

LORENA APARECIDA MERLO MENEGHELLI

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI
[*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] SUBMETIDAS A TRATAMENTOS QUÍMICOS E
BIOLÓGICO**

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

Orientador: Eduardo Fontes Araujo

Coorientadores: Antonio Fernando de Souza
Robson Celestino Meireles

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

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

T

M541q
2020

Meneghelli, Lorena Aparecida Merlo, 1995-
Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de
feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] submetidas a
tratamentos químicos e biológico / Lorena Aparecida Merlo
Meneghelli. – Viçosa, MG, 2020.
83 f. ; 29 cm.

Orientador: Eduardo Fontes Araujo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Feijão-caupi - Semente - Efeito dos fungicidas.
2. Fungicidas. 3. Feijão-caupi - Semente - Armazenamento.
4. Feijão-caupi - Semente -Qualidade. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.65221

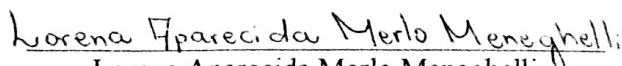
LORENA APARECIDA MERLO MENEGHELLI

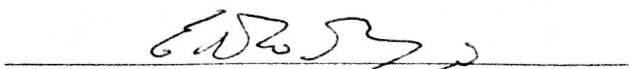
**QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI
[*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] SUBMETIDAS A TRATAMENTOS QUÍMICOS E
BIOLÓGICO**

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

APROVADA: 18 de fevereiro de 2020.

Assentimento:


Lorena Aparecida Merlo Meneghelli
Autora


Eduardo Fontes Araújo
Orientador

A Maria Naidés (*in memoriam*), minha querida mãe.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida, guiar e abençoar meus passos.

A Universidade Federal de Viçosa e, em especial, ao Departamento de Fitotecnia, pela estrutura e oportunidade da realização do curso.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo- *campus* Santa Teresa pelo acolhimento para realização de parte da pesquisa.

Ao professor orientador Eduardo Fontes Araujo, pela orientação, ensinamentos e confiança.

Aos coorientadores Antonio Fernando de Souza e Robson Celestino Meireles, pela atenção e colaborações.

À toda minha família, pelo amor e carinho de sempre. Em especial a meu pai e minha mãe (*in memoriam*), minha maior motivação para seguir em frente.

A meu namorado João Marcos, pelo companheirismo e cumplicidade.

A todos meus amigos da Pós-graduação, pelo apoio e amizade. Em especial aos amigos Karoline, Louise, Bruno, a minha irmã Caroline e aos colegas do Laboratório de Sementes.

Ao José Lambert pela amizade e contribuição na execução do trabalho.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”.

BIOGRAFIA

Lorena Aparecida Merlo Menegehelli, filha de Antonio José Meneghelli e Maria Naidés Merlo, nasceu no dia 12 de outubro de 1995, na cidade de Santa Teresa-ES.

No ano de 2012 concluiu o Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio pelo Instituto Federal do Espírito Santo- *campus* Santa Teresa. Iniciou o curso de graduação em Agronomia em agosto de 2013, na mesma Instituição, concluindo em janeiro de 2018. Em março do mesmo ano, iniciou na Universidade Federal de Viçosa, MG, o Mestrado no Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, na área de Tecnologia e Produção de Sementes.

RESUMO

MENEGHELLI, Lorena Aparecida Merlo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2020. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] submetidas a tratamentos químicos e biológico.** Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Coorientadores: Antonio Fernando de Souza e Robson Celestino Meirelles.

O tratamento de sementes constitui-se uma das medidas mais importantes no manejo integrado de doenças de plantas, sendo o tratamento com fungicidas a forma mais difundida para controle sanitário das sementes. No entanto, o uso desses produtos no tratamento das sementes nem sempre traz benefícios à qualidade fisiológica dependendo do tipo, dose e período que ficam armazenadas. No que se refere ao feijão-caupi, faltam informações sobre produtos e doses que podem ser utilizados no tratamento de sementes, por não existir produtos registrados. Foram utilizados dois lotes de sementes da cultivar ‘BRS Tumucumaque’. O trabalho contou com a realização de dois experimentos, no qual o primeiro teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi tratadas com fungicidas químicos e biológico em diferentes doses, com a finalidade de determinar as concentrações mais adequadas para o tratamento das sementes. Os testes realizados para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes foram: germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, método de incubação em papel do filtro, método de incubação em meio BDA e incubação em rolo de papel para detecção de *Colletotrichum*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições e 20 tratamentos, em esquema fatorial 4 x 5, cujos fatores foram quatro fungicidas (Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum*) e cinco doses (0, 1, 2, 3 e 4 mL.kg⁻¹ de sementes). Já para o teste de frequência de fitopatógenos foram utilizados quatro repetições e 17 tratamentos, em esquema fatorial 4 x 4 +1, cujos fatores foram quatro fungicidas (Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum*), quatro doses (1, 2, 3 e 4 mL.kg⁻¹ de sementes), além do controle (sem tratamento). Recomenda-se para o tratamento de sementes de feijão-caupi os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, nas concentrações de 250 a 310 mL.100 kg⁻¹ de sementes, para ambos os lotes. No segundo experimento, objetivou-se analisar os efeitos dos tratamentos químicos e biológico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi durante o armazenamento. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos fungicidas (quatro fungicidas + controle), e nas subparcelas os períodos de armazenamento (quatro tempos). Os

tratamentos analisados na parcela foram os fungicidas Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum*, além do controle (sem tratamento). Na subparcela foram os quatro períodos de armazenamento 0, 90, 180 e 270 dias. Os testes realizados para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes foram: grau de umidade, germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado, comprimento de plântula, matéria seca de plântula, método de incubação em papel do filtro, método de incubação em meio BDA e incubação em rolo de papel para detecção de *Colletotrichum*. Recomenda-se para o tratamento de sementes de feijão-caupi a serem armazenadas os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil.

Palavras-chave: Tratamento de sementes. Fungicidas. Armazenamento.

ABSTRACT

MENEGHELLI, Lorena Aparecida Merlo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2020. **Physiological and sanitary quality of cowpea seeds [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] submitted to chemical and biological treatments.** Adviser: Eduardo Fontes Araujo. Co-advisers: Antonio Fernando de Souza and Robson Celestino Meirelles.

Seed treatment is one of the most important measures in the integrated management of plant diseases, with treatment with fungicides being the most widespread form for sanitary control of seeds. However, the use of these products in the treatment of seeds does not always bring benefits to physiological quality depending on the type, dose and period that they are stored. With regard to cowpea, information on products and doses that can be used in seed treatment is lacking, as there are no registered products. Two batches of seeds from the cultivar 'BRS Tumucumaque' were used. The work included two experiments, in which the first aimed to evaluate the physiological and health quality of cowpea seeds treated with chemical and biological fungicides in different doses, in order to determine the most appropriate concentrations for the seed treatment. The tests carried out to evaluate the physiological and sanitary quality of the seeds were: germination, first germination count, seedling emergence, emergency speed index, filter paper incubation method, incubation method in BDA medium and incubation in a paper for detection of *Colletotrichum*. The experimental design used was completely randomized (DIC) with four replications and 20 treatments, in a 4 x 5 factorial scheme, whose factors were four fungicides (Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil and *Trichoderma harzianum*) and five doses (0, 1, 2, 3 and 4 mL.kg⁻¹ of seeds). For the phytopathogen frequency test, four replications and 17 treatments were used, in a 4 x 4 +1 factorial scheme, whose factors were four fungicides (Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil and *Trichoderma harzianum*), four doses (1, 2, 3 and 4 mL.kg⁻¹ of seeds), in addition to control (without treatment). For the treatment of cowpea seeds, the fungicides Captana and Metalaxil-M + Fludioxonil are recommended, in concentrations of 250 to 310 mL.100kg⁻¹ of seeds, for both batches. In the second experiment, the objective was to analyze the effects of chemical and biological treatments on the physiological and sanitary quality of cowpea seeds during storage. The experimental design used was completely randomized with four replications, in a split-plot scheme, with fungicide treatments (four fungicides + control) in the plots, and storage periods (four times) in the subplots. The treatments analyzed in the plot were the fungicides Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil and *Trichoderma harzianum*, in addition to the control (without treatment). In the subplot were the four storage

periods 0, 90, 180 and 270 days. The tests carried out to evaluate the physiological and sanitary quality of the seeds were: degree of humidity, germination, first germination count, seedling emergence, emergence speed index, accelerated aging, seedling length, seedling dry matter, incubation method on filter paper, incubation method in BDA medium and paper roll incubation to detect *Colletotrichum*. It is recommended for the treatment of cowpea seeds to be stored the fungicides Captana and Metalaxil-M + Fludioxonil.

Keywords: Seed treatment. Fungicides. Storage.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1 Germinação (%) de sementes de feijão-caupi, em função das diferentes doses e fungicidas.....27
- Figura 2 Primeira contagem de germinação (%) de sementes de feijão-caupi, em função das doses e fungicidas.....29
- Figura 3 Emergência de plântulas (%) de feijão-caupi, em função das diferentes doses e fungicidas.....30
- Figura 4 Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão-caupi, em função das diferentes doses e fungicidas.....32
- Figura 5 Incidência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi, em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método de incubação em papel de filtro (“blotter test”).....34
- Figura 6 Incidência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método de incubação em meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar).....40
- Figura 7 Incidência de *Colletotrichum* (%) no lote 1 de sementes de feijão-caupi, em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método de incubação em rolo de papel para detecção de *Colletotrichum*.....45

Capítulo II

- Figura 1 Germinação (%) de sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento.....57
- Figura 2 Primeira contagem de germinação (%) de sementes de feijão-caupi, em função dos

tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento.....	58
Figura 3 Emergência de plântulas (%) de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento.....	60
Figura 4 Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de dois lotes de sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes.....	61
Figura 5 Germinação (%) de sementes de feijão-caupi pelo teste de envelhecimento acelerado, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento.....	62
Figura 6 Comprimento de plântulas (cm.plântula ⁻¹) de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento.....	64
Figura 7 Matéria seca de plântula (mg.plântula ⁻¹) de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento.....	65
Figura 8 Incidência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em papel filtro (“blotter test”).....	67
Figura 9 Incidência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em meio BDA.....	72
Figura 10 Incidência de <i>Colletotrichum</i> (%) do lote 1 de sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em rolo de papel para detecção de <i>Colletotrichum</i>	78

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

- Tabela 1 Fungicidas químicos, biológico e suas respectivas doses utilizadas no tratamento de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*).....22
- Tabela 2 Frequência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) não tratadas, determinada pelo método do papel de filtro (“blotter test”).....35
- Tabela 3 Frequência de fitopatógenos (%) do lote 1 de sementes de feijão-caupi em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método do papel de filtro (“blotter test”).....36
- Tabela 4 Frequência de fitopatógenos (%) do lote 2 de sementes de feijão-caupi em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método do papel de filtro (“blotter test”).....37
- Tabela 5 Frequência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) não tratadas, determinadas pelo método de incubação em meio BDA.....41
- Tabela 6 Frequência de fitopatógenos (%) do lote 1 de sementes de feijão-caupi em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método de incubação em meio BDA.....41
- Tabela 7 Frequência de fitopatógenos (%) do lote 2 de sementes de feijão-caupi em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método de incubação em meio BDA.....43

Capítulo II

- Tabela 1 Fungicidas químicos, biológico e suas respectivas doses utilizadas no tratamento de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*).....53

Tabela 2	Grau de umidade (%) das sementes de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.), submetidas aos tratamentos com fungicidas, durante o armazenamento.....	56
Tabela 3	Frequência de fitopatógenos (%) do lote 1 de sementes de feijão-caupi em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em papel filtro (“blotter test”).....	68
Tabela 4	Frequência de fitopatógenos (%) do lote 2 de sementes de feijão-caupi em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em papel filtro (“blotter test”).....	70
Tabela 5	Frequência de fitopatógenos (%) do lote 1 de sementes de feijão-caupi em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em meio BDA.....	73
Tabela 6	Frequência de fitopatógenos (%) do lote 2 de sementes de feijão-caupi em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em meio BDA.....	75

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	15
REFERÊNCIAS.....	17
CAPÍTULO I - TRATAMENTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI.....	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS.....	46
CAPÍTULO II - EFEITO DOS TRATAMENTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICO SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI ARMAZENADAS.....	50
RESUMO.....	50
ABSTRACT.....	51
INTRODUÇÃO.....	52
MATERIAL E MÉTODOS.....	53
RESULTADOS.....	56
DISCUSSÃO.....	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
CONCLUSÕES.....	82
REFERÊNCIAS.....	82

1 INTRODUÇÃO GERAL

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), habitualmente chamado de feijão de corda, feijão verde ou feijão macassar, é amplamente cultivado nas regiões tropicais e subtropicais do planeta, por se tratar de uma espécie rústica e bem adaptada às condições do clima e solo.

O centro de origem dessa espécie é bastante questionável; no entanto considera-se como local de origem o continente africano (STEELE e MEHRA, 1980), sendo introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no estado da Bahia (FREIRE FILHO, 1988).

No Brasil, é tradicionalmente cultivado nas regiões Norte e Nordeste por adaptar-se às condições de clima e solo. Possui grande importância como fonte geradora de emprego e renda, constituindo um dos principais componentes da alimentação humana dessas regiões (BEZERRA et al., 2008), especialmente para as populações de baixa renda.

A cultura apresenta grande importância agrônômica e econômica no Brasil, no entanto, comparada a outras culturas, ainda tem seu potencial produtivo pouco explorado, com adoção de baixo nível tecnológico pelos produtores e baixa produtividade de grãos. Mas, o interesse dos grandes produtores, que detêm maior poder aquisitivo e acesso a modernas tecnologias, está contribuindo para o aumento da produção e produtividade nas regiões Norte e Nordeste, suas principais produtoras, e principalmente para a região Centro-Oeste, especialmente para o cultivo no outono inverno (CASTELLETTI e COSTA, 2013).

O aumento da produtividade está condicionado, entre outros fatores, ao emprego de sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária. A qualidade fisiológica é influenciada por vários fatores, e a qualidade sanitária está diretamente relacionada com a mesma, afetando negativamente a germinação e o vigor das sementes.

Para Marcos Filho (2005), a utilização de sementes de boa qualidade fisiológica é o fator primordial no estabelecimento de um estande adequado de plantas. Scheeren et al., (2010) relatam que sementes com alta qualidade fisiológica são mais propensas a alcançar elevado desempenho, quando expostas a diferentes condições ambientais, momento em que expressa maior uniformidade e desenvolvimento inicial das plântulas.

A sanidade de sementes também tem sua importância, visto que as culturas podem ser afetadas por diversas doenças que comprometem sua produtividade e disseminam fitopatógenos entre áreas de cultivos (BARROCAS et al., 2014; SIQUEIRA et al., 2014; ZANCAN et al., 2015) contribuindo para ocorrência de epidemias nas lavouras.

Os problemas fitossanitários transmitidos por sementes contribuem para a queda da produção agrícola, levando a perdas total da produção, em algumas situações.

Dependendo do nível de infecção, tais patógenos podem inviabilizar determinadas áreas para o cultivo devido à sua alta agressividade, que são capazes de ficarem latentes por um período e retornarem à atividade assim que encontrarem condições ambientais favoráveis. Desta maneira, o tratamento de sementes constitui-se em uma medida importante no manejo integrado de doenças de plantas, conferindo às plantas melhores condições de defesa, melhoria na germinação das sementes, na emergência de plântulas e no estabelecimento da cultura em campo (PEREIRA et al., 2016).

Ainda que o principal objetivo do tratamento de sementes seja a sua proteção em campo, o mesmo também é utilizado para o controle de fungos que intensificam o processo de deterioração das mesmas, durante o armazenamento. Normalmente há um intervalo de tempo entre a colheita e a posterior semeadura das sementes; assim, as mesmas devem ser armazenadas em condições adequadas à preservação de sua qualidade, proporcionando um ambiente no qual as mudanças fisiológicas, bioquímicas e sanitárias sejam mantidas em um nível aceitável (PEDROSO et al., 2018).

Os fungos associados às sementes ocasionam severos prejuízos na germinação e no vigor, podendo, conseqüentemente, prejudicar o potencial de armazenamento destas (PEDROSO et al., 2018). Sendo assim, para atenuar os efeitos danosos que os fungos causam as sementes, deve-se tratar as mesmas para protegê-las durante o armazenamento e nas etapas iniciais de estabelecimento da cultura em campo.

Para o tratamento de sementes, comumente são utilizados fungicidas químicos ou biológicos. No entanto, apesar do conhecimento sobre os benefícios do tratamento de sementes, ainda faltam informações da utilização dessa medida em sementes de feijão-caupi durante o armazenamento. O uso desses produtos nem sempre traz benefícios à qualidade fisiológica e, muitas vezes, podem causar fitotoxidez dependendo do tipo, dose e período de armazenamento (AVELAR et al., 2011).

O armazenamento de sementes tratadas pode acarretar fitotoxicidade na semente diminuindo sua qualidade. França Neto et al. (2010), relatam que a fitotoxicidade reduz a germinação, o vigor e a emergência de plântulas, prejudicando o estande e a produtividade das culturas. Apesar de aumentar a proteção das sementes e auxiliar no desenvolvimento inicial das plântulas, os produtos usados no tratamento de sementes não devem interferir de forma negativa na qualidade fisiológica das mesmas, seja imediatamente após o tratamento ou durante o período de armazenamento (TRAFANE, 2014).

