3 + 1,39167^*x$	88,4	8	0,8582
Testemunha			$\hat{Y} = 4,95529 - 1,29981^*\sqrt{x} + 0,197277^*x$	-	-
Maxim XL		$\hat{Y} = 3,46$	-	-	-
Captan		$\hat{Y} = 3,45$	-	-	-
Alfavaca	CP	$\hat{Y} = 4,52875 - 0,28833^*x$	4,5	0	0,9473
Arruda		$\hat{Y} = 4,8806 - 1,28609^*\sqrt{x} + 0,196582^*x$	-	-	0,9954
Canela		$\hat{Y} = 5,06394 - 1,44756^*\sqrt{x} + 0,17722^*x$	-	-	0,9998
Cidreira		$\hat{Y} = 3,35$	-	-	-
Pirolenhoso		$\hat{Y} = 3,83$	-	-	-
Testemunha		$\hat{Y} = 11,2556 - 0,543687^*x$	11,2	0	0,8545
Maxim XL		$\hat{Y} = 12,0632 - 0,707821^*x$	12,1	0	0,9449
Captan		$\hat{Y} = 10,7239 - 0,372208^*x$	10,7	0	0,8464
Alfavaca	MF	$\hat{Y} = 11,5035 - 0,801417^*x$	11,5	0	0,8970
Arruda		$\hat{Y} = 13,3270 - 1,01915^*x$	13,3	0	0,8501
Canela		$\hat{Y} = 12,5258 - 0,78237^*x$	12,5	0	0,9587
Cidreira		$\hat{Y} = 11,7872 - 0,70195^*x$	11,8	0	0,9564
Pirolenhoso		$\hat{Y} = 13,209 - 0,9219^*x$	13,2	0	0,9425
Testemunha		$\hat{Y} = 0,696062 - 0,0211667^*x$	0,7	0	0,8148
Maxim XL		$\hat{Y} = 0,7663 - 0,036358^*x$	0,8	0	0,9501
Captan		$\hat{Y} = 0,6187$	-	-	-
Alfavaca	MS	$\hat{Y} = 0,721562 - 0,040666^*x$	0,7	0	0,8534
Arruda		$\hat{Y} = 0,819387 - 0,175748^*\sqrt{x} + 0,017206^*x$	-	-	0,9986
Canela		$\hat{Y} = 0,77953 - 0,038404^*x$	0,8	0	0,9845
Cidreira		$\hat{Y} = 0,699087 - 0,026408^*x$	0,7	0	0,9506
Pirolenhoso		$\hat{Y} = 0,83228 - 0,081383^*x$	0,8	0	0,9987

**, * e ° - Significativo a 1%, 5%, 10% pelo teste "t". Var=variável

A testemunha (sem aplicação de produtos) se comportou de forma semelhante nas características IVE, CP, MF, MS, com melhor resultado no início do armazenamento. Observa-se que para a maioria das variáveis, o resultado diminui à medida que aumenta o tempo de armazenamento. Isso também pode ser observado nos produtos maxim, captan e extrato de alfavaca para a maioria das variáveis. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2015), que observaram que em ambiente natural, como foi o armazenamento deste experimento, as sementes reduziram o vigor durante o tempo que estavam armazenadas. Já na aplicação dos produtos comerciais isso pode ter ocorrido devido ao efeito tóxico do produto na qualidade fisiológica das mesmas. Corroborando com essa afirmação, Dan *et al.* (2012) observaram que, com a utilização do produto comercial imidacloprido+tiodicarbe, houve redução no potencial de germinação e índice de emergência devido ao efeito tóxico do produto nas sementes. Aimi *et al.* (2016) observaram que ao usar o

produto comercial captan em sementes de *Cabrlea canjerana*, houve redução da incidência de *Penicillium* sp.; no entanto, não diferiu da testemunha na germinação. Dan *et al.* (2013), usando diversos produtos comerciais (Fipronil, Tiametoxam, Imidacloprid, e Imidacloprid + Tiodicarbe), também verificaram que, independente do produto químico usado, a qualidade fisiológica das sementes foi afetada de forma decrescente e linear com o prolongamento do armazenamento.