Além disso, até o momento, por não haver fungicidas registrados especificamente para o tratamento de sementes de feijão-caupi, os produtos normalmente empregados no tratamento das sementes são aqueles recomendados para a cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), os quais podem variar na eficácia do controle dos fitopatógenos associados.

Vislumbra-se, assim, a necessidade de realizar estudos que possam inferir sobre a influência do uso de fungicidas químicos e biológico no tratamento de sementes de feijão-caupi, determinando a concentração mais eficiente a ser adotada no controle de fitopatógenos, e que não afetem a qualidade fisiológica das sementes para semeadura imediata e nem durante o armazenamento.

2 REFERÊNCIAS

BARROCAS, E. N.; MACHADO, J. C.; ALVES, M. de C.; CORRÊA, C. L. Desempenho de sementes de algodão submetidas à deficiência hídrica e presença de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.2, p.421-428, 2014.

BEZERRA, A. A. C.; TÁVORA, F. J. A.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Aracaju, v.8, n.1, p.85-93, 2008.

CASTELLETTI, C. H. M.; COSTA, A. F. Feijão-caupi: alternativa sustentável para os sistemas produtivos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.18, n.1, p.1-2, 2013.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P. Tecnologia de produção de Soja: Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v.20, p.26-32, 2010.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In: ARAÚJO, J. P. P. De, WATT, E.E. (Org.) **O Caupi no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF/ Ibadan: IITA, 1988. 25-46p.

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

PEDROSO, D. C.; LEMES, E. L.; OLIVEIRA, S. de.; TUNES, L. M. de.; JUNGES, E.; MUNIZ, M. F. B. Tratamento químico e biológico: qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cenoura durante o armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.23, n.1, p.173, 2018.

PEREIRA, L. C; GARCIA, M. M.; BRACCINI, A. L.; PIANA, S. C.; FERRI, C. G.; MATERA, T. C.; FELBER, P. H.; MARTELI, D. C. V. Efeito da adição de biorregulador ao tratamento industrial sobre a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) aos sessenta dias de armazenamento convencional. **Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales**, v.3, n.2, p.15-22, 2016.

SCHEEREN, B. R., PESKE, S. T., SCHUCH, L. O. B., BARROS, A. C. A. Qualidade

fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.3, p.35-41, 2010.

SIQUEIRA, C. S., BARROCAS, E. N., MACHADO, J. DA C., SILVA, U. A. DA, DIAS, I. E. Effects of *Stenocarpella maydis* in seeds and in the initial development of corn. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.36, n.1, p.79-86, 2014.

STEELE, W. M., MEHRA, K. L. Structure, evolution and adaptation to farming System and enviroment in Vigna. In: SUMMERFIELD, D. R.; BUNTING, A. H. **Advances in Legume Science**, England: Royal Botanic Gardens, 1980. 459-468 p.

TRAFANE, L. G; **Tratamento industrial de sementes de soja e seus reflexos na qualidade durante o período de armazenamento**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

ZANCAN, W. L. A.; MACHADO, J. C.; BAUTE, N. L.; SOUSA, B. F. M. de. Relationship between mycelial inoculum of *Sclerotinia sclerotiorum* and performance of sunflower seeds under controlled conditions. **Bioscience Journal**, Londrina, v.31, n.3, p.775-784, 2015.

CAPÍTULO I

TRATAMENTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI

RESUMO – Os problemas fitossanitários transmitidos por sementes são um dos principais responsáveis pela queda da produção agrícola e, desta forma, o tratamento de sementes constitui-se em uma medida importante no manejo integrado de doenças de plantas. Com relação ao feijão-caupi, faltam informações sobre produtos e doses que podem ser utilizados no tratamento de sementes, por não existirem produtos registrados. Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e biológico em diferentes doses, com a finalidade de determinar as concentrações mais adequadas para o tratamento das sementes. Foram utilizados dois lotes de sementes da cultivar ‘BRS Tumucumaque’. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições e 20 tratamentos, em esquema fatorial 4 x 5, cujos fatores foram quatro fungicidas (Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum*) e cinco doses (0, 1, 2, 3 e 4 mL.kg⁻¹ de sementes). Já para o teste de frequência de fitopatógenos foram utilizados quatro repetições e 17 tratamentos, em esquema fatorial 4 x 4 +1, cujos fatores foram quatro fungicidas (Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum*), quatro doses (1, 2, 3 e 4 mL.kg⁻¹ semente), além do controle (sem tratamento). Os testes realizados para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes foram: germinação, primeira contagem de germinação, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, método de incubação em papel do filtro, método de incubação em meio BDA e incubação em rolo de papel para detecção de *Colletotrichum*. Após a análise de variância, os dados qualitativos foram analisados por meio do teste Tukey, e os dados quantitativos foram submetidos à análise de regressão a 5% de significância. Para as análises de frequências de fitopatógenos, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para comparar a média do tratamento controle com os demais foi utilizado o teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. Recomenda-se para o tratamento de sementes de feijão-caupi os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, nas concentrações de 250 a 310 mL.100 kg⁻¹ semente.

Palavras-chave: Fungicidas. *Vigna unguiculata*. Patologia de sementes.

INFLUENCE OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL TREATMENTS ON PHYSIOLOGICAL AND HEALTH QUALITY OF CAUPI BEAN SEEDS.

ABSTRACT – Phytosanitary problems transmitted by seeds are one of the main factors responsible for the fall in agricultural production and, therefore, seed treatment is an important measure in the integrated management of plant diseases. With regard to cowpea, information on products and doses that can be used in seed treatment is lacking, as there are no registered products. The objective was to evaluate the physiological and sanitary quality of cowpea seeds treated with chemical and biological products in different doses, in order to determine the most appropriate concentrations for seed treatment. Two batches of seeds from the cultivar ‘BRS Tumucumaque’ were used. The experimental design used was completely randomized (DIC) with four replications and 20 treatments, in a 4 x 5 factorial scheme, whose factors were four fungicides (Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil and *Trichoderma harzianum*) and five doses (0, 1, 2, 3 and 4 mL.kg⁻¹ of seeds). For the phytopathogen frequency test, four replications and 17 treatments were used, in a 4 x 4 +1 factorial scheme, whose factors were four fungicides (Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil and *Trichoderma harzianum*), four doses (1, 2, 3 and 4 mL.kg⁻¹ seed), in addition to control (without treatment). The tests carried out to evaluate the physiological and sanitary quality of the seeds were: germination, first germination count, percentage of emergence, emergency speed index, incubation method on filter paper, incubation method in BDA medium and incubation in a paper for detection of *Colletotrichum*. After analysis of variance, qualitative data were analyzed using the Tukey test, and quantitative data were subjected to regression analysis at 5% significance. For the frequency analysis of phytopathogens, the treatment averages were compared by the Tukey test at 5% significance. To compare the average of the control treatment with the others, the Dunnett test was used at the level of 5% probability. It is recommended for the treatment of cowpea seeds the fungicides Captana and Metalaxil-M + Fludioxonil, in concentrations of 250 to 310 mL.100 kg⁻¹ seed.

Keywords: Fungicides. *Vigna unguiculata*. Seed pathology.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa de clima tropical, amplamente cultivada nas regiões quentes da África, Brasil e Estados Unidos (PESSÔA et al., 2017). No Brasil, destaca-se por sua importância socioeconômica para as famílias das regiões Norte e Nordeste, onde constitui-se em um dos principais componentes da dieta alimentar nas zonas rural e urbana, gerando emprego e renda para milhares de pessoas (FERREIRA et al., 2018). Todavia, o crescimento da população vem exigindo um incremento na produtividade, mediante o conhecimento dos fatores limitantes ao crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (SIZENANDO FILHO et al., 2013).

Dentre os fatores que influenciam o desenvolvimento da cultura, destaca-se a qualidade das sementes, visto que a utilização de sementes com qualidade inferior tem efeitos significativos nos componentes do rendimento e na produtividade de plantas. Dessa forma, o sucesso do estabelecimento e desempenho de uma cultura depende da qualidade das suas sementes, fator este que está diretamente relacionado com altas taxas de germinação, de vigor e de sanidade, bem como a garantia da pureza física e genética (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Mesmo com a utilização de sementes de boa qualidade fisiológica, o uso cada vez mais intenso de novas áreas e a instabilidade das condições climáticas durante a estação de cultivo das culturas têm provocado aumento significativo na ocorrência de pragas e patógenos no solo, principalmente, durante as fases iniciais de desenvolvimento (ROCHA et al., 2017). Nesse sentido, o tratamento de sementes aparece como uma alternativa que visa erradicar ou reduzir os fungos presentes nas sementes, além de protegê-las dos patógenos veiculados pelo solo e das próprias sementes, quando as condições de semeadura são desfavoráveis (SANTOS, 2014).

Embora o tratamento de sementes utilizando fungicidas químicos e biológicos seja uma técnica em consolidação que traz benefícios aos produtores e confere proteção às sementes e às plântulas na fase inicial de estabelecimento e desenvolvimento (OLIVEIRA et al., 2016), alguns produtos quando aplicados às sementes podem acarretar redução na germinação e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito de fitotoxidez.

Na cultura do feijão-caupi, faltam informações sobre produtos e doses que podem ser utilizados no tratamento de sementes, por não existirem produtos registrados. Sendo assim, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e biológico em diferentes doses, com a finalidade de determinar as concentrações mais adequadas para o tratamento das sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa e nos Laboratórios de Microbiologia, Diagnóstico de Doenças de Plantas e de Sementes e Melhoramento Genético do Instituto Federal do Espírito Santo- campus Santa Teresa.

Foram utilizados dois lotes de sementes de feijão-caupi da cultivar ‘BRS Tumucumaque’, a qual é precoce, com arquitetura moderna (semiereta), hábito indeterminado e com grãos de grande aceitação comercial (OLIVEIRA et al., 2014). O lote 1 de maior vigor, colhido no ano de 2018 e proveniente do estado do Piauí. O lote 2, de menor vigor, colhido em 2017 e proveniente no estado do Mato Grosso.

Os lotes de sementes apresentavam grau de umidade de 11,6% e 11,9% para o lote 1 e 2, respectivamente, que foram determinados pelo método da estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas, com base nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Considerando que não há registros de fungicidas para o tratamento de sementes de feijão-caupi e a falta de informações sobre o assunto, foram utilizados neste trabalho quatro produtos recomendados para o tratamento de sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), com variações nas doses, conforme mencionado na Tabela 1.

Tabela 1 - Fungicidas químicos, biológico e suas respectivas doses utilizadas no tratamento de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*).

Ingrediente ativo	Nome Comercial	Classe	Grupo químico	Dose do p.c*.kg ⁻¹ de sementes
Pencicuron	Monceren 250 SC	Fungicida protetor químico	Fenilureia	1 mL
				2 mL
				3 mL
				4 mL
Captana	Captan SC	Fungicida protetor químico	Dicarboximida	1 mL
				2 mL
				3 mL
				4 mL
Metalaxil- M + Fludioxonil	Maxim [®] XL	Fungicida sistêmico/contato	Acilalaninato e Fenilpirrol	1 mL
				2 mL
				3 mL

químico				4 mL
<i>Trichoderma harzianum</i>	StimuControl	Fungicida biológico	-	1 mL
				2 mL
				3 mL
				4 mL
Controle (sem tratamento)				0 mL

*p.c.: produto comercial.

Fonte: Produção do próprio autor.

Para o tratamento das sementes, preparou-se uma calda (dose do produto comercial + água) na proporção de 1:1, onde as sementes foram imersas e agitadas em sacos plásticos até a completa homogeneização. Após, foram secas por 24 horas em temperatura ambiente na sombra.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições e 20 tratamentos, em esquema fatorial 4 x 5, cujos fatores foram quatro fungicidas (Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum*) e cinco doses (0, 1, 2, 3 e 4 mL.kg⁻¹ de sementes). Já para o teste de frequência de fitopatógenos foram utilizados quatro repetições e 17 tratamentos, em esquema fatorial 4 x 4 +1, cujos fatores foram quatro fungicidas (Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum*), quatro doses (1, 2, 3 e 4 mL.kg⁻¹ de sementes), além do controle (sem tratamento).

Os dados foram analisados por meio de análise de variância. Para o fator qualitativo as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Em relação ao fator quantitativo foi utilizada a análise de regressão e a seleção do modelo que melhor se ajustou aos dados foi feita com base no coeficiente de determinação (R²) e significância dos coeficientes da regressão. Para as análises de frequências de fitopatógenos, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para comparar a média do tratamento controle com os demais foi utilizado o teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o R (R CORE TEAM, 2019).

2.1 Análises fisiológicas

2.1.1 Germinação

O teste de germinação foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, semeadas em papel toalha (germitest®) umedecido com água destilada (equivalendo a 2,5 vezes o peso do papel seco), sendo posteriormente mantidas em incubadora tipo BOD regulada a 30 °C. As contagens foram realizadas aos oito dias após semeadura, contabilizando as plântulas normais (BRASIL, 2009).

2.1.2 Primeira contagem de germinação

Foi conduzida juntamente com o teste de germinação, sendo a contagem das plântulas normais realizada aos cinco dias após semeadura.

2.1.3 Porcentagem de emergência

Foi conduzida em sala de crescimento, à temperatura de $30 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 8 horas. Foram utilizadas 200 sementes distribuídas em quatro repetições de 50 sementes, semeadas em areia lavada e autoclavada, na profundidade de semeadura de dois centímetros. A contagem das plântulas emergidas foi realizada aos oito dias após a semeadura, considerando-se como emergidas as plântulas que apresentaram os cotilédones e plúmulas acima do substrato. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.1.4 Índice de velocidade de emergência

Determinado em conjunto com o teste de emergência em areia. Diariamente as plântulas emergidas foram contadas até o estabelecimento do estande. O índice de velocidade de emergência das plântulas foi calculado segundo Maguire (1962):

$$\text{IVE} = N1/E1 + N2/E2 + \dots Nn/En$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

N1 = número de plântulas emergidas na primeira contagem;

E1 = número de dias para a primeira contagem;

Nn = número de plântulas emergidas na última contagem;

En = número de dias para a última contagem.

2.2 Análises sanitárias

2.2.1 Método de incubação em Papel de Filtro (“blotter test”)

Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes dispostas individualmente sobre camada de papel de filtro umedecido com água e herbicida 2,4-D (1 mL.L^{-1}) mantendo-se distanciadas 1-2 cm uma das outras, em caixas do tipo gerbox. As caixas gerbox com as sementes foram dispostas sob lâmpadas de luz fluorescente branca, em incubadoras tipo BOD com fotoperíodo de 12 horas, pelo período de sete dias à temperatura constante de $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. O exame inicial foi feito individualmente utilizando um microscópio estereoscópico para observar a formação de estruturas típicas de fungos. Após, procedeu-se o preparo das lâminas de microscopia, as quais foram analisadas em microscópio óptico para visualização das estruturas reprodutivas. A identificação dos fungos associados às sementes, ao nível de gênero, foi realizada com base em aspectos morfológicos das estruturas reprodutivas visualizadas, em comparação com informações disponíveis na literatura. Na ausência de estruturas reprodutivas, realizou-se a repicagem, asépticamente das hifas, para placas de Petri contendo meio BDA e incubou-se em incubadora tipo BOD à temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$., em condições de escuro. Após o aparecimento de estruturas de frutificação, novas lâminas foram confeccionadas e observadas em microscópio óptico para identificação do respectivo fungo em nível de gênero. Com os dados obtidos foram calculadas a porcentagem de incidência de cada gênero de fitopatógenos associados as sementes e frequência de cada gênero nas amostras. A porcentagem de frequência foi calculada por meio do número de vezes que cada gênero foi encontrado nas sementes e o número total de sementes infectadas.

2.2.2 Método de incubação em meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar)

Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, as quais foram imersas, inicialmente, em solução de hipoclorito de sódio 1% e posteriormente lavadas com água destilada esterilizada. Em seguida, após secagem rápida em papel de filtro esterilizado, as sementes

foram distribuídas assepticamente sobre o meio BDA contendo herbicida 2,4-D (1 mL.L^{-1}), em placas de Petri esterilizadas, a uma distância de um centímetro uma das outras. As placas com as sementes foram dispostas sob lâmpadas de luz fluorescente branca, em câmaras com fotoperíodo de 12 horas pelo período de sete dias à temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$. O exame inicial foi realizado a olho nu, observando a formação e o tipo de colônias desenvolvidas em volta das sementes. A cor, textura, morfologia geral das colônias e a presença de estruturas reprodutivas foram utilizadas para o reconhecimento dos gêneros fúngicos presentes. As sementes foram examinadas individualmente ao microscópio estereoscópico, observando a formação de estruturas típicas de fungos. Após, procedeu-se o preparo das lâminas de microscopia. A identificação dos fungos associados às sementes, ao nível de gênero, foi realizada com base em aspectos morfológicos das estruturas reprodutivas visualizadas, em comparação com informações disponíveis na literatura. Nos casos em que não houve a formação de estruturas reprodutivas, realizou-se a repicagem, assepticamente das hifas, para placas de petri contendo meio BDA e realizou-se a incubação em incubadora tipo BOD a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ em condições de escuro. Após o aparecimento de estruturas de frutificação, novas lâminas foram confeccionadas e observadas em microscópio óptico para identificação do respectivo fungo em nível de gênero. Com os dados obtidos foram calculadas a porcentagem de incidência de cada gênero de fitopatógenos associados às sementes e a frequência de cada gênero nas amostras. A porcentagem de frequência foi calculada por meio do número de vezes que cada gênero foi encontrado nas sementes e o número total de sementes infectadas.

2.2.3 Incubação em rolo de papel para detecção de *Colletotrichum*

Utilizou-se quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, que foram desinfestadas superficialmente por meio de uma solução 1% de hipoclorito de sódio por três minutos e lavadas em água destiladas. Após foram semeadas em papel toalha (germitest[®]), umedecido com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, sendo posteriormente mantidas em incubadora tipo BOD, no escuro, a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, pelo período de sete dias. As camadas que revestem os tegumentos foram removidas ao final da incubação e os cotilédones examinados a olho nu, em busca de lesões necróticas circulares, pardo-escuras com bordos bem delimitados de coloração avermelhada e ou deprimidas. Os resultados foram expressos em porcentagem de incidência de *Colletotrichum*.

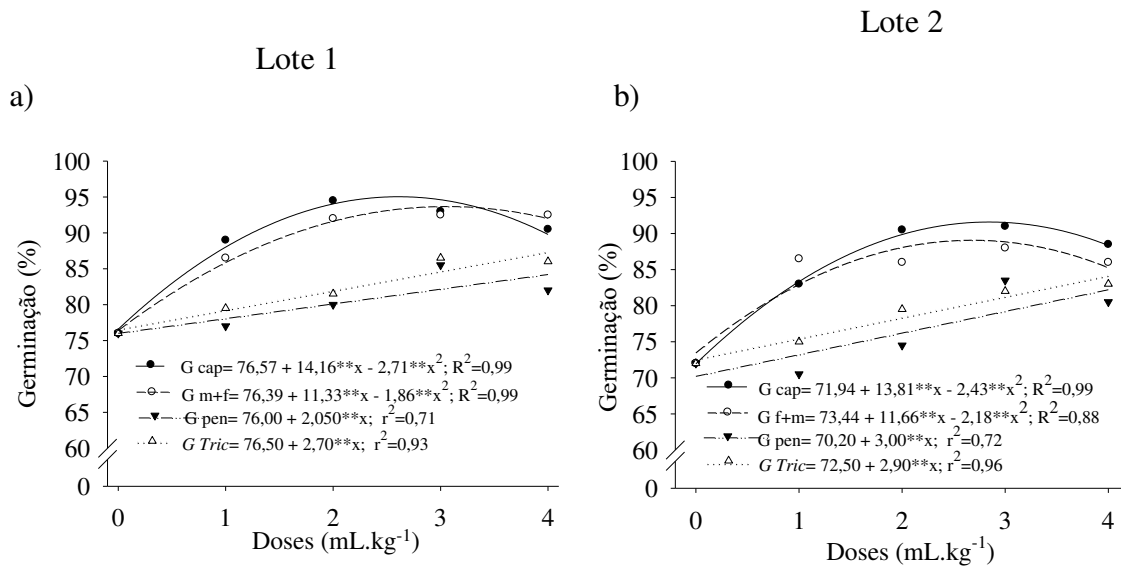
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises fisiológicas

3.1.1 Germinação

Houve efeito significativo da interação entre os fungicidas e doses para germinação das sementes. Nos dois lotes, os dados dos tratamentos contendo Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil se ajustaram ao modelo quadrático, enquanto os dados dos tratamentos contendo Pencicuron e *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo linear.

Figura 1 - Germinação (%) de sementes de feijão-caupi, em função das diferentes doses e fungicidas. ● Captana, ○ Metalaxil-M + Fludioxonil, ▼ Penciluron e △ *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com a Figura 1a, as doses ótimas estimadas dos fungicidas que proporcionaram as maiores porcentagens de germinação para o lote 1, foram: 2,6 mL de Captana (95%), 3,1 mL de Metalaxil-M + Fludioxonil (93,7%), 4 mL de Penciluron (84,2%) e de *Trichoderma harzianum* (87,3%). Já para o lote 2 (Figura 1b) as doses ótimas foram: 2,8 mL de Captana (91,6%), 2,7 mL de Metalaxil-M + Fludioxonil (89,1%), 4 mL de Penciluron (84,1%) e de *Trichoderma harzianum* (82,2%).

Os menores valores de germinação foram obtidos nas doses 0 (controle- sem tratamento), correspondente a 76 e 72% de germinação, para o lote 1 e 2, respectivamente

(Figura 1a-b).

A germinação das sementes tratadas foi superior às não tratadas, confirmando a importância do tratamento, mesmo quando as condições de germinação são ideais, pois há ocorrência de fitopatógenos associados as sementes. Sementes predispostas à ação de fitopatógenos, quando tratadas, reduzem a capacidade de sobrevivência dos fungos e potencializam a longevidade das sementes, assim como seu poder germinativo e vigor.

Resultados semelhantes foram obtidos por Migliorini et al. (2012) em sementes de canola, em que observaram que todos os tratamentos químicos foram eficientes, proporcionando maiores porcentagens de germinação em relação à testemunha. Silva et al. (2013) verificaram que o tratamento de sementes de ervilhas com fungicida Pencicuron apresentou germinação inferior ou similar aos demais fungicidas químicos testados.

A redução da germinação foi constatada a partir das doses de 3 mL.kg^{-1} dos fungicidas a base de Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, nos dois lotes (Figura 1). Essa redução pode estar relacionada com a ação do ingrediente ativo sobre as sementes, que pode ter acarretado um efeito fitotóxico. Doses altas dos fungicidas levaram as plântulas a apresentarem sintomas de fitotoxicidade. As plântulas não apresentavam o desenvolvimento das suas estruturas essenciais, além de anormalidades, como encurtamento e engrossamento do hipocótilo, radícula fina, curta e sem a presença de pelos de absorção. Tais sintomas podem ser provocados devido a uma alteração no processo enzimático, afetando o desenvolvimento do embrião.

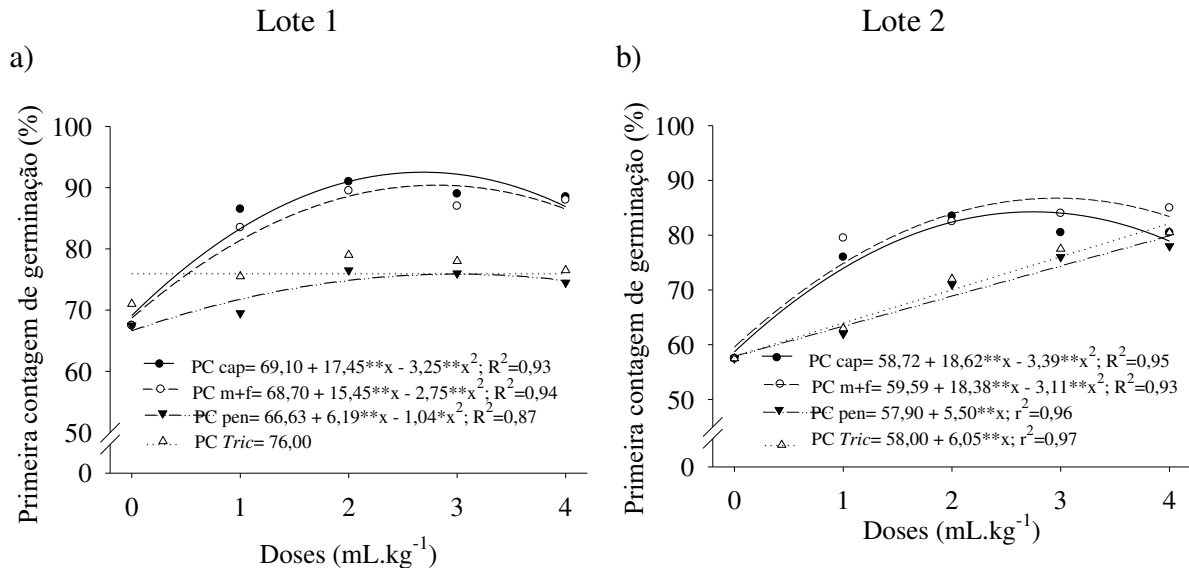
Alguns trabalhos têm descrito tais efeitos fitotóxicos apresentados após o tratamento de sementes com produtos químicos. Silva et al. (2013) observaram que o fungicida Captana causou fitotoxicidade em sementes de ervilha afetando negativamente a germinação. Gagliardi et al. (2009) verificaram anormalidades em algumas plântulas de soja nos tratamentos em que foram aplicados fungicidas químicos.

3.1.2 Primeira contagem de germinação

Houve efeito significativo da interação entre os fungicidas e doses para primeira contagem de germinação das sementes. No lote 1 (Figura a), os dados dos tratamentos contendo os fungicidas Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e Pencicuron se ajustaram ao modelo quadrático e não houve efeito significativo para os dados dos tratamentos referentes ao fungicida biológico a base de *Trichoderma harzianum*. No lote 2 (Figura b), os dados do tratamento contendo Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil se ajustaram ao modelo quadrático e os dados dos tratamentos com Pencicuron e *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo

linear.

Figura 2 - Primeira contagem de germinação (%) dos dois lotes de sementes de feijão-caupi, em função das doses dos diferentes fungicidas. ● Captana, ○ Metalaxil-M + Fludioxonil, ▼ Pencicuron e Δ *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com a Figura 2, as doses que proporcionaram os maiores valores de primeira contagem de germinação do lote 1 (Figura 2a) foram: 2,7 mL de Captana (92,5%), 2,8 mL de Metalaxil-M + Fludioxonil (90,4%) e 2,9 mL de Pencicuron (76,9%). Já para o lote 2 (Figura 2b) as doses ótimas estimadas dos fungicidas foram: 2,7 mL de Captana (82,3%) e também de Metalaxil-M + Fludioxonil (84,4%) e 4 mL de Pencicuron (79,9%) e de *Trichoderma harzianum* (82,2%). Os menores valores foram obtidos nas doses 0 (controle), sendo de 67,5 e 57,5% para o lote 1 e 2, respectivamente.

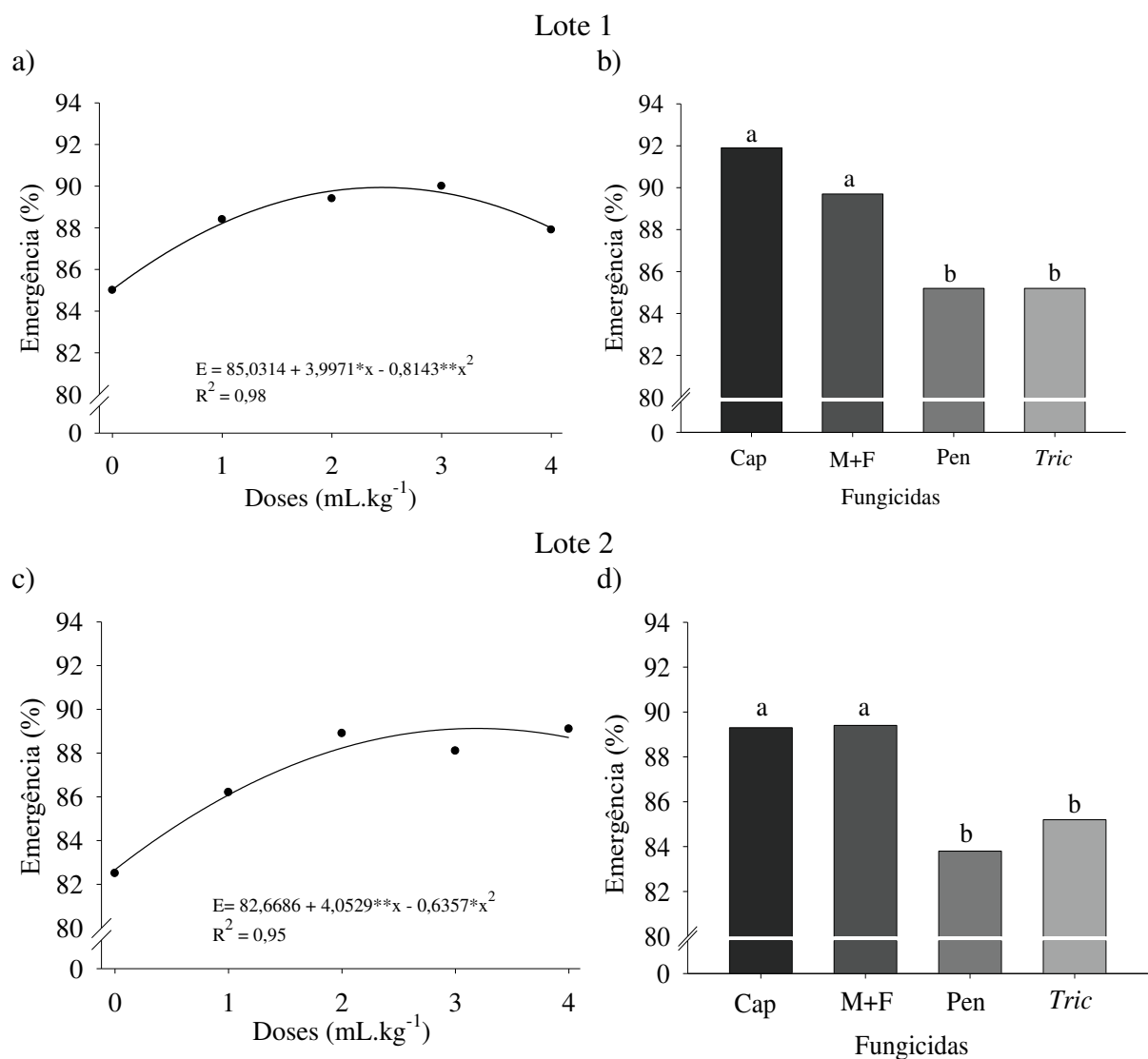
Pela primeira contagem de germinação verificou-se que as sementes tratadas se apresentaram-se mais vigorosas que as não tratadas, ou seja, apresentaram maior velocidade de germinação. Os melhores resultados foram observados em sementes tratadas com os fungicidas químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil. O melhor controle fitossanitário obtido por esses fungicidas pode ter favorecido o desenvolvimento de plântulas.

De forma similar, Toledo (2011) encontrou resultados de primeira contagem de germinação de sementes de soja, superiores à testemunha, quando utilizados os tratamentos químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil. Migliorini et al. (2012), trabalhando com sementes de canola, encontraram valores de primeira contagem superiores à testemunha para o tratamento biológico *Trichoderma harzianum* e o químico Metalaxil-M + Fludioxonil.

3.1.3 Emergência de plântulas

Houve efeito isolado dos fungicidas e das doses para a variável emergência de plântulas. Para as doses, os dados se ajustaram ao efeito quadrático, para os dois lotes.

Figura 3 - Emergência de plântulas (%) de feijão-caupi, em função em função das diferentes doses e fungicidas. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Produção do próprio autor.

A dose ótima estimada pela análise de regressão para os fungicidas foi de 2,6 mL, proporcionando 89,9% de emergência de plântulas para o lote 1 (Figura 3a). Para o lote 2

(Figura 3c), a dose ótima foi de 3,2 mL promovendo 89,1% de emergência de plântulas. Os menores valores foram obtidos nas doses 0 (controle), sendo de 85,0 e 82,5% para o lote 1 e 2, respectivamente.

Os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil apresentaram desempenho estatisticamente superiores ao *Trichoderma harzianum* e Pencicuron, nos dois lotes (Figura b-d).

Normalmente, os resultados de porcentagem de emergência podem ser inferiores aos obtidos no teste de germinação em laboratório. Isso ocorre porque o teste de germinação é conduzido em condições favoráveis de umidade, temperatura e substrato, permitindo a expressão máxima do potencial de produção de plântulas normais de um lote de sementes, enquanto a emergência em areia, na maioria das vezes, pode ser conduzida sob condições não tão favoráveis. No entanto, observou-se que os percentuais de emergência de plântulas nos tratamentos contendo as menores doses de fungicida ou nas sementes sem tratamento, foram superiores aos de germinação. Isso pode ser explicado devido a possibilidade de um escape por parte das plântulas que, ao emergirem, deixam o tegumento contaminado na areia, ficando os cotilédones livres desses fungos. Já no teste de germinação, o tegumento fica aderido aos cotilédones, dando condições para que o fungo se desenvolva, causando o apodrecimento dos mesmos e até mesmo promovendo uma disseminação dos fungos para as demais plântulas.