Já, para a alfavaca, a redução do vigor pode ter ocorrido pelos diferentes compostos presentes nesse extrato, pois a interação deles pode interferir no desenvolvimento celular (MIRANDA *et al.*, 2015). Flavio *et al.* (2014) verificaram que, ao usar o óleo essencial de alfavaca houve redução na infestação de fungos em sementes de sorgo, porém reduziu significativamente a viabilidade e o vigor das sementes.

Os extratos de arruda e canela tiveram efeito significativo na emergência de plântula, podendo encontrar, equações ajustadas, valores acima de 89% no tempo de armazenamento de 6 meses. Para o IVE, o extrato de arruda também se mostrou eficiente aos 6 meses de armazenamento. Isso pode ter acontecido devido à composição desses produtos, contendo 51,71% de 2-undecanona no extrato de arruda e 63,28% de Eugenol no extrato de canela (Tabela 1). Essa alta porcentagem desses produtos inibiu a proliferação de fungos, obtendo resultados satisfatórios para a emergência e IVE. Segundo Lima *et al.* (2020), para que haja redução dos fungos, é preciso que o produto utilizado apresente uma concentração mínima que seja capaz de inibir os fungos presentes nas sementes.

O armazenamento de sementes tratadas com os extratos de cidreira e pirolenhoso não apresentaram efeitos significativos no comprimento de plântula. No entanto, se comportaram de forma decrescente linear para matéria fresca e seca de plântulas ao longo do armazenamento. O capim cidreira é responsável pelo vazamento de eletrólito, ocasionado pela ruptura da membrana e perda da integridade e peroxidação lipídica, que podem ter reduzido de forma mais acentuada o desenvolvimento da plântula (POONPAIBOONPIPAT *et al.*, 2013). Por outro lado, o extrato pirolenhoso se comportou de forma crescente linear para as variáveis IVE e EMG, obtendo o valor máximo de 10,7 e 88,4%, respectivamente, aos 9 meses de armazenamento. Isso pode ter ocorrido devido ao extrato pirolenhoso desempenhar diversas funções importantes como controle de pragas e doenças (SILVA *et al.*, 2017), tamponamento do solo pelo ácido acético que estabiliza o pH melhorando a absorção do fósforo e, conseqüentemente, o crescimento do vegetal (MENEZES *et al.*, 2014); ainda é usado como ativador enzimático e de defesa das plantas e incrementando o desenvolvimento

da parte aérea, aumento de raízes na espécie *Carrleya loddigesii* Lindl (SCHNITZER *et al.*, 2015).

De forma geral, os extratos naturais apresentam notada eficiência na redução/inibição de fungos em sementes de feijão-caupi armazenadas, no entanto, ao longo do tempo, o efeito fungicida é reduzido, podendo inclusive ocasionar erros em testes importantes, como o de Germinação. Dessa forma, é imprescindível que juntamente com esse teste, sejam realizados outros testes que vão aferir a eficácia dos extratos naturais na qualidade fisiológica de sementes.

Com relação à qualidade sanitária, os extratos pirolenhoso, canela e capim cidreira apresentaram elevado poder fungicida durante o armazenamento de sementes de feijão-caupi, sendo eficientes na inibição da maioria dos fungos. Já visando à qualidade fisiológica, o capim cidreira foi o produto que mais ocasionou danos nas sementes armazenadas, reduzindo de forma significativa a germinação e o vigor. Todavia, seria interessante realizar novas pesquisas com concentrações diferentes para armazenamento de sementes tratadas com capim cidreira, visto que este foi o único produto que inibiu todos os fungos estudados nessa pesquisa.

CONCLUSÕES

Tratamentos com extratos naturais não prejudicam a germinação e a emergência de sementes de feijão-caupi armazenadas.

Produtos naturais reduzem a presença de fungos que diminuem a qualidade fisiológica.

O extrato de capim cidreira apresenta alto potencial fungicida e reduz de forma acentuada a presença de diversos fungos que causam danos à germinação e vigor de sementes de feijão-caupi durante o armazenamento. O extrato de alfavaca reduz a maioria dos patógenos, mas não inibe completamente a contaminação durante o armazenamento das sementes. Os extratos de arruda, canela e pirolenhoso diminuem a presença da maioria dos fungos estudados, inibindo a incidência em 100% de *Curvulária* e *Fusarium*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL GHANY, T. M.; ABDEL-RAHMAN, M. S.; MOUSTAFA, E. N.; MOHAMED, A. A. A.; NADEEM, I. E. Efficacy of botanical fungicides against *Curvularia lunata* at molecular levels. **Journal of Plant Pathology & Microbiology**. v. 6, n. 7, p. 1000289, 2015.

AIMI, S. C.; ARAUJO, M. M.; MUNIZ, M. F. B.; WALKER, C. Teste de sanidade e germinação em sementes de *Cabralea canjerana* (vell.) Mart. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1361-1370, 2016.

ALVES, F. M. F.; FRANÇA, K. R. S.; ARAÚJO, I. G.; NÓBREGA, L. P. DA, XAVIER, A. L. DOS S., LIMA, T. S., RODRIGUES, A. P. M. S., JÚNIOR, A. F. M., CARDOSO, T. A. L. Control of *Alternaria alternata* using *Melaleuca* essential oil (*Melaleuca alternifolia*). **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 40, n. 3, p. 1-10, 2019.

ARCE, G. T.; GORDON, E.; COHEN, S.; SINGH, P. Genetic toxicology of folpet and captan. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 40, n. 6, p. 546-574, 2010.

ATAÍDE, G. M.; BORGES, E. E. L.; LEITE FILHO, A. T. Alterações fisiológicas e biométricas em sementes de *Melanoxylon brauna* Schott durante a germinação em diferentes especificações. **Revista Arvore**, v. 40, n. 5, p. 61-70, 2016.

BACHHETI, A.; SHARMA, A.; BACHHETI, R. K.; HUSEN, A.; PANDEY, D. P. Plant allelochemicals and their various applications. In: MÉRILLON, J. M., RAMAWAT, K. (Eds). **Co-Evolution of Secondary Metabolites**. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham. p 441-465. 2020.

BERTINI, C. H. C. M.; ALMEIDA, W. S.; SILVA, A. P. M.; SILVA, J. W. L.; TEÓFILO, E. M. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 613-619, 2010.

BIEMOND, P. C.; OGUNTADE, O.; KUMAR, P. L.; STOMPH, T. J.; TERMORSHUIZEN, A. J.; STRUIK, P. C. Does the informal seed system threaten cowpea seed health? **Crop Protection**, v. 43, n. 1, p. 166-174, 2013.

BORGES, D. I.; ALVES, E.; MORAES, M. B.; OLIVEIRA, D. F. Efeito de extratos e óleos essenciais de plantas na germinação de urediniósporos de *Phakopsora pachyrhizi*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 3, p. 325-331, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200 p.

CAMPO, R. J.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants. **Symbiosis**, v. 48, n. 1, p. 154-163, 2009.

CAPO, L.; ZAPPINO, A.; REYNERI, A.; BLANDINO, M. Role of the fungicide seed dressing in controlling seed-borne *Fusarium* spp. infection and in enhancing the early development and grain yield of maize. **Agronomy**, v. 10, n. 6, 784, 2020.

CARMELLO, C. R.; CARDOSO, J. C. Effects of plant extracts and sodium hypochlorite on lettuce germination and inhibition of *Cercospora longissima* in vitro. **Scientia Horticulturae**, v. 234, n. 14, p. 245-249, 2018.

CARVALHO, B. L.; SOUZA, E. P.; ANJOS, L. V. S.; NAKADA-FREITAS, P. G.; CARDOSO, A. I. I.; AMADOR, T. S.; SANTOS, T. P.; MAGALHÃES, T. H. Tratamento de

sementes de cebola com extrato de própolis e *Plectranthus amboinicus* no controle de *Aspergillus* sp. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 13, n. 1, p. 12-18, 2019.

CARVALHO, H. P.; SOUZA, P. E.; ABREU, M. S.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, M. L. M.; REIS, R. G. E. Efeito de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, agente etiológico da mancha manteigosa, na germinação e viabilidade de sementes de cafeeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 264-271, 2012.

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

CASTELLANI, E. D.; SILVA, A.; MODESTO, B.; AGUIAR, I. B. Influência do tratamento químico de fungos e na germinação de sementes de *Bauhinia variegata* L. var. *Variegata*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.1, p.41-44, 1996.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; SANTOS, G. R.; REIS, H. B.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Resposta de feijão-caupi a inoculação com rizóbio e *Trichoderma* sp. no cerrado, Gurupi, TO. **Revista Verde**, v. 7, n. 2, p. 242-249, 2012.