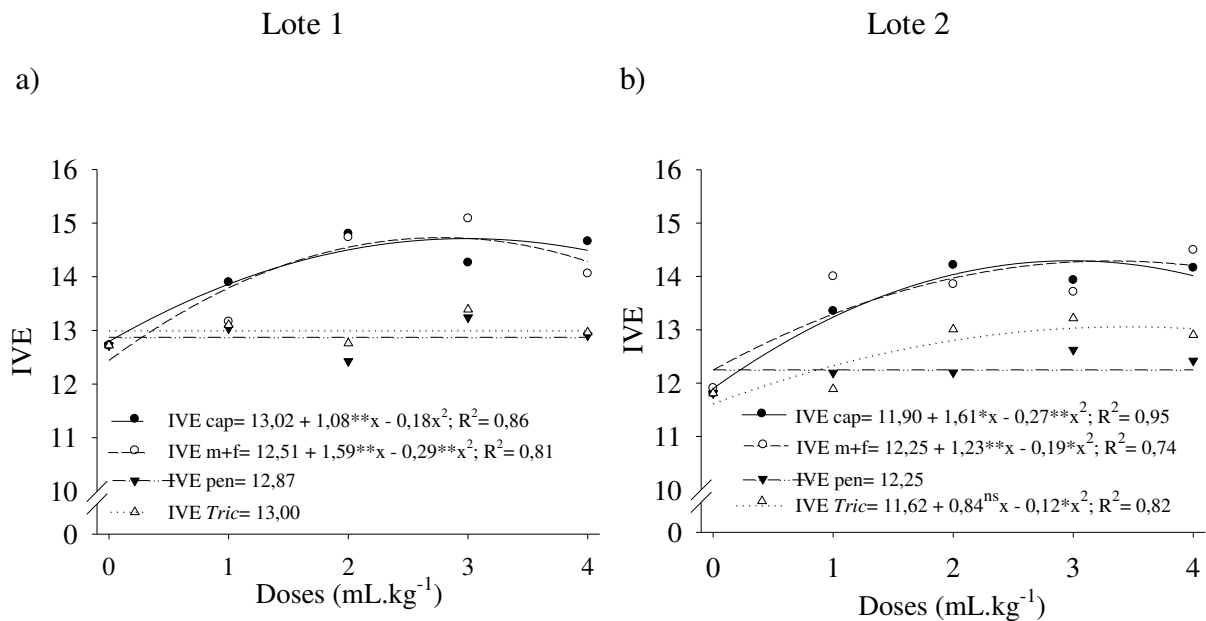
Resultados semelhantes de emergência foram encontrados por Mendes et al. (2014), tratando sementes de soja utilizando Fludioxonil + Metalaxil-M, em que encontraram maior emergência de plântulas do que a testemunha. Em sementes de feijão comum, Teixeira et al. (2017) observaram diferenças estatísticas entre a testemunha e os tratamentos com fungicidas químicos aos sete dias após semeadura, demonstrando a importância do uso de fungicidas químicos na fase de emergência das plântulas, o que refletirá no estabelecimento da cultura no campo. Mertz et al. (2009), estudando fungicidas biológicos e químicos no tratamento de sementes de soja, obtiveram para os fungicidas químicos, resultados de porcentagem de emergência em campo superiores aos tratamentos com biológicos e a testemunha. Silva et al. (2013) concluíram que o tratamento das sementes de ervilhas com Pencicuron apresentou resultados satisfatórios para emergência de plântulas em solos inoculados com *Rhizoctonia solani*.

3.1.4 Índice de velocidade de emergência

Ocorreu interação significativa dos fatores fungicidas e doses.

No lote 1, os dados dos tratamentos com Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil se ajustaram ao modelo quadrático. Para os dados dos tratamentos à base de *Trichoderma harzianum* e Pencicuron não houve efeito significativo dos fatores. Já no lote 2, os dados dos tratamentos Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo quadrático e, não houveram efeitos significativos dos fatores para dados de Penciluron.

Figura 4 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão-caupi, em função das diferentes doses e fungicidas. ● Captana, ○ Metalaxil-M + Fludioxonil, ▼ Penciluron e Δ *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Produção do próprio autor.

Na Figura 4a (Lote 1), as doses ótimas estimadas foram de 2,9 mL de Captana e 2,7 mL de Metalaxil-M + Fludioxonil, ambas proporcionando 14,7 de IVE. Para o lote 2 (Figura 4b), as doses ótimas estimadas proporcionaram os maiores resultados, sendo 2,9 mL de Captana e 3,3 mL de Metalaxil-M + Fludioxonil, ambos promovendo 14,3 de IVE, e 3,5 mL de *Trichoderma harzianum* promovendo 13,1 de IVE. Os menores valores de índice de velocidade de emergência foram obtidos na dose 0 (controle), sendo de 12,7 e 11,8 para o lote 1 e 2, respectivamente.

O IVE é um atributo de qualidade fisiológica importante, uma vez que quanto mais

rápido ocorrer a emergência das plântulas, menos tempo as mesmas ficarão sob condições adversas no solo, proporcionando um escape das plântulas aos possíveis patógenos localizados no solo ou na semente, tais condições adversas podem prejudicar a emergência das plântulas formando um estande desuniforme e/ou incompleto.

O tratamento das sementes com os fungicidas Captana e o Metalaxil-M + Fludioxonil, nos dois lotes, proporcionou maior IVE em comparação aos demais fungicidas e ao controle. Acredita-se que o controle eficiente dos fungos exercido por tais fungicidas pode ter favorecido a expressão do potencial máximo do vigor das sementes, estabelecendo assim uma emergência de plântulas mais rápida que nos demais tratamentos.

Em sementes de feijão comum, Maresciallo e Effgen (2016), avaliando diferentes fungicidas no tratamento das sementes, verificaram que o tratamento Fludioxonil + Metalaxil-M apresentou resultados de IVE superiores em relação aos demais tratamentos.

A utilização de lotes com vigor diferentes se deu com o intuito de encontrar a dose mais adequada para o tratamento de sementes com alto e médio vigor, uma realidade enfrentada pelos produtores dessa cultura. Acredita-se que o vigor das sementes pode interferir na dose do produto satisfatória para o controle dos fitopatógenos, e como pode ser observado acima, na maioria dos testes, o lote 2 apresentou resultados inferiores aos obtidos no lote 1, comprovando menor vigor.

Conforme observado nas análises fisiológicas, ocorreu uma diferença nas concentrações dos fungicidas requerentes pelos lotes para o controle dos fungos presentes, e segundo as análises sanitárias a seguir, essa diferença pode estar relacionada a quantidade de fungos presentes nos mesmos. O lote 2 apresentou maior porcentagem de fungos associados às sementes e, de maneira geral, necessitou de maiores concentrações dos fungicidas para o controle dos mesmos. Por se tratar de um lote mais antigo, o tempo e as condições de armazenamento podem ter favorecido a propagação desses agentes fitopatológicos.

3.2 Análises sanitárias

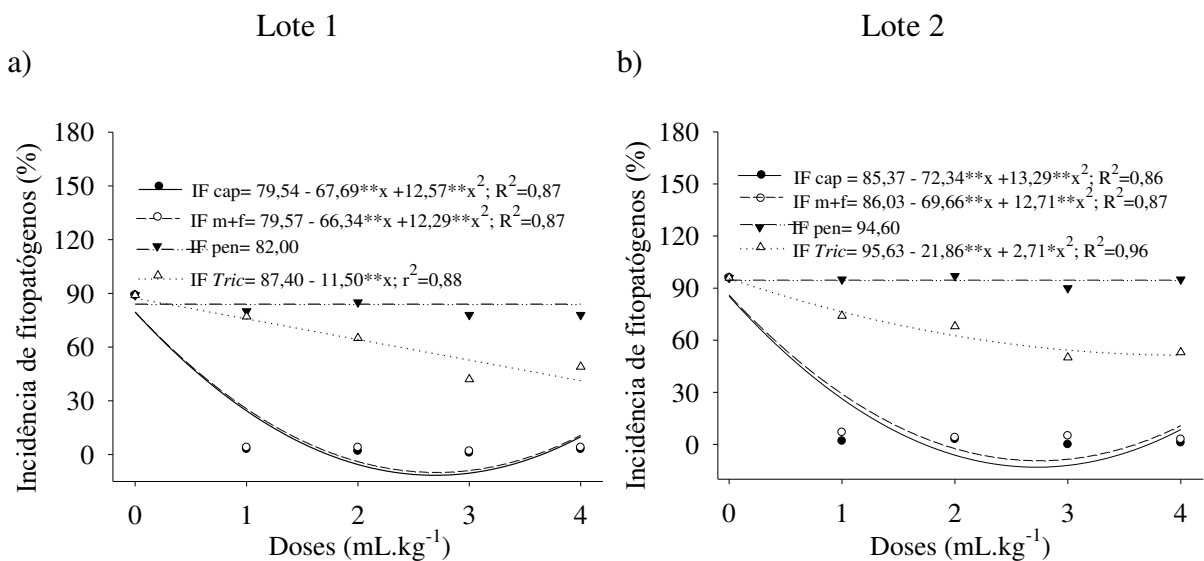
3.2.1 Método de incubação em Papel de Filtro (“blotter test”)

3.2.1.1 Incidência de fitopatógenos

Houve efeito significativo da interação entre os fungicidas e as doses. Nos dois lotes, os dados dos tratamentos contendo Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil se ajustaram ao modelo

quadrático na análise de regressão. Os dados de *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo linear no lote 1, e quadrático no lote 2. Nos dois lotes, os dados dos tratamentos com Pencicuron não apresentaram efeito significativo dos fatores.

Figura 5 - Incidência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi, em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método de incubação em papel de filtro (“blotter test”). ● Captana, ○ Metalaxil-M + Fludioxonil, ▼ Penciluron e Δ *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com a Figura 5, as doses que promoveram a menor incidência de fitopatógenos no lote 1 (Figura a), foram 2,6 mL de Captana (11,5%), 2,7 mL de Metalaxil-M + Fludioxonil (10%) e 4 mL de *Trichoderma harzianum* (41,4%). No lote 2 (Figura b), as menores incidências de fitopatógenos foram proporcionadas pela dose de 2,7 mL de Captana (13,1%) e também de Metalaxil-M + Fludioxonil (9,4%), e 4 mL de *Trichoderma harzianum* (51,6%). As maiores incidências foram obtidas nas doses 0 (controle), sendo de 89 e 96% para os lotes 1 e 2, respectivamente.

Para os dois lotes, os fungicidas químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil foram os mais eficientes no controle dos fitopatógenos presentes nas sementes de feijão-caupi. Os tratamentos biológicos com uso de *Trichoderma harzianum* e o químico com uso do Penciluron não foram eficientes no controle dos fitopatógenos, quando comparados com os tratamentos químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil.

Estes resultados corroboram com aqueles obtidos por Marroni et al. (2012) em que o produto a base de *Trichoderma* spp. não promoveu redução total dos microrganismos sobre as

sementes de mamona. Muller (2013), tratando sementes de melão, constatou que, dentre os produtos químicos testados, o fungicida Captana foi o mais eficiente no controle de todos os fungos identificados na testemunha.

3.2.1.2 Frequência de fitopatógenos

Na Tabela 2 foram identificados oito fungos associados às sementes pelo método de incubação em Papel de Filtro (“blotter test”), sendo eles: *Fusarium*, *Cladosporium*, *Cercospora*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Paecilomyces* (Tabela 2).

Tabela 2 - Frequência de fitopatógenos (%) em dois lotes de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) não tratadas, determinada pelo método do papel de filtro (“blotter test”).

Fitopatógenos (%)		
	Lote 1	Lote 2
<i>Fusarium</i>	36	39
<i>Cladosporium</i>	37	40
<i>Cercospora</i>	16	10
<i>Aspergillus</i>	8	9
<i>Rhizopus</i>	15	8
<i>Penicillium</i>	1	0
<i>Trichoderma</i>	7	8
<i>Paecilomyces</i>	0	8

Fonte: Produção do próprio autor.

A maioria dos gêneros fúngicos encontrados são fitopatógenos de sementes de muitas espécies de plantas e podem ser responsáveis pela redução da germinação.

Uma microflora semelhante foi encontrada por Diógenes (2014) e Farias et al. (2016) em sementes de feijão-caupi, em que os fungos predominantes foram *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* e *Cladosporium*.

Na Tabela 3, observa-se que houve efeito isolado dos fatores para todos os gêneros, menos para *Penicillium* e *Bacillus* que também em nenhum tratamento não diferem do controle

Tabela 3 - Frequência de fitopatógenos (%) do lote 1 de sementes de feijão-caupi em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método do papel de filtro (“blotter test”).

Lote 1					
Doses (mL.kg ⁻¹ semente)					
Fungicidas	1	2	3	4	
<i>Fusarium</i>					
Pencicuron	14	14	8*	11*	11,8a
Captana	1*	2*	0*	2*	1,3b
Metal. + Flud.	1*	2*	1*	2*	1,5b
<i>T. harzianum</i>	22	16	10*	14	15,5a
CV= 73%	9,5A	8,5 ^a	4,8 ^a	7,3A	
Controle					36
<i>Cladosporium.</i>					
Pencicuron	46	38	36	37	39,3a
Captana	0*	0*	1*	1*	0,5c
Metal. + Flud.	2*	1*	1*	2*	1,5c
<i>T. harzianum</i>	36	30	17*	18*	25,3b
CV= 42%	21,0A	17,3AB	13,8AB	14,5B	
Controle					37
<i>Cercospora</i>					
Pencicuron	11	9	8	6*	8,5a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0b
Metal. + Flud.	0*	0*	0*	0*	0,0b
<i>T. harzianum.</i>	7*	7*	6*	6*	6,5a
CV= 104,4%	4,5A	4,0A	3,5 ^a	3,0A	
Controle					16
<i>Aspergillus</i>					
Pencicuron	12	14	9	13	12,0a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0c
Metal. + Flud.	0*	1	0*	0*	0,3c
<i>T. harzianum</i>	6	4	4	5	4,8b
CV= 95,1%	4,5A	4,8 ^a	3,3 ^a	4,5A	
Controle					8
<i>Rhizopus</i>					
Pencicuron	8	10	12	14	11,0a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0b
Metal. + Flud.	1*	0*	0*	0*	0,3b
<i>T. harzianum</i>	6	8	4*	5*	5,8ab
CV= 167,8%	3,8A	4,5 ^a	4 ^a	4,8A	
Controle					15
<i>Penicillium.</i>					
Pencicuron	2	0	0	0	0,5
Captana	0	0	0	0	0,0
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0

<i>T. harzianum</i>	0	0	0	0	0,0
CV= 800%	0,5	0,0	0,0	0,0	
Controle	1				
<i>Trichoderma</i>					
Pencicuron	4	3	5	4	4,0a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0b
Metal. + Flud.	0*	0*	0*	0*	0,0b
<i>T. harzianum</i>	3	2	5	6	4,0a
CV= 138,4%	1,8A	1,3 ^a	2,5 ^a	2,5A	
Controle	7				
<i>Bacillus</i>					
Pencicuron	0	0	0	0	0,5
Captana	0	0	0	0	0,0
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0
<i>T. harzianum</i>	0	0	1	0	0,3
CV= 596,3%	0,0	0,0	0,8	0,0	
Controle	0				

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade e médias seguidas de asterisco (*), diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste Dunnett.

Fonte: Produção do próprio autor.

Na Tabela 4, nota-se que houve efeito isolado dos fatores. Para o gênero *Penicillium* não houve efeito dos fatores.

Tabela 4 – Frequência de fitopatógenos (%) do lote 2 de sementes de feijão-caupi em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método do papel de filtro (“blotter test”).

Lote 2					
Doses (mL.kg ⁻¹ semente)					
Fungicidas	1	2	3	4	
<i>Fusarium</i>					
Pencicuron	32	35	34	32	33,3a
Captana	1*	3*	0*	1*	1,3c
Metal. + Flud.	4*	3*	3*	2*	3,0c
<i>T. harzianum</i>	21	13*	12*	11*	14,3b
CV= 65,1%	14,5A	13,5A	12,3 ^a	11,5A	
Controle	39				
<i>Cladosporium</i>					
Pencicuron	43	45	40	41	42,3a
Captana	1*	0*	0*	0*	0,3c
Metal. + Flud.	3*	2*	1*	0*	1,5c
<i>T. harzianum</i>	32	31	21*	22*	25,5b
CV= 42,7%	19,8A	19,5A	15,5 ^a	15,8A	
Controle	40				

<i>Cercospora</i>					
Pencicuron	7	5	4	5	5,3a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0b
Metal. + Flud.	0*	0*	0*	0*	2,0b
<i>T. harzianum</i>	1*	3*	2*	2*	0,0b
CV= 161,6%	2,0A	2,0A	1,0A	1,8A	
Controle	10				
<i>Aspergillus</i>					
Pencicuron	8	7	9	8	8,0a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0b
Metal. + Flud.	0*	0*	0*	0*	0,0b
<i>T. harzianum</i>	4*	2*	1*	3*	2,5b
CV= 116,4%	3,0A	2,3A	2,5 ^a	2,8A	
Controle	9				
<i>Rhizopus</i>					
Pencicuron	6	7	3*	5	5,3a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0b
Metal. + Flud.	0*	0*	0*	1*	0,3b
<i>T. harzianum</i>	4*	6	0*	2*	2,8ab
CV= 224,1%	2,5A	3,3A	0,8 ^a	2,0A	
Controle	8				
<i>Penicillium</i>					
Pencicuron	0	1	2	0	0,8
Captana	0	0	0	0	0,0
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0
<i>T. harzianum</i>	0	0	3*	0	0,6
CV=392,5%	0	0,3	1,3	0,0	
Controle	0				
<i>Trichoderma</i>					
Pencicuron	4	6	4	7	5,3a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0b
Metal. + Flud.	0*	0*	0*	0*	0,0b
<i>T. harzianum</i>	4	4	5	8	5,8a
CV= 121,5%	2,0A	2,5A	2,3 ^a	3,8A	
Controle	8				
<i>Paecilomyces</i>					
Pencicuron	6	9	7	10	8,0a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0b
Metal. + Flud.	0*	0*	0*	0*	0,0b
<i>T. harzianum</i>	9	8	5	7	7,2a
CV= 82,6%	3,8A	4,3A	3,0A	4,3A	
Controle	8				

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade e médias seguidas de asterisco (*), diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste Dunnett.

Fonte: Produção do próprio autor.

Os fungos encontrados em maiores frequências foram *Fusarium* e *Cladosporium* (Tabela 3 e 4), os quais ocorrem em inúmeras espécies vegetais, especialmente como componente da microflora das sementes ainda no campo e durante o armazenamento.