CHENG, W.; LEI, J.; AHN, J.E.; WANG, Y.; LEI, C.; ZHU-SALZMAN, K. CO₂ enhances effects of hypoxia on mortality, development, and gene expression in cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus*, **Journal of Insect Physiology**, v. 59, n. 11, p. 1160-1168, 2013.

CRUZ, T. P.; ALVES, F. R.; MENDONÇA, R. F.; COSTA, A. V.; JESUS JUNIOR, W. C.; PINHEIRO, P. F.; MARINS, A. K. Atividade fungicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* jowit (citronela) contra *Fusarium solani*. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2015.

DAN, H. A.; GOULART, M. M. P.; DAN, L. G. M.; SILVA, A. G.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L.; MENEZES, J. F. S. Desempenho de sementes de girassol tratadas com inseticidas sob diferentes períodos de armazenamento. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n. 1, p. 30-37, 2012.

DAN, L.G.M.; DAN, H.A.; BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; RICCI, T.T.; PICCININ, G.G. Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.215-222, 2013.

DIAS, L. R. C.; SANTOS, A. R. B.; PAZ FILHO, E. R.; SILVA, P. H. S.; SOBRINHO, C. A. Oleo essencial de *Lippia sidoides* Cham (alecrim-pimenta) no controle de *Macrophomina phaseolina* em feijão-caupi. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 24, n. 1, p. 1-17, 2019.

DUTRA, K. A.; OLIVEIRA, J. V.; NAVARRO, D. M. A. F.; BARBOSA, D. R. S.; SANTOS, J. P. O. Control of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in *Vigna unguiculata* (L.) WALP. with essential oils from four *Citrus* spp. plants. **Journal of Stored Products Research**, v. 68, n. 1, p. 25-32, 2016.

ELLIS, M. L.; BRODERS, K. D.; PAUL, P. A.; DORRANCE, A. E. Infection of soybean seed by *Fusarium graminearum* and effect of seed treatments on disease under controlled conditions. **Plant Disease**, v. 95, n. 4, p. 401-407, 2011.

ENYIUKWU, D. N.; AWURUM, A. N.; NWANERI, J. A. Efficacy of plant-derived pesticides in the control of myco-induced postharvest and storage rots of tubers and agricultural products: A review. **Net Journal of Agricultural Sciences**, v. 2, n. 1, p. 30-46, 2014.

ETAWARE, P. M. The effects of *Calotropis procera*, *Adansonia digitata* and *Manihot esculenta* in the remediation of soil-borne fungal diseases of tomato. **Journal of Agricultural Research Advances**, v. 1, n. 2, p. 28-37, 2019.

ETAWARE, P. M.; ETAWARE, E. U.; OLAOLUWA, O. O.; OYETUNJI, O. J.; AIYELAAGBE, O. O.; ODEBODE, A. C. The impact crude plant extracts: As potential biofertilizers and treatment against tomato plant infection. **Journal of Plant Pathology and Microbiology**, v. 10, n. 7, p. 481-491, 2019.

FÁCCION, C. E. **Qualidade de sementes de feijão durante o beneficiamento e armazenamento**. 2012. 49p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

FATINEL, V. S.; OLIVEIRA, L. M.; CASA, R. T.; ROCHA, E. C.; SCHNEIDER, P. F.; POZZAN, M.; LIESCH, P. P.; RIBEIRO, R. A. Fungos associados às sementes de *Acca sellowiana*: efeitos na qualidade fisiológica das sementes e transmissão. **Agrarian**, v. 10, n. 38, p. 328-335, 2017.

FERRAZ, I. D. K.; CALVI, D. P. Teste de germinação. In: LIMA JUNIOR, M. J. V. (Ed.). **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, p. 55-110. 2010.

FIALLOS, F. G.; SILVA, W. M.; BENAVIDES, O. P. Germinação e qualidade sanitária de sementes de mucuna branca e preta utilizadas como adubo verde em Quevedo, Equador. **Scientia Agropecuaria**, v. 3, n. 1, p. 15-21, 2012.

FLÁVIO, N. S. D. S.; SALES, N. L. P.; AQUINO, C. F.; SOARES, E. P. S.; AQUINO, L. F. S.; CATÃO, H. C. R. M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 7-20, 2014.