Dentre os fungos do gênero *Fusarium*, há espécies não patogênicas que podem ocorrer com relativa frequência, não tendo muita relevância para a cultura. Por outro lado, *Fusarium oxysporum* e *Fusarium solani* são importantes para a cultura, podendo causar doenças que são altamente prejudiciais e capazes de causar sérias perdas de produção.

Os fungos do gênero *Cladosporium* são considerados cosmopolitas em sua distribuição e são comumente encontrados em plantas e suas sementes (BENSCH et al., 2012). Alta incidência pode ser comum em lotes de sementes. Carvalho et al. (2011) verificaram 97% de incidência de *Cladosporium* em sementes de feijão.

Os dois lotes estudados apresentaram comportamento semelhantes, de maneira geral, os fungicidas químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil apresentaram resultados satisfatórios na redução da frequência dos patógenos associados nas sementes de feijão-caupi (Tabela 3 e 4). O fungicida biológico à base de *Trichoderma harzianum* não apresentou controle eficiente dos fungos quando comparados com o Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, mas, os tratamentos com as maiores concentrações reduziram as frequências dos fitopatógenos quando comparados à testemunha. O fungicida químico Pencicuron não mostrou-se eficiente no controle dos fitopatógenos.

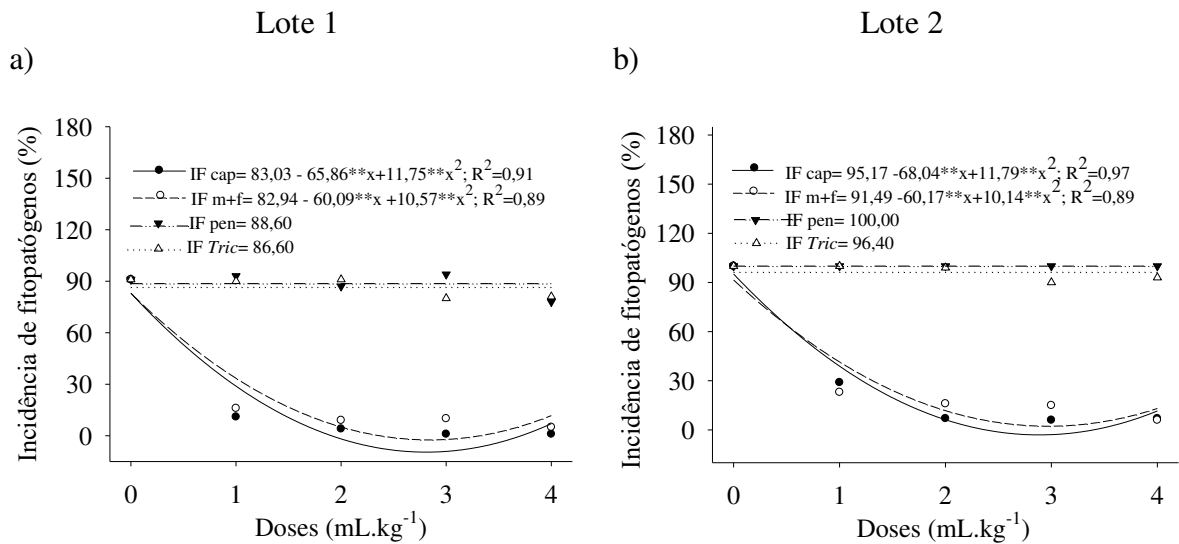
Assim como no presente trabalho, Farias et al. (2016) relataram que a utilização do fungicida Captana proporcionou menor incidência de *Aspergillus*, *Penicillium*, e *Fusarium* em feijão-massar (*Vigna unguiculata* L.). Lazarotto et al. (2010) observaram que o tratamento químico das sementes com Captana e a mistura de Captana + Tiofanato Metílico reduziu a incidência de *Fusarium* nas sementes, quando comparado a testemunha.

3.2.2 Método de incubação em meio BDA

3.2.2.1 Incidência de fitopatógenos

Houve efeito significativo da interação entre os fungicidas e doses. Os dados dos tratamentos contendo os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil se ajustaram ao modelo quadrático para os dois lotes. Os dados dos tratamentos com os fungicidas Pencicuron e *Trichoderma harzianum* não apresentaram efeito dos fatores para os dois lotes (Figura 6).

Figura 6 - Incidência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método de incubação em meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar). ● Captana, ○ Metalaxil-M + Fludioxonil, ▼ Pencicuron e Δ *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com a Figura 6a, a dose ótima estimada pela análise de regressão que proporcionou a menor incidência de fitopatógenos foi de 2,8 mL de Captana (9,5%) e também de Metalaxil-M + Fludioxonil (2,4%) para o lote 1. Para o lote 2 (Figura 6b) as menores incidências de fitopatógenos foram constatadas pelas doses 2,9 mL de Captana (3%) e 3 mL de Metalaxil-M + Fludioxonil (2,2%). A maior incidência ocorreu na dose 0 (controle), sendo de 91 e 100% para os lotes 1 e 2, respectivamente.

Os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil foram eficientes no controle dos fitopatógenos, enquanto os fungicidas Pencicuron e *Trichoderma harzianum* não apresentaram bons resultados. A partir da dose de 3 mL.kg de sementes a curva aumenta, isso ocorre devido a representatividade das amostras, ou seja, foram avaliadas amostras diferentes, que continham diversos fungos em proporções diferentes.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2011), constatando que o tratamento químico com Captana apresentou resultados satisfatórios na redução da incidência de fungos em sementes de espécies florestais, quando comparado à testemunha. Os mesmos autores ainda observaram que o fungicida Pencicuron não apresentou controle satisfatório dos fungos presentes nas sementes. Migliorini et al. (2012) observaram que o uso do tratamento químico com Fludioxonil + Metalaxil-M foi eficiente no controle de fungos que infectam ou infestam sementes de canola, quando comparados com a testemunha.

3.2.2.2 Frequência de fitopatógenos

Na Tabela 5 apresentam-se os resultados da frequência dos fitopatógenos presentes nas sementes sem tratamento dos lotes, determinados pelo método de incubação em meio BDA.

Foram identificados sete fitopatógenos, sendo eles: *Fusarium*, *Cladosporium*, *Cercospora*, *Rhizoctonia*, *Trichoderma*, *Bacillus* e *Paecilomyces* (Tabela 5).

Tabela 5 - Frequência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) não tratadas, determinadas pelo método de incubação em meio BDA.

Fitopatógenos (%)		
	Lote 1	Lote 2
<i>Fusarium</i>	35	46
<i>Cladosporium</i>	22	39
<i>Cercospora</i>	8	10
<i>Rhizoctonia</i>	15	31
<i>Trichoderma</i>	6	3
<i>Bacillus</i>	5	4
<i>Paecilomyces</i>	0	8

Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com a Tabela 6, houve efeito isolados das doses e fungicidas e, somente para o gênero *Bacillus* não houve efeito dos fatores.

Tabela 6 - Frequência de fitopatógenos (%) do lote 1 de sementes de feijão-caupi em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método de incubação em meio BDA.

Lote 1					
Doses (mL.kg ⁻¹ semente)					
Fungicidas	1	2	3	4	
<i>Fusarium</i>					
Pencicuron	34	26	33	28	30,5a
Captana	4*	1*	0*	1*	1,5b
Metal. + Flud.	9*	5*	3*	2*	4,8b
<i>T. harzianum</i>	32	36	27	21	29,0a
CV= 40,1%	19,8A	17,0A	15,8A	13,0A	
Controle					35
<i>Cladosporium</i>					
Pencicuron	37*	34	39*	32	35,5a

Captana	4*	0*	1*	0*	1,3c
Metal. + Flud.	4*	0*	4*	2*	2,5b
<i>T. harzianum</i>	30	19	13	23	21,3b
CV= 45,7%	18,8A	13,3A	14,3A	14,3A	
Controle	22				
<i>Cercospora</i>					
Pencicuron	7	7	5	3	5,5a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0b
Metal. + Flud.	0*	0*	0*	0*	0,0b
<i>T. harzianum</i>	8	9	9	8	8,5a
CV= 107,5%	3,8A	4,0A	3,5 ^a	2,8A	
Controle	8				
<i>Rhizoctonia</i>					
Pencicuron	17	11	12	8	12,0b
Captana	0*	2	0*	0*	0,5c
Metal. + Flud.	1	0*	0*	0*	0,3c
<i>T. harzianum</i>	19	22	15	19	18,8a
CV= 86,9%	9,3A	8,8A	6,8 ^a	6,8A	
Controle	15				
<i>Trichoderma</i>					
Pencicuron	5	6	6	6	5,8b
Captana	0	0	0	0	0,0c
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0c
<i>T. harzianum</i>	9	6	13	10	9,5a
CV=87,3%	3,5A	3,0A	4,8 ^a	4,0A	
Controle	6				
<i>Bacillus</i>					
Pencicuron	6	3	6	2	4,3
Captana	3	1	0	0	1,0
Metal. + Flud.	2	4	3	1	2,5
<i>T. harzianum</i>	3	1	3	3	2,5
CV= 140,3%	3,5	2,3	3,0	1,5	
Controle	5				

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade e médias seguidas de asterisco (*), diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste Dunnett.

Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com a Tabela 7, somente para as médias de *Fusarium* ocorreu interação entre os fatores. Para os demais fitopatógenos houve efeito isolado.

Tabela 7 - Frequência de fitopatógenos (%) do lote 2 de sementes de feijão-caupi em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método de incubação em meio BDA.

Lote 2					
Doses (mL.kg ⁻¹ semente)					
	1	2	3	4	
<i>Fusarium</i>					
Pencicuron	39aB	60aA	40aB	39aB	44,5
Captana	6,0cA*	1cA*	2bA*	2bA*	2,8
Metal. + Flud.	11cA*	5cA*	6bA*	1aA*	5,8
<i>T. harzianum</i>	57aA	43bAB	34aB	36aB	42,5
CV= 37,5%	28,3	27,3	20,5	19,5	
Controle	46				
<i>Cladosporium</i>					
Pencicuron	45	43	47	53	47,0a
Captana	9*	2*	1*	1*	3,3c
Metal. + Flud.	8*	8*	7*	3*	6,5c
<i>T. harzianum</i>	28	26	22	12*	22,0b
CV= 46,5%	22,5A	19,8A	19,3A	17,3A	
Controle	39				
<i>Cercospora</i>					
Pencicuron	11	7	13	6	9,3a
Captana	2*	0*	0*	0*	0,5b
Metal. + Flud.	0*	0*	0*	0*	0,0b
<i>T. harzianum</i>	8	10	6	10	8,5b
CV= 85,1%	5,3A	4,3A	4,8A	4,0A	
Controle	10				
<i>Rhizoctonia</i>					
Pencicuron	24	30	23	26	25,8a
Captana	8*	1*	1*	1*	2,8b
Metal. + Flud.	1*	0*	1*	0*	0,5b
<i>T. harzianum</i>	32	17	16	20	21,3a
CV= 56,2%	16,3A	12,0A	10,3A	11,8A	
Controle	31				
<i>Trichoderma</i>					
Pencicuron	2	2	3	1	2,0b
Captana	1	0	0	0	0,3b
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0b
<i>T. harzianum</i>	6	16*	10	12*	11,0a
CV=126%	2,3A	4,5A	3,3A	3,3A	
Controle	3,0				
<i>Bacillus</i>					
Pencicuron	2	4	5	4	3,8a

Captana	3	3	2	3	2,8a
Metal. + Flud.	3	3	1	3	2,5a
<i>T. harzianum</i>	1	3	3	3	2,5a
CV= 128,6%	2,3A	3,3A	2,8A	3,3A	
Controle					4
<i>Paecilomyces</i>					
Pencicuron	6	8	6	5	6,3a
Captana	0*	0*	0*	0*	0,0b
Metal. + Flud.	0*	0*	0*	0*	0,0b
<i>T. harzianum</i>	7	4	4	6	5,3a
CV= 130,9%	3,3A	3,0A	2,5A	2,8A	
Controle					8

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade e médias seguidas de asterisco (*), diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Dunnett.

Fonte: Produção do próprio autor.

A maioria dos patógenos do feijão-caupi são transmitidos e disseminados por sementes, estabelecendo possíveis focos primários de infestação e infecção em novas áreas de cultivo. A utilização de sementes infectadas é um fator negativo referentes à disseminação e transmissão de patógenos as plantas.

Dentre esses patógenos transmitidos e disseminados por sementes, destaca-se a *Rhizoctonia*, fungo cosmopolita, de vida saprofítica, com vasto número de hospedeiros (DIAS, 2010; GARCIA et al., 2014) e que ataca diferentes culturas de importância econômica. De acordo com Silva et al. (2011), a semente é um meio de disseminação e de sobrevivência desse patógeno por longos períodos e sua infecção pode ocorrer de duas formas, pela semeadura de sementes infectadas ou pelo solo contaminado.

Os fungicidas químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil foram eficientes no controle dos fitopatógenos presentes nas sementes (Tabela 6 e 7), enquanto os fungicidas *Trichoderma harzianum* e o Pencicuron não reduziram a frequência dos fitopatógenos presentes nas sementes.

3.2.3 Incubação em rolo de papel para detecção de *Colletotrichum*

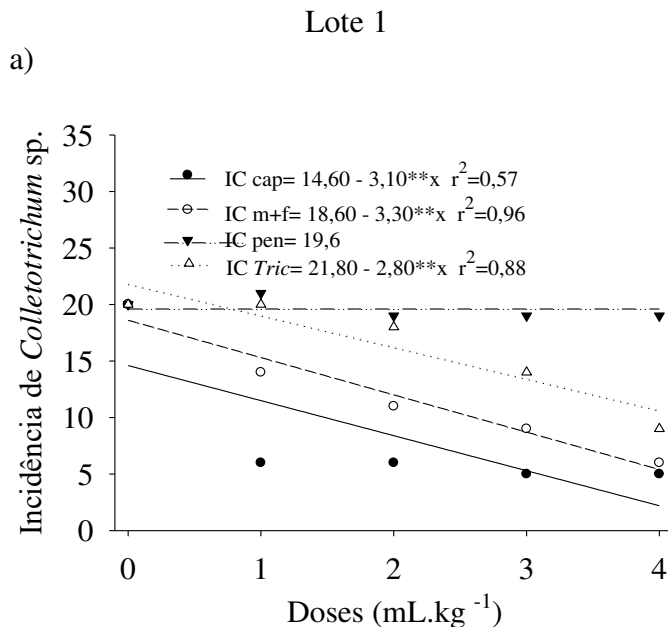
O fungo *Colletotrichum* é o agente causal da antracnose, doença severa do feijão comum que atinge também o feijão-caupi. Sendo, eficientemente transmitido pelas sementes. Os fungos do gênero *Colletotrichum* são patógenos importantes que podem comprometer a sanidade da

cultura do feijão-caupi, mesmo quando ocorrem em incidências relativamente baixas nas sementes.

Houve efeito significativo da interação entre os fungicidas e as doses para incidência de *Colletotrichum* no lote 1. No lote 2, não houve efeito dos fatores.

No lote 1, os dados dos tratamentos referentes ao Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo linear. Não houve efeito significativo dos fatores para os dados dos tratamentos referentes ao Pencicuron.

Figura 7 - Incidência de *Colletotrichum* (%) no lote 1 de sementes de feijão-caupi, em função das diferentes doses e fungicidas, determinada pelo método de incubação em rolo de papel paradetecção de *Colletotrichum*. ● Captana, ○ Metalaxil-M + Fludioxonil, ▼ Pencicuron e Δ *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com a Figura 7a, a dose de 4 mL promoveu menor incidência de *Colletotrichum* para Captana (2,2%), Metalaxil-M+ Fludioxonil (5,4%) e *Trichoderma harzianum* (10,6%). As maiores incidências de *Colletotrichum* foram detectadas na dose 0 (controle), sendo igual a 20%.

Pesquisando sobre o tratamento de sementes para o controle da antracnose utilizando fungicidas, Mendes et al. (2014) verificaram que o tratamento à base de Fludioxonil + Metalaxil-M diminuiu o número de plântulas de soja contaminadas quando comparado à testemunha. Oliveira et al. (2013), tratando sementes de soja com fungicidas para o controle de *Colletotrichum truncatum* constataram que o tratamento de Fludioxonil + Metalaxil-M

apresentou alto desempenho no controle dos fungos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A germinação e o vigor das sementes tratadas foi superior às não tratadas e, dentre os tratamentos, os melhores resultados foram observados em sementes tratadas com os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil.

Os dois lotes estudados apresentaram comportamento semelhantes, em que os fungicidas químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil apresentaram controle significativo dos fitopatógenos, reduzindo a frequência e incidência deles nas sementes.

Os fungicidas Pencicuron e *Trichoderma harzianum* não apresentaram controle eficiente dos fitopatógenos quando comparados com Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil; entretanto, os tratamentos com as maiores doses reduziram a incidência dos fitopatógenos e proporcionaram maiores valores de germinação e de vigor, quando comparados ao controle.

Foi constatada redução da germinação e do vigor das sementes com o aumento das concentrações dos fungicidas à base de Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, em que doses acima de 3 mL.kg⁻¹ provocam efeito fitotóxico nas sementes.

As doses que proporcionaram as maiores porcentagens de germinação foram: 2,6 mL de Captana e 3,1 mL de Metalaxil-M + Fludioxonil para o lote 1; 2,8 mL de Captana, 2,7 mL de Metalaxil-M + Fludioxonil para o lote 2; e 4 mL de Pencicuron e de *Trichoderma harzianum* para o lote 1 e 2.