GAO, Y.; HE, L.; MU, W.; LI, B.; LIN, J.; LIU, F. Assessment of the baseline sensitivity and resistance risk of *Colletotrichum acutatum* to fludioxonil. **European Journal of Plant Pathology**, v. 150, p. 639–651, n. 1, 2018.

GOMES, F. L.; SANTOS, L.; INFANTE, N. B.; MARTINS, E. P. R.; MARTINS, J. R. Qualidade sanitária de sementes crioulas de *Phaseolus vulgaris* L., procedentes de bancos de sementes comunitários. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 1-6, 2015.

GOPALA-RAO, T. V.; SEN, S. K.; SAMAL, A.; SATPATHY, S. Nystatin induced changes in growth, viability and amino acid influx of yeast *Saccharomyces cerevisiae*. **International Journal of Chemical Research**, v. 2, n. 1, p. 8-17, 2010.

GREWAL, A.; ABBEY, L.; GUNUPURU, L. R. Production, prospects and potential application of pyroligneous acid in agriculture. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 135, n.1, p. 152-159, 2018.

GUIMARÃES, G. R.; CARVALHO, D. D. C. Incidência e caracterização morfológica de *Cladosporium herbarum* em feijão comum cv. 'Pérola'. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3, p. 137-140, 2014.

GUPTA, D.; BALA, P; SHARMA, Y. Antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* essential oil against the mycoflora of stored dried fruits of *Zanthoxylum armatum*. **Journal of Environmental Biology**; v. 39, n. 6, p. 951-957, 2018.

HELAL, G. A.; SARHAN, M. M.; SHAHLA, A. N. K. A.; EL-KHAIR, E. A. K. Effects of *Cymbopogon citratus* L. essential oil on the growth, lipid content and morphogenesis of *Asperillus niger* ML2-strain. **Journal of Basic Microbiology**, v. 46, n. 6, p. 456-469, 2006.

HERNÁNDEZ-SALMERÓN, J. E.; HERNÁNDEZ-LEÓN, R.; OROZCO-MOSQUEDA, M. D. C.; VALENCIA-CANTERO, E.; MORENOHAGELSIEB, G.; SANTOYO, G. Draft genome sequence of the biocontrol and plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas fluorescens* strain UM270. **Standards in Genomic Sciences**, v. 11, n. 1, p. 5, 2016.

IBRAHIM, D.; KASSIM, J. N.; LIM, S. H.; RUSLI, W. Efficacy of pyroligneous acid from *Rhizophora apiculata* on pathogenic *Candida albicans*. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 3, n. 7, p. 007-013, 2013.

İBRAHİM, K. O. Ç.; YARDIM, E. N.; YILDIZ, Ş. In vitro şartlarında küf etmenlerine karşı tavuk gübresinden elde edilmiş odun sirkesinin antifungal etkisi. **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, v. 27, n. 4, p. 516-520, 2017.

KHAN, M. S. A.; AHMAD, I.; CAMEOTRA, S. S. Phenyl aldehyde and propanoids exert multiple sites of action towards cell membrane and cell wall targeting ergosterol in *Candida albicans*. **AMB Express**, v. 3, n. 1, p. 54, 2013.

KHARE, K. B.; LOETO, D.; WALE, K.; SALANI, M. Seed-borne fungi of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] and their possible control in vitro using locally available fungicides in Botswana. **International Journal of Bioassays**, v. 5, n. 11, p. 5021-5024, 2016.

KILANI, J.; FILLINGER, S. Phenylpyrroles: 30 years, two molecules and (Nearly) no resistance. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, n.1, p. 2014, 2016.

LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; COSTA, C. N.; RIBEIRO, A. M. B. Nodulação e produtividade de grãos do feijão-caupi em resposta ao molibdênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 492-497, 2009.

LIMA, J. A. C.; SILVA, J. F.; CAIANA, R. R. A.; SILVA JÚNIOR, J. P.; OLIVEIRA, W. A.; FREITAS, J. C. R. Síntese, atividade antifúngica e docking molecular de derivados do eugenol. **Scientia Plena**, v. 16,n. 5, p057201, 2020.

LIMA, T.; FRANÇA, K. R. S.; AZEVEDO, P. T. M.; PAIVA, Y. F.; SILVA, J. C. S.; SILVA, K. O.; SANTOS, A. B.; GALDINO, J. A. A. S.; JÚNIOR, A. F. M.; CARDOSO, T. A. L. Control of some phytopathogenic fungi using clove essential oil (*Syzygium aromaticum* L.). **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 39, n. 3, p. 1-11, 2019.

LOBO JÚNIOR, M.; DUARTE, L. T.; MARTINS, B. E. M **Testes para avaliação da qualidade de sementes de feijão comum**. Santo Antônio de Goiás-GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 4 p. (Circular Técnica, 90).

LOPES, L. M.; SOUSA, A.H.; SANTOS, V. B.; SILVA, G. N.; ABREU, A. O. Development rates of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: chrysomelidae) in landrace cowpea varieties occurring in southwestern Amazonia. **Journal of Stored Products Research**, v. 76, n. 1, p. 111-115, 2018.

LUKENS, R. J. **Chemistry of fungicidal action**. New York: Springer, 2013. 138p.

MACEDO, D. G. C.; DAVID, G. Q.; YAMASHITA, O. M.; PERES, W. M.; CARVALHO, M. A. C.; SÁ, M. E.; LOURENÇO, F. M. S.; MATEUS, M. P. B.; KARSBURG, I. V.; ARRUDA, T. P. M.; RODRIGUES, C. Study of the control of fungus occurring in *Schizolobium amazonicum* seeds with the use of pyroligneous extract. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 31, n. 4, p. 1-9, 2019.

MACÊDO, J. F. D. S.; RIBEIRO, L. S.; BRUNO, R. D. L. A.; ALVES, E. U.; ANDRADE, A. P.; LOPES, K. P.; COSTA, F. B.; ZANUNCIO, J. C.; RIBEIRO, W. S; Green leaves and seeds alcoholic extract controls *Sporobolus indicus* germination in laboratory conditions. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p.1599, 2020.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138p.

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

MAHMOUD, E. A.; ELANSARY, H. O.; EL-ANSARY, D. O.; AL-MANA, F. A. Elevated bioactivity of *Ruta graveolens* against cancer cells and microbes using seaweeds. **Processos**, v. 8, n. 1, 75, 2020.

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

MARTINAZZO, A. P.; DE OLIVEIRA, F. S.; TEODORO, C. E. S. Atividade antifúngica do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* no controle do *Aspergillus flavus*. **Ciência e Natura**, v. 41, n. 20, p. 1-8, 2019.

MENEZES, C. A.C.; LIMA, I. M.; MEDEIROS, L.; BATISTA, C. P. Obtenção do ácido pirolenhoso proveniente da combustão da madeira de eucalipto, sua aplicação como bioestimulante e influência no solo de cultivo do feijão arioca (*Phaseolus vulgaris*). **Revista Científica Semana Acadêmica**, v.1, n. 66, p. 1-77, 2014.

MERWAD, M. A.; DESOKY, E. M.; RADY, M. M. Response of water deficit stressed *Vigna unguiculata* performances to silicon, proline or methionine foliar application. **Scientia Horticulturae**, v. 228, n. 1, p. 132-144, 2018.

MIGUEL, T. Á.; BORDINI, J. G.; SAITO, G. H.; ANDRADE, C. G.; ONO, M. A.; HIROOKA, E. Y.; VIZONI, É.; ONO, E. Y. Effect of fungicide on *Fusarium verticillioides* mycelial morphology and fumonisin B1 production. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, n. 1, p. 293-299, 2015.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. G.; CARVALHO, M. L. M.; FIGUEIREDO, A. C. S.; NELSON, D. L. N.; OLIVEIRA, C. M.; GOMES, M. S.; ANDRADE, J.; SOUZA, J. A.; ALBUQUERQUE, L. R. M. Chemical composition and allelopathic activity of *Parthenium hysterophorus* and *Ambrosia polystachya* weeds essential oils. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 9, p. 1248-1257, 2014.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. G.; CARVALHO, M. L. M.; MACHADO, S. M. F.; GOMES, M. S.; SANTIAGO, J. A.; TEIXEIRA, AM. L. Atividade alelopática de óleos essenciais de plantas medicinais na germinação e vigor de aquênios de alface. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1783-1798, 2015.