5 CONCLUSÕES

Recomenda-se para o tratamento de sementes de feijão-caupi os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, nas concentrações de 250 a 310 mL.100 kg⁻¹ de sementes.

6 REFERÊNCIAS

BENSCH, K.; BRAUN, U.; GROENEWALD, J.Z.; CROUS, P.W. The genus *Cladosporium*. **Studies in Mycology**, v.72, p.1-401, 2012.

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

CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JUNIOR, M. e GERALDINE, A. M. Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.8, p.822-828, 2011.

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

DIAS, A. C. R. **Controle químico de doenças de Eucalyptus spp. em viveiros e seus efeitos morfo-morfológicos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista – Campus de Botucatu, Botucatu, 2010.

DIÓGENES, F. E. P. **Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi armazenadas com pó de folhas de plantas da caatinga**. 2014. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

FARIAS, O. T.; NASCIMENTO, L. C.; OLIVEIRA, F. S.; SANTOS, M. D. R., BRUNO, R. L. A. Óleo essencial de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) e copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf) sobre a sanidade e fisiologia de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.3, p.629-635, 2016.

FERREIRA, K. R.; CORREA, C. M. de A.; GIL, R. L.; LANSSANOVA, L. R.; NOVAIS, J. W. Z.; ARAÚJO, L. M. Preferência do pulgão-preto, *Aphis Craccivora* Koch, a dois diferentes genótipos de feijão-caupi, *Vigna Unguiculata* (L.) Walp. **Uniciências**, v.22, n.1, p.24-27, 2018.

GAGLIARDI, B.; CARVALHO, T. C., PUPIM, T. L.; GOMES JUNIOR, F. G.; SILVA TIMÓTEO, T. S.; KOBORI, N. N.; MORAES, M. H. D.; MENTEN, J. O. M. Efeito de fungicidas para controle da ferrugem asiática na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.4, p.120-125, 2009.

GARCIA, R. Á.; MIRANDA, B. A.; JÚNIOR, M. L.; ARAÚJO, F. G.; CUNHA, M. G. Efeito de compostos orgânicos sobre podridões radiculares no feijoeiro comum. **Bioscience Journal**, v.30, n.1, p.25-32, 2014.

LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; SANTOS, A. F. Detecção, transmissão, patogenicidade e controle químico de fungos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*). **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 2, p. 134-139, 2010.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p.176-77, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. FEALQ. 2005, p.425-495.

MARESCIALLO, B. G.; EFFGEN, C. F. Avaliação de diferentes fungicidas no tratamento de sementes do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/construção e Tecnologia**, v.5, n.8, p.17-29, 2016.

MARRONI, I. V.; MOURA, A. B.; UENO, B. Chemical and biological treatments of castor bean seeds: effects on germination, emergence and associated microorganisms. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.1, p.21-28, 2012.

MENDES, S.; MARIANO, D. C.; MOREIRA, A. J. F.; OLIVEIRA NETO, C. F.; OKUMURA, R. S. Tratamento de sementes de soja no controle da antracnose. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18, p. 2877- 2886, 2014.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.13-18, 2009.

MIGLIORINI, P.; KULCZYNSKI, S. M.; SILVA, T. A.; BELLÉ, C.; KOCH, F. Efeito do tratamento químico e biológico na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de canola. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15, p.788- 801, 2012.

MULLER, J. **Tratamentos de sementes de melão e os efeitos sobre a qualidade sanitária e fisiológica**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J. R. A.; SILVA, K. J. D.; ROCHA, M. M. **BRS Tumucumaque: cultivar de feijão-caupi com valor nutritivo para o Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental (Comunicado técnico, 106), 2014.

OLIVEIRA, S.; BRUNES, A. P.; LEMES, E. S.; TAVARES, L. C.; MENEGHELLO, G. E. Tratamento de sementes de arroz com silício e qualidade fisiológica das sementes. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.202-209, 2016.

OLIVEIRA, V. A.; MARTINS, L. P.; GONÇALVES, R. C.; BENÍCIO, L. P. F.; COSTA, D. L.; LUDWIG, J. Uso de tratamento de sementes com fungicida no controle de *Colletotrichum truncatum* e qualidade fisiológica de sementes de soja *Glycine max*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n.2, p. 98-106, 2013.

PESSÔA, U. C. M.; OLIVEIRA, K. J. A.; SOUZA, A. S.; PIMENTA, T. A.; MUNIZ, R. V. S.; ARAÚJO NETO, A. G. Desempenho fisiológicos e crescimento do feijão-caupi, sob manejos de plantas daninhas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n.2, p. 246-250, 2017.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. 2019.

ROCHA, G. C.; RUBIO NETO, A.; CRUZ, S. J. S.; CAMPOS, G. W. B.; OLIVEIRA CASTRO, A. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas. **Científica Multidisciplinary Journal**, v.1, n.5, p.50-65, 2017.

SANTOS, P. L. **Efeito de óleos essenciais sobre o fungo *Phomopsis sojae* e a qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2014.

SILVA, L. G., COSMI, F. C., JESUS JUNIOR, W. C., SOUZA, A. F., MORAES, W. B., Efeito do tratamento químico na sanidade de sementes de espécies florestais. **Ciência Florestal**, v.21, n.3, p.473-478, 2011.

SILVA, P. P.; FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M. Pea seed treatment for *Rhizoctonia*

solani control. **Journal of Seed Science**, v.35, n.1, p.17-20, 2013.

SIZENANDO FILHO, F. A.; ALMEIDA, E. I. B.; PINTO, C. M.; PITOMBEIRA, J. B. Seletividade de diferentes herbicidas ao feijão-caupi. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, p.84-90, 2013.

TEIXEIRA, A. R.; SOUZA, J. E. B.; TOLEDO, E. D. T. Fungicidas no tratamento de sementes do feijoeiro comum para o controle de tombamento causado por *Rhizoctonia solani*. **Ipê Agronomic Journal**, v.1, n.1, p.25–36, 2017.

TOLEDO, M. Z. **Desenvolvimento de plântulas de soja em função da dessecação das plantas e do tratamento das sementes**. 2011. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2011.

CAPÍTULO II

EFEITO DOS TRATAMENTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICO SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI ARMAZENADAS

RESUMO – A forma mais difundida para controle sanitário das sementes é o tratamento com fungicidas, no entanto, o uso desses produtos para posterior armazenamento das sementes nem sempre traz benefícios à qualidade fisiológica e muitas vezes podem se tornar tóxicos dependendo do tipo, da dose e do período que as sementes ficam armazenadas. Nesse contexto, é relevante analisar sobre o quanto os fungicidas utilizados podem influenciar a viabilidade e o vigor das sementes de feijão-caupi, uma vez que não existem produtos registrados para o tratamento dessas sementes. Sendo assim, objetivou-se analisar os efeitos dos tratamentos químicos e biológico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi durante o armazenamento. Foram utilizados dois lotes de sementes da cultivar ‘BRS Tumucumaque’. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos com fungicidas (cinco) e nas subparcelas os períodos de armazenamento (quatro tempos). Os tratamentos analisados na parcela foram os fungicidas Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum*, além do controle (sem tratamento). Na subparcela avaliou-se quatro períodos de armazenamento: 0, 90, 180 e 270 dias. Na subparcela foram os quatro períodos de armazenamento (0, 90, 180 e 270 dias) em incubadora tipo BOD a temperatura de 20° C constante e umidade relativa em torno de 40%. Os testes realizados foram: grau de umidade, germinação, primeira contagem de germinação, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado, comprimento de plântula, massa seca de plântula, método de incubação em papel do filtro, método de incubação em meio BDA e incubação em rolo de papel para detecção de *Colletotrichum*. Após a análise de variância, os dados qualitativos foram analisados por meio do teste Tukey, e os dados quantitativos foram submetidos à análise de regressão a 5% de significância. Para as análises de frequências de fitopatógenos, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Recomenda-se para o tratamento de sementes de feijão-caupi a serem armazenadas os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil.

Palavras-chave: Fungicidas. Tratamento de sementes. Armazenamento.

EFFECT OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL TREATMENTS ON PHYSIOLOGICAL AND HEALTH QUALITY OF STORED CAUPI BEAN SEEDS

ABSTRACT – The most widespread form for sanitary control of seeds is the treatment with fungicides, however, the use of these products for later storage of seeds does not always bring benefits to physiological quality and can often become toxic depending on the type, dose and period that the seeds are stored. In this context, it is relevant to analyze how much the fungicides used can influence the viability and vigor of cowpea seeds, since there are no registered products for the treatment of these seeds. Thus, the objective was to analyze the effects of chemical and biological treatments on the physiological and health quality of cowpea seeds during storage. Two batches of seeds from the cultivar ‘BRS Tumucumaque’ were used. The experimental design used was completely randomized with four replications, in a split-plot scheme, with fungicide treatments in the plots (five) and in the subplots the storage periods (four times). The treatments analyzed in the plot were the fungicides Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil and *Trichoderma harzianum*, in addition to the control (without treatment). In the subplot four storage periods were evaluated: 0, 90, 180 and 270 days. In the subplot were the four storage periods (0, 90, 180 and 270 days) in a BOD type incubator at a constant temperature of 20°C and relative humidity around 40%. The tests carried were: degree of humidity, germination, first germination count, percentage of emergence, emergence speed index, accelerated aging, seedling length, seedling dry mass, incubation method on filter paper, incubation method in BDA medium and paper roll incubation to detect *Colletotrichum*. After analysis of variance, qualitative data were analyzed using the Tukey test, and quantitative data were subjected to regression analysis at 5% significance. For the frequency analysis of phytopathogens, the treatment averages were compared by the Tukey test at 5% significance. For the treatment of stored cowpea seeds, the fungicides Captana and Metalaxil-M + Fludioxonil are recommended.

Keywords: Fungicides. Seed treatment. Storage.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de sementes com qualidade fisiológica e sanitária superiores é de fundamental importância para o estabelecimento e desenvolvimento da cultura, garantindo o sucesso do empreendimento agrícola.

Além da deterioração resultante do próprio metabolismo das sementes, o ataque de agentes bióticos prejudica a viabilidade e o vigor das sementes (CUNHA et al., 2019). A associação das sementes com microrganismos constitui uma preocupação cada vez maior, principalmente nos países tropicais, onde as condições climáticas mais diversificadas predisõem a um maior número de problemas sanitários (FANTINEL et al., 2017).

As sementes infectadas por patógenos apresentam a viabilidade comprometida e podem ser um veículo de disseminação de doenças. Dessa forma, cuidados devem ser tomados na fase de produção no campo e na de pós-colheita no que diz respeito à redução da qualidade das sementes provocados pela associação das mesmas com microrganismos patogênicos.

A forma mais difundida, entre os produtores, para controle sanitário das sementes é o tratamento químico, que aparece como um relevante auxílio ao desempenho das sementes (LUDWIG et al., 2015). No entanto, o uso desses produtos para posterior armazenamento das sementes, nem sempre traz benefícios à qualidade fisiológica e, muitas vezes podem se tornar tóxicos dependendo do tipo, da dose e do período que as sementes ficam estocadas (AVELAR et al., 2011).

Além de aumentar a proteção das sementes e auxiliar no desenvolvimento inicial das plântulas, é importante que os produtos usados no tratamento e suas misturas não interfiram de forma negativa na qualidade fisiológica das mesmas, seja imediatamente após o tratamento ou durante o período de armazenamento (TRAFANE, 2014).

O armazenamento é uma etapa praticamente obrigatória de um programa de produção de sementes, e após os períodos de armazenamento das sementes a qualidade fisiológica pode ser comprometida (MOUSSA et al., 2011). Entre o período de colheita e a semeadura ocorre a defasagem natural da qualidade fisiológica. O principal desafio deste processo é preservar o máximo possível a qualidade das sementes, procurando reduzir ao máximo a velocidade e a intensidade do processo de deterioração.

Nesse contexto, torna-se relevante analisar o quanto os fungicidas utilizados podem influenciar a viabilidade e o vigor das sementes de feijão-caupi, uma vez que os resultados de pesquisa sobre os efeitos do tratamento químico nas sementes ao longo do período de armazenamento são ainda incipientes.

Sendo assim, objetivou-se por meio deste trabalho analisar os efeitos dos tratamentos químicos e biológico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi durante o armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa e nos Laboratórios de Microbiologia e Diagnóstico de Doenças de Plantas e de Sementes e Melhoramento Genético do Instituto Federal do Espírito Santo- campus Santa Teresa. Foram utilizados dois lotes de sementes de feijão-caupi da cultivar ‘BRS Tumucumaque’.

Com os resultados do experimento I (capítulo I) determinou-se a dose mais adequada de cada fungicida, para o tratamento das sementes, conforme mencionado na Tabela 1.

Tabela 1 - Fungicidas químicos, biológico e suas respectivas doses utilizadas no tratamento de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*).

Lotes	Ingrediente Ativo	Classe	Nome comercial	Doses (mL.kg ⁻¹ semente)
Lote 1	Pencicuron	Fungicida protetor químico	Monceren 250 SC	4
	Captana	Fungicida protetor químico	Captan SC	2,6
	Metalaxil-M + Fludioxonil	Fungicida sistêmico/contato	Maxim® XL	3,1
	<i>Trichoderma harzianum</i>	Fungicida biológico	StimuControl	4
Lote 2	Pencicuron	Fungicida protetor químico	Monceren 250 SC	4
	Captana	Fungicida protetor químico	Captan SC	2,8
	Metalaxil-M + Fludioxonil	Fungicida sistêmico/contato	Maxim® XL	2,7
	<i>Trichoderma harzianum</i>	Fungicida biológico	StimuControl	4

Fonte: Produção do próprio autor.

Para o tratamento das sementes, preparou-se uma calda (dose do produto comercial +

água) na proporção de 1:1, onde as sementes foram imersas e agitadas em sacos plásticos até a completa homogeneização. Após tratadas, elas foram colocadas em bandejas e secas em condição ambiente durante 24 horas. Em seguida, as sementes tratadas e o controle (sem tratamento) foram armazenadas em sacos de papel e a em incubadora tipo BOD, em condições de escuro, à temperatura de 20° C constante e umidade relativa em torno de 40%, conforme recomendado por Camilo et al. (2017) e Smaniotto et al. (2014).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos com fungicidas (cinco) e nas subparcelas os períodos de armazenamento (quatro tempos). Os tratamentos analisados na parcela foram os fungicidas Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum*, além do controle (sem tratamento). Na subparcela (Tabela 1) avaliou-se quatro períodos de armazenamento: 0, 90, 180 e 270 dias.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância. Para o fator qualitativo as médias foram comparadas utilizando-se o teste Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Em relação ao fator quantitativo foi utilizada a análise de regressão e a seleção do modelo que melhor se ajustou aos dados foi feita com base no coeficiente de determinação (R^2) e significância dos coeficientes da regressão. Nas análises de frequências de fitopatógenos as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o R (R CORE TEAM, 2019).

2.1 Grau de umidade

Foi utilizado o método da estufa, a 105 ± 3 °C, por 24 h (BRASIL, 2009). Foram utilizadas duas repetições para cada lote. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.2 Análises fisiológicas

Foram realizadas as seguintes análises fisiológicas: Germinação, Primeira contagem de germinação, Emergência de plântula e Índice de velocidade de emergência, seguindo os mesmos procedimentos relatados no Capítulo I, além das seguintes análises:

2.2.1 Envelhecimento acelerado

Foram acondicionadas 200 sementes, de cada tratamento, distribuídos em camada única,

sobre tela de caixas plásticas do tipo gerbox para envelhecimento, contendo 40 mL de água deionizada. Em seguida, as caixas foram fechadas e levadas à incubadora tipo BOD, regulada à temperatura de 42 °C, por 48 horas (DUTRA e TEÓFILO, 2007). Posteriormente, foi conduzido o teste de germinação, com quatro repetições de 50 sementes, conforme descrição anterior, avaliando-se as porcentagens de plântulas normais ao oitavo dia após a instalação do teste.

2.2.2 Comprimento de plântula

Foi realizado em rolo de papel germitest, umedecido com água na proporção de 2,5 vezes do peso do papel, em que foram dispostas 10 sementes em linha horizontal por repetição. As medições foram realizadas no terceiro dia após a semeadura, sendo as plântulas normais medidas da inserção da alça cotiledonar ao ápice radicular. Os resultados foram expressos em centímetros por plântula.

2.2.3 Matéria seca de plântulas

Foi realizada em conjunto com o comprimento de plântulas, no qual após realizadas as medições das plântulas normais as mesmas foram alocadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de secagem com circulação forçada a 65°C por 72 horas e posteriormente pesadas, para determinar a massa da matéria seca de plântulas, sendo os resultados expressos em miligramas.

2.3 Análises sanitárias

Foram realizadas as seguintes análises sanitárias: Método de incubação em Papel de Filtro (“blotter test”), Método de incubação em meio BDA e Incubação em rolo de papel para detecção de *Colletotrichum*, seguindo os mesmos procedimentos relatados no Capítulo I.

3 RESULTADOS

3.1 Grau de umidade

O grau de umidade das sementes de feijão-caupi dos lotes 1 e 2 variou de 11,31 a 12,26% (Tabela 2), aproximado aos limites de umidade para o armazenamento das sementes ortodoxas, que segundo Marcos Filho (2005), varia de 10 a 12%.

Tabela 2 - Grau de umidade (%) das sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), submetidas aos tratamentos com fungicidas, durante o armazenamento.

Lotes	Tratamentos	Período de armazenamento			
		(dias)			
		0	90	180	270
Lote 1	Controle	11,61	11,72	11,87	11,31
	Captana	11,84	11,99	11,91	11,86
	Metalaxil-M + Fludioxonil	11,75	11,96	11,65	11,74
	Pencicuron	12,10	11,90	11,91	12,07
	<i>Trichoderma harzianum</i>	12,19	12,18	11,86	12,02
Lote 2	Controle	11,93	11,61	11,96	11,70
	Captana	12,14	11,83	12,15	12,02
	Metalaxil-M + Fludioxonil	12,08	12,21	11,84	11,77
	Pencicuron	12,25	11,94	11,77	11,83
	<i>Trichoderma harzianum</i>	12,11	12,26	11,81	11,92

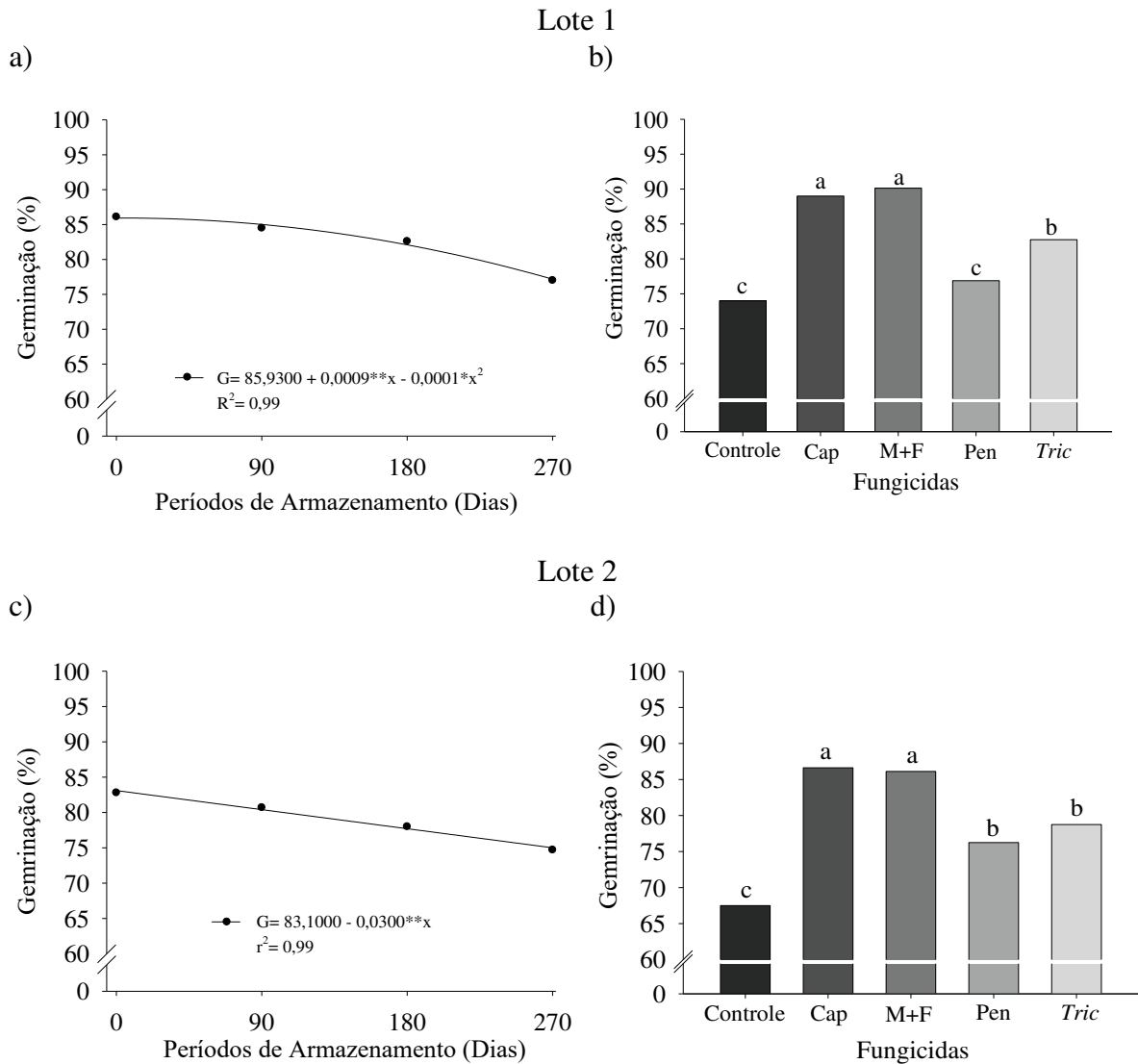
Fonte: Produção do próprio autor.

3.2 Análises fisiológicas

3.2.1 Germinação

Não ocorreu interação entre os fatores analisados, mas houve efeito isolado dos mesmos, para os dois lotes. Para o lote 1, os dados de germinação das sementes armazenadas se ajustaram ao modelo quadrático e, para o lote 2, se ajustaram ao modelo linear.

Figura 1 - Germinação (%) de sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Produção do próprio autor.

A partir das equações obtidas encontrou-se os pontos máximos da porcentagem de germinação com valor estimado de 85,9% para o lote 1 (Figura 1a) e 83,1% para o lote 2 (Figura 1c), ambos alcançados no início do armazenamento (4 dias). As menores germinações foram encontradas aos 270 dias de armazenamento, sendo de 78,9% e 75% para o lote 1 e 2, respectivamente.

Na Figura 1b (lote 1) observa-se que Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, foram superiores aos demais fungicidas e ao controle (sem tratamento). O fungicida biológico *Trichoderma harzianum*, apresentou resultados inferiores a Captana e Metalaxil-M +

Fludioxonil, mas foi superior ao Pencicuron e ao Controle.

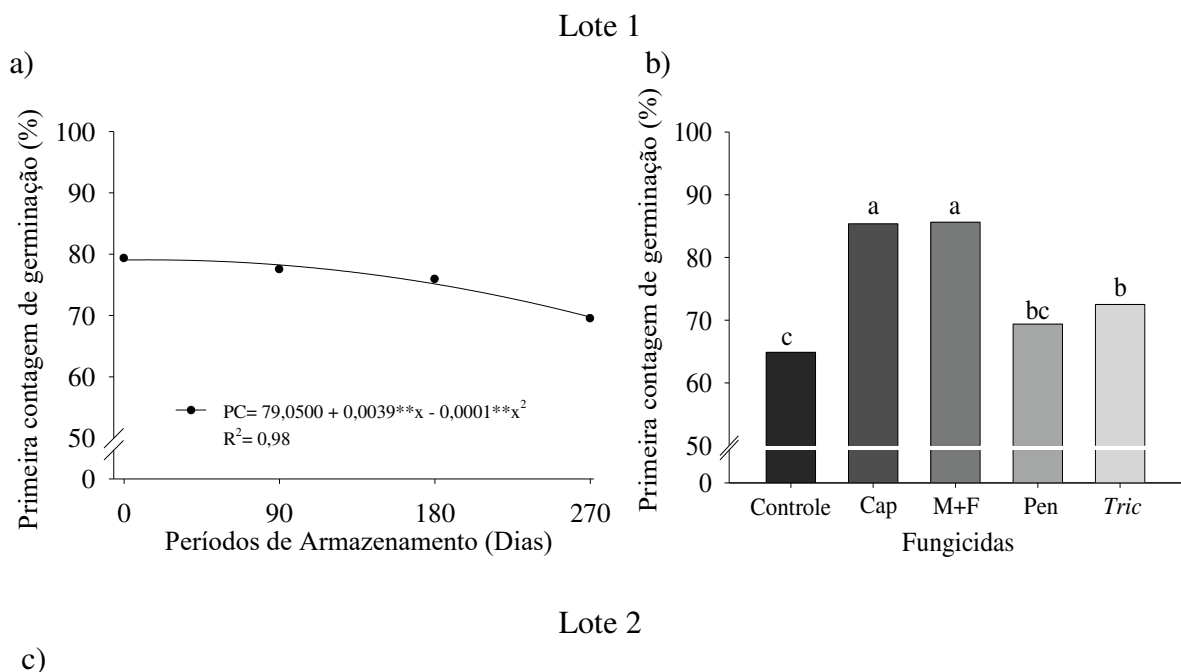
Para o lote 2, observa-se novamente maiores médias de germinação das sementes tratadas com os fungicidas químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, seguidos do fungicida químico Pencicuron e biológico *Trichoderma harzianum* e do controle (sem tratamento).

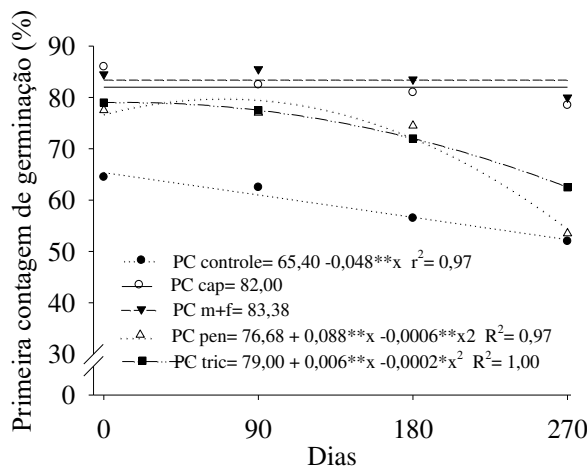
3.2.2 Primeira contagem de germinação

No lote 1 (Figura 2a), não houve interação entre fungicidas e períodos de armazenamento, mas ocorreu efeito isolado dos mesmos. Para o fator períodos de armazenamento, os dados dos tratamentos se ajustaram ao modelo quadrático.

No lote 2 (Figura 2c), houve interação entre os fatores. Os dados de primeira contagem de germinação para os tratamentos Pencicuron e *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo quadrático, e os dados do controle se ajustaram ao modelo linear. Para os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil não houve influência do armazenamento.

Figura 2 - Primeira contagem de germinação (%) de sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ● Controle, ○ Captana, ▼ Metalaxil-M + Fludioxonil, △ Pencicuron e ■ *Trichoderma harzianum*.





Fonte: Produção do próprio autor.

O período de armazenamento de 19,5 dias promoveu a maior porcentagem de germinação das sementes com o ponto máximo de 79,1% para o lote 1 (Figura 2a). Ao longo do armazenamento foi ocorrendo um decréscimo da germinação, sendo aos 270 encontrado a menor média de porcentagem de germinação (66,6%).

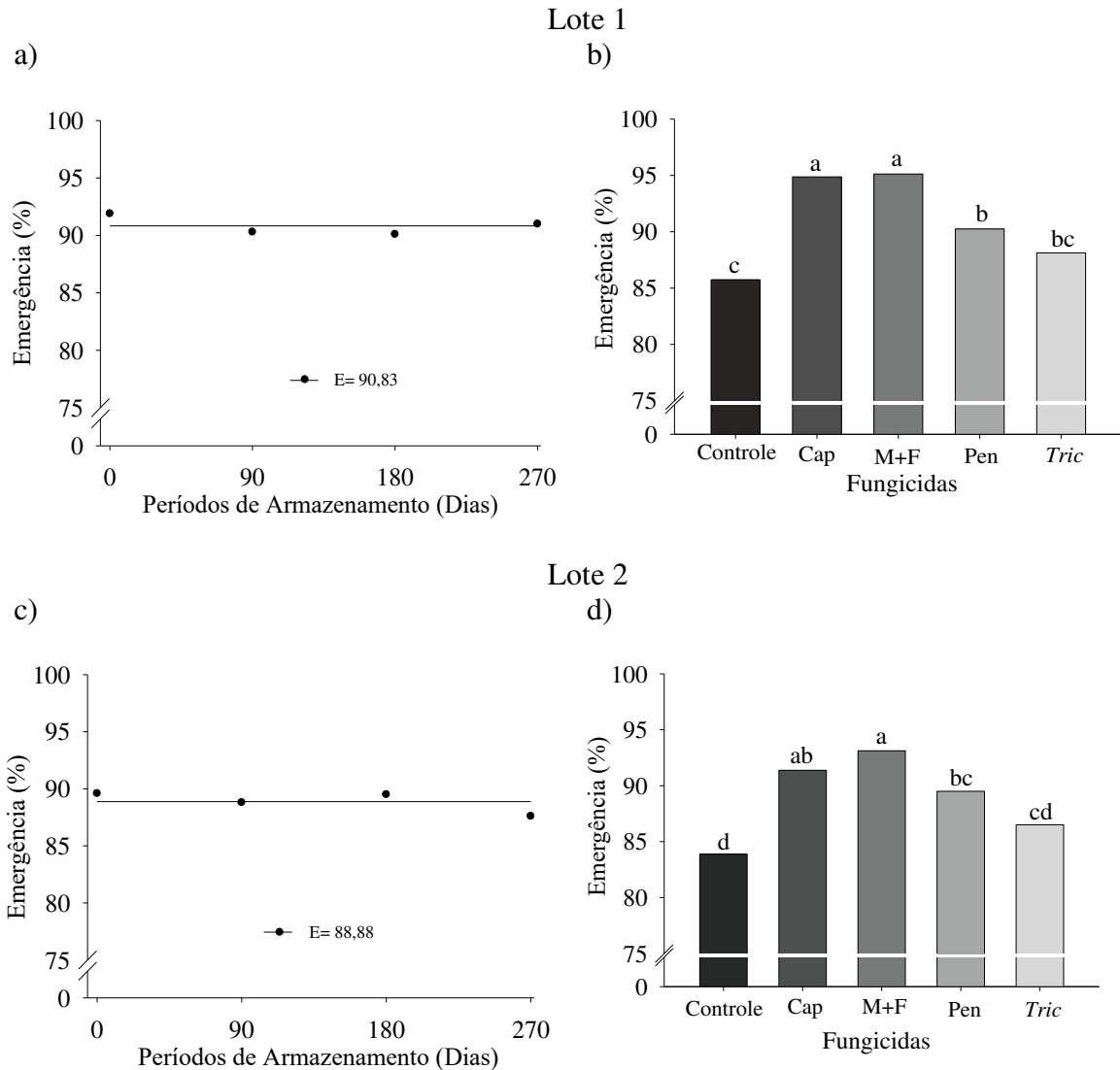
Na Figura 2b (lote 1) os tratamentos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, apresentaram as maiores médias de germinação. O tratamento com *Trichoderma harzianum* apresentou resultados inferiores à Captana e Metalaxil-M+Fludioxonil, sendo igual ao Pencicuron, que não diferiram do controle.

No lote 2 (Figura 2c), os períodos de armazenamento das sementes que proporcionaram os pontos máximos de primeira contagem de germinação, foram: 0 dias para o Controle (65,4%), 73,4 dias para Pencicuron (79,9%) e 14 dias para *Trichoderma harzianum* (79%). Para os tratamentos sobre influência dos fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil não ocorreu diferença significativa, ou seja, não sofreram influência dos períodos de armazenamento, apresentando as maiores médias, sendo 82% para Captana e 83,4% para Metalaxil-M + Fludioxonil. Os menores percentuais de germinações foram encontradas aos 270 dias para todos os tratamentos, sendo 52,4, 56,7 e 65,9% para o Controle, Pencicuron e *Trichoderma harzianum*, respectivamente.

3.2.3 Emergência de plântulas

Nas Figuras 3a-d, apresentaram-se os resultados de emergência de plântulas dos dois lotes de sementes. Para ambos os lotes, não ocorreu interação entre os fatores, semente ocorrendo efeito significativo para o fator tratamento fungicidas.

Figura 3 - Emergência de plântulas (%) de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Produção do próprio autor.

Não houve diferença significativa para os períodos de armazenamento das sementes, apresentando uma média de 90,8% de emergência para o lote 1 (Figura 3a) e 88,8% para o lote 2 (Figura 3c).