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

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. London: The Mac-Millan Press, 1979. 839 p.

OGUNDARE, A. O. The pattern of potassium and protein leakage from microbial cells by *Vernonia tenoreana* leaf extract. **International Journal of Tropical Medicine**, v. 1, n. 3, p. 100-192, 2006.

OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; ROSA, S. D. V. F. Processamento de sementes pós-colheita. **Informe Agropecuário**, v.27, n.232, p.52-58, 2006.

OLIVEIRA, L. M.; SCHUCH, L. O. B.; BRUNO, R. L. A.; PESKE, S. T. Qualidade de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e armazenadas em condições controladas e não controladas de temperatura e umidade. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1263-1275, 2015.

OLIVEIRA, F. N.; FRANÇA, F. D.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 658-666, 2016.

ORLANDO, F. B.; SILVA, A. F. G.; PARREIRA, M. W. F. Screening fitoquímico de espécimes de lauracea que ocorrem na região sul do estado de Mato Grosso do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 58. Florianópolis, 2006. **Anais...** Florianópolis, 2006.

ORZALI, L.; CORSI, B.; FORNI, C.; RICCONI, L. (2017). Chitosan in agriculture: A new challenge for managing plant disease. In: SHALABY, E. A. (Ed.). **Biological activities and application of marine polysaccharides**. Londres: InTech Open Science, p. 17–36. 2017.

PARISI, J. J. D.; SANTOS, A. F.; BARBEDO, C. J.; MEDINA, P. F. . Patologia de sementes florestais: danos, detecção e controle, uma revisão. **Summa phytopathologica**, v. 45, n. 2, p. 129-133, 2019.

PEREIRA, A. A. **Efeito inibitório de óleos essenciais sobre o crescimento de bactérias e fungos**. 2006. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

PONTIM, B. C. A. **Controle de patógenos associados às sementes de canola, cártamo, colza e crambe**. 2011. 54p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal de Dourados, 2011.

POONPAIBOONPIPAT, T.; PANGNAKORN, U.; SUVUNNAMEK, U.; TEERARAK, M.; CHAROENYING, P.; LAOSINWATTANA, C. Phytotoxic effects of essential oil from *Cymbopogon citratus* and its physiological mechanisms on barnyard dgrass (*Echinochloa crus-galli*). **Industrial Crops and Products**, v. 41, p. 403-407, 2013.

RADAELLI, M.; SILVA, B. P. D.; WEIDLICH, L.; HOEHNE, L.; FLACH, A.; COSTA, L. A. M. A. D.; Ethur, E. M. Antimicrobial activities of six essential oils commonly used as condiments in Brazil against *Clostridium perfringens*. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47, n. 2, p. 424–430, 2016.

REIS, H. B.; RODRIGUES, A. C.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; BONIFACIO, A.; SANTOS, G. R. Efficiency of application of *Trichoderma* on the physiological quality and health of cowpea seeds. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 2, p. 301-307, 2019.

RICCIONI, L., ORZALI, L., ROMANI, M.; ANNICCHIARICO, P. Organic seed treatments with essential oils to control ascochyta blight in pea. **European Journal of Plant Pathology**, v. 155, n. 4, p. 831–840, 2019.

ROCHA, F. S. Danos causados por diferentes potenciais de inóculo de *Aspergillus ochraceus* no vigor de sementes de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 2895-2903, 2014.

RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L.C.; MARTINS, I.R.; ELIAS, M. C. Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 118-125, 2006.

SAADABI A. Antifungal activity of some saudi plants used in traditional medicine. **Asian Journal of Plant Science**, v. 5, n. 5, p. 907-909, 2006.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**. Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes: UFRV, Viçosa, 2007.

SANTOS, F.; MEDINA, P. F.; LOURENÇÃO, A. L.; PARISI, J. J. D.; GODOY, I. J. Damage caused by fungi and insects to stored peanut seeds before processing. **Bragantia**, v. 75, n. 2, p. 184-192, 2016.

SANTOS, J. A. D. S.; TEODORO, P. E.; CORREA, A. M.; SOARES, C. M. G.; RIBEIRO, L. P.; ABREU, H. K. A. Desempenho agronômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p. 377-382, 2014.

SANTOS, A. F.; PARISI, J. J. D.; MENTEM, J. O. M. **Patologia de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 236p.

SCARIOT, F.J.; JAHN, L.; DELAMARE, A.P.L.; ECHEVERRIGARAY, S. Necrotic and apoptotic cell death induced by Captan on *Saccharomyces cerevisiae*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 33, n. 8, p. 159, 2017.

SCHNITZER, J.A.; SU, M.J.; FARIA, R. T. Doses de extrato pirolenhoso no cultivo de orquídea. **Revista Ceres**, v. 62, n.1, p. 101-106, 2015.

SENEME, A. M.; SILVA, F. C.; RUARO, L.; FERRIANI, A. P.; MORAES, C. P. Controle de patógenos em sementes de sorgo com óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf. **Nucleus**, v. 16, n. 2, p. 433-440, 2019.

SHREAZ, S.; RIMPLE, B.; NEELOFAR, K.; MURALIDHAR, S.; SEEMI, F. B.; NIKHAT, M.; KHAN, L. A. Spice oil cinnamaldehyde exhibits potent anticandidal activity against fluconazole resistant clinical isolates. **Fitoterapia**, v. 82, n. 7, p. 1012-1020, 2011.

SILVA, A. O.; SILVA, A. O.; GOMES, J. A.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, D. A. S.; VIÉGAS, I. J. M. Grain storage in family agriculture: main problems and ways of storage in the northeast paraense region. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. 36610111835, 2021.

SILVA, C. J.; KARSBURG, I. V.; ARRUDA, T. P. M. Pyroligneous liquor effect on in and ex vitro production of *Oeceoclades maculata* (lindl). lindl. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 947 – 954, 2017.

SILVA, I. L.; CAMARGO, F. R. T.; SOUZA, R. T. G.; TEIXEIRA, I. R.; KIKUTI, H. Storage of soybean seeds treated with chemicals. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2961-2972, 2019.

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

SIQUEIRA, I. T. D.; CRUZ, L. R.; SOUZA-MOTTA, C. M.; MEDEIROS, E. V.; MOREIRA, K. A. Indução de resistência por acibenzolar-S-metil em feijão caupi no controle da antracnose. **Summa phytopathologica**, v. 45, n. 1, p. 76-82, 2019.

SUHARTI, T.; NUGRAHENI, Y. M. M. A.; SUITA, E.; SUMARNI, B. Effect of plant extracts and chemical fungicide on viability and percentage of seed-borne fungal infection on calliandra (*Calliandra calothyrsus*) seed. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 533, n. 1, p. 012040, 2020.

TENÓRIO, D. A.; MEDEIROS, E. V.; LIMA, C. S.; SILVA, J. M.; BARROS, J. A.; NEVES, R. P.; LARANJEIRA, D. Biological control of *Rhizoctonia solani* in cowpea plants using yeast. **Tropical Plant Pathology**, v. 44, n. 2, p. 113–119, 2019.

TOZZO, G. A.; PESKE, S. T. Morphological characterization of fruits, seeds and seedlings of *Pseudima frutescens* (aubl.) radlk. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 12-18, 2008.

VALENTINI, R. P.; BONOME, L. T. S.; MOURA, G. S.; SIQUEIRA, D. J.; TOMAZI, Y.; FRANZENER, G.; BITTENCOURT, H. V. H. Essential oils of *Tahiti lemon* and *Cinnamon bark* in control of storage fungi and the physiological and sanitary quality of beans. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, n. 1, p. 1-9, 2019.

VECHIATO, M. H.; PARISI, J. J. D. Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. **Biológico**, v. 75, n. 1, p. 27-32, 2013.

VENTUROSOSO, L. D. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A., BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 1, p. 18-23, 2011.

ZAMBIAZZI, E. V.; BRUZI, A. T.; ZUFFO, A. M.; SOARES, I. O.; MENDES, A. E. S.; TERESANI, A. L. R.; GWINNER, R.; CARVALHO, J. P. S.; MOREIRA, S. G. Desempenho agronômico e qualidade sanitária de sementes de soja em resposta à adubação potássica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 543-553, 2017.

ZHANG, R.; ZHOU, Z. Effects of the chiral fungicides metalaxyl and metalaxyl-M on the earthworm *Eisenia fetida* as determined by ¹H-NMR-Based untargeted metabolomics. **Molecules**, v. 24, n. 7, p. 1293, 2019.