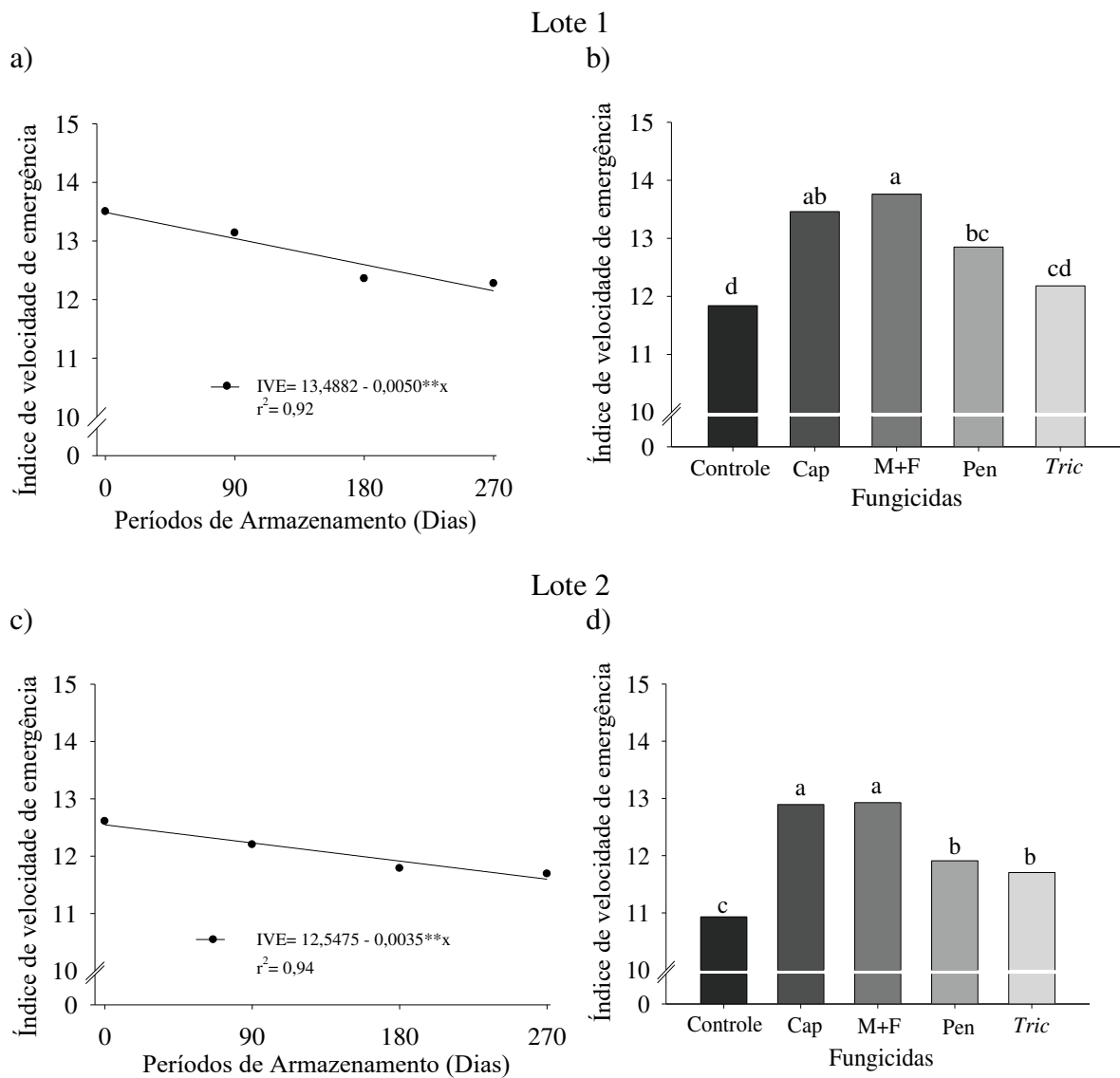
Na Figura 3b (lote 1) os tratamentos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, apresentaram as maiores médias de emergência de plântulas, seguidos do fungicida químico Pencicuron e biológico *Trichoderma harzianum* e do controle (sem tratamento).

Para o lote 2 (Figura 3d), observa-se a maior média de emergência de plântulas no tratamento com o fungicida Metalaxil-M + Fludioxonil e a menor no controle (sem tratamento).

3.2.4 Índice de velocidade de emergência

Não ocorreu interação entre os fatores analisados, mas houve efeito isolado dos mesmos. Os dados de IVE correspondentes aos tratamentos se ajustaram ao modelo linear na análise de regressão, para ambos os lotes.

Figura 4 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de dois lotes de sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Produção do próprio autor.

No início do armazenamento houve o maior valor de IVE para os dois lotes, sendo 13,5

para o lote 1 (Figura 4a) e 12,55 para o lote 2 (Figura 4c). O armazenamento das sementes promoveu uma diminuição do IVE, sendo os menores valores, (12,13 e 11,60 para os lotes 1 e 2 respectivamente) encontrados aos 270 dias de armazenamento.

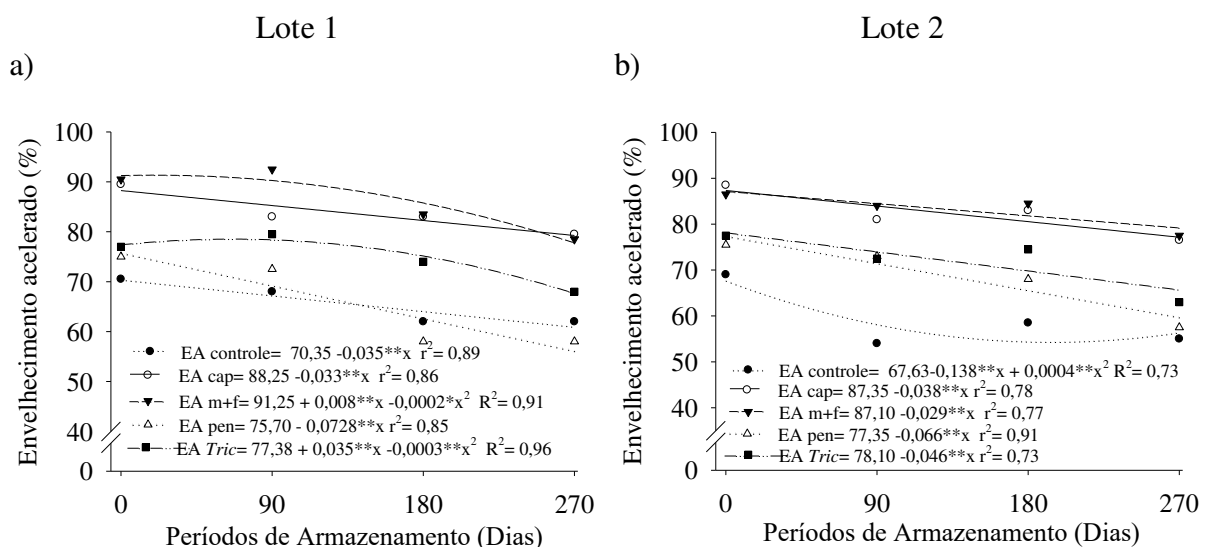
Na Figura 4b (lote 1) observou-se que o tratamento com o fungicida Metalaxil-M + Fludioxonil proporcionou o maior IVE e o Controle (sem tratamento) o menor.

O lote 2 (Figura 4d), observou-se que os tratamentos com os fungicidas Metalaxil-M + Fludioxonil e Captana apresentaram os maiores valores de IVE, seguidos de Pencicuron e *Trichoderma harzianum* e, por último, do Controle.

3.2.5 Envelhecimento acelerado

Para os dois lotes houve efeito significativo da interação entre os fungicidas e os períodos de armazenamento. No lote 1, os dados dos tratamentos Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo quadrático, e os dados do Controle, Captana e Pencicuron se ajustaram ao modelo linear na análise de regressão. Já para o lote 2, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil, Pencicuron e *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo linear e os dados do Controle se ajustaram ao modelo quadrático.

Figura 5 - Germinação (%) de sementes de feijão-caupi, pelo teste de envelhecimento acelerado, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento. ● Controle, ○ Captana, ▼ Metalaxil-M + Fludioxonil, △ Pencicuron e ■ *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com a Figura 5a (lote 1), os pontos máximos de germinação de

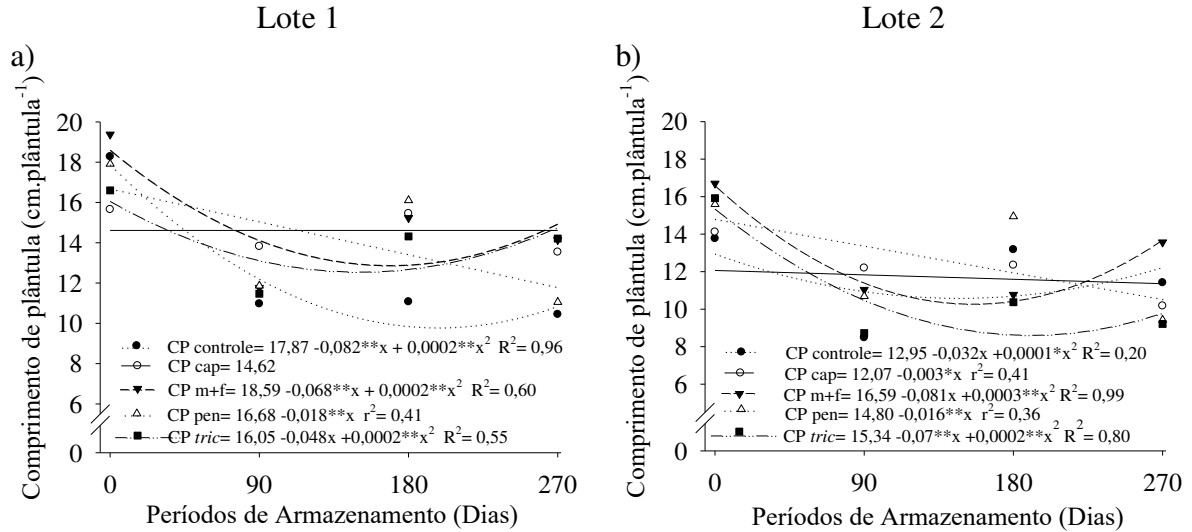
envelhecimento acelerado foram: 0 dias para o Controle (70,4%), Captana (88,3%) e Pencicuron (75,7%), 20 dias para Metalaxil-M + Fludioxonil (93,3%) e 58,3 dias para *Trichoderma harzianum* (78,4%). As menores porcentagens encontradas foram aos 270 dias para todos os tratamentos, sendo 69,9; 79,3; 78,8; 56 e 64,8% para o Controle, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil, Pencicuron e *Trichoderma harzianum*, respectivamente.

Já para o lote 2 (Figura 5b), aos 0 dia de armazenamento ocorreu as maiores porcentagens estimadas, sendo: 67,6; 87,4; 87,1; 77,4; 78,1% para Controle, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil, Pencicuron e *Trichoderma harzianum*, respectivamente. Os menores resultados do teste de envelhecimento acelerado foram observadas aos 172,4 dias para o Controle (55,7%) e aos 270 dias para os demais tratamentos, sendo de 77,1; 79,3; 59,5 e 65,7% para Pencicuron, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum*, respectivamente.

3.2.6 Comprimento de plântulas

Nas Figuras 6a-b, verificam-se os resultados de comprimento de plântulas de feijão-caupi correspondentes aos dois lotes de sementes em função dos tratamentos com fungicidas e períodos de armazenamento das sementes. Para os dois lotes houve efeito significativo da interação entre os fungicidas e os períodos de armazenamento. No lote 1, os dados dos tratamentos Controle, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo quadrático e os dados do Pencicuron se ajustaram ao modelo linear. Os dados do tratamento Captana não apresentaram diferença significativa. Para o lote 2, o Controle, Metalaxil-M + Fludioxonil e *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo quadrático e os dados de Captana e Pencicuron se ajustaram ao modelo linear.

Figura 6 - Comprimento de plântulas (cm) de feijão-caupi em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento. ● Controle, ○ Captana, ▼ Metalaxil-M + Fludioxonil, △ Pencicuron e ■ *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Produção do próprio autor.

Para o lote 1 (Figura 6a), no início do armazenamento houve o maior valor de comprimento de plântulas, sendo: 17,9; 18,6; 16,7; 16,1 cm/plântula para Controle, Metalaxil-M + Fludioxonil, Pencicuron e *Trichoderma harzianum*, respectivamente. Os menores comprimentos de plântulas estimados foram encontrados aos 205 dias para o Controle (9,5 cm/plântula), 169,8 dias para Metalaxil-M + Fludioxonil (12,8 cm/plântula), 270 dias para Pencicuron (11,8 cm/plântula) e 116,8 dias para *Trichoderma harzianum* (13,3 cm/plântula). Para o fungicida Captana não ocorreu diferença significativa, tendo 14,6 cm/plântula em média.

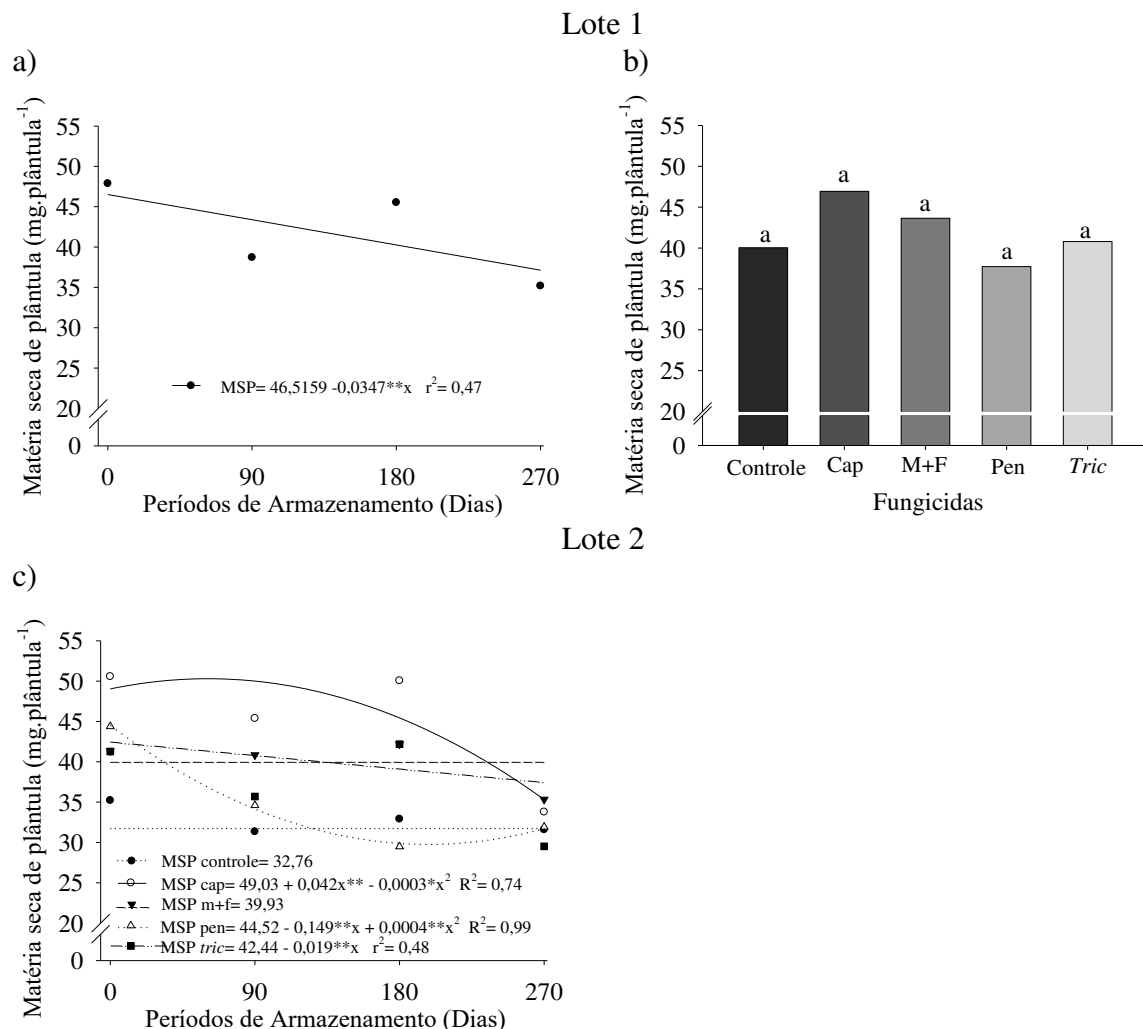
No lote 2, também observa-se que os maiores valores de comprimento de plântula no início do armazenamento, sendo: 12,9; 12,1; 16,5; 14,8 e 15,3 cm/plântula para Controle, Captana, Metalaxil-M + Fludioxonil, Pencicuron e *Trichoderma harzianum*, respectivamente. Os menores comprimentos de plântulas foram encontradas aos 160 dias para o Controle (10,4 cm/plântula), 135,5 dias para Metalaxil-M + Fludioxonil (11,1 cm/plântula), 177 dias para *Trichoderma harzianum* (9,1 cm/plântula) e 270 dias para Captana e Pencicuron (11,3 e 10,5 cm/plântula).

3.2.7 Matéria seca de plântula

Para o lote 1, houve efeito isolado dos fatores, onde os dados dos tratamentos se ajustaram ao modelo linear.

No lote 2, houve efeito significativo da interação entre fungicidas e período de armazenamento. Os dados do tratamento *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo linear, e os dados de Captana e Pencicuron se ajustaram ao modelo quadrático. Os dados dos tratamentos Controle e Metalaxil-M + Fludioxonil não apresentaram efeito significativo ao longo do período de armazenamento.

Figura 7 - Matéria seca de plântula (mg.plântula^{-1}) de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ● Controle, ○ Captana, ▼ Metalaxil-M + Fludioxonil, Δ Pencicuron e ■ *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Produção do próprio autor.

No início do armazenamento houve a maior média de matéria seca de plântula ($46,5 \text{ mg/plântula}$), para o lote 1 (Figura 7a). Ao longo do armazenamento das sementes, ocorreu uma diminuição da matéria seca das plântulas, sendo aos 270 dias a menor média de matéria seca encontrada ($37,1 \text{ mg/plântula}$).

Na Figura 7b (lote 1), observa-se que todos as médias dos tratamentos são estatisticamente iguais.

De acordo com a Figura 7c, os pontos máximos de matérias secas de plântulas para o lote 2, ocorreram aos 69,5 dias para Captana (50,6 mg/ plântula) e 0 dia para Penciluron (44,5 mg/ plântula) e *Trichoderma harzianum* (37,5 mg/ plântula). Para o Controle e Metalaxil-M + Fludioxonil não ocorreu diferença durante os períodos de armazenamento. Já os menores valores foram encontrados aos 270 dias para Captana (38,4 mg/ plântula) e *Trichoderma harzianum* (37,4 mg/ plântula) e aos 186,3 dias para Penciluron (30,65 mg/ plântula).

3.3 Análises Sanitárias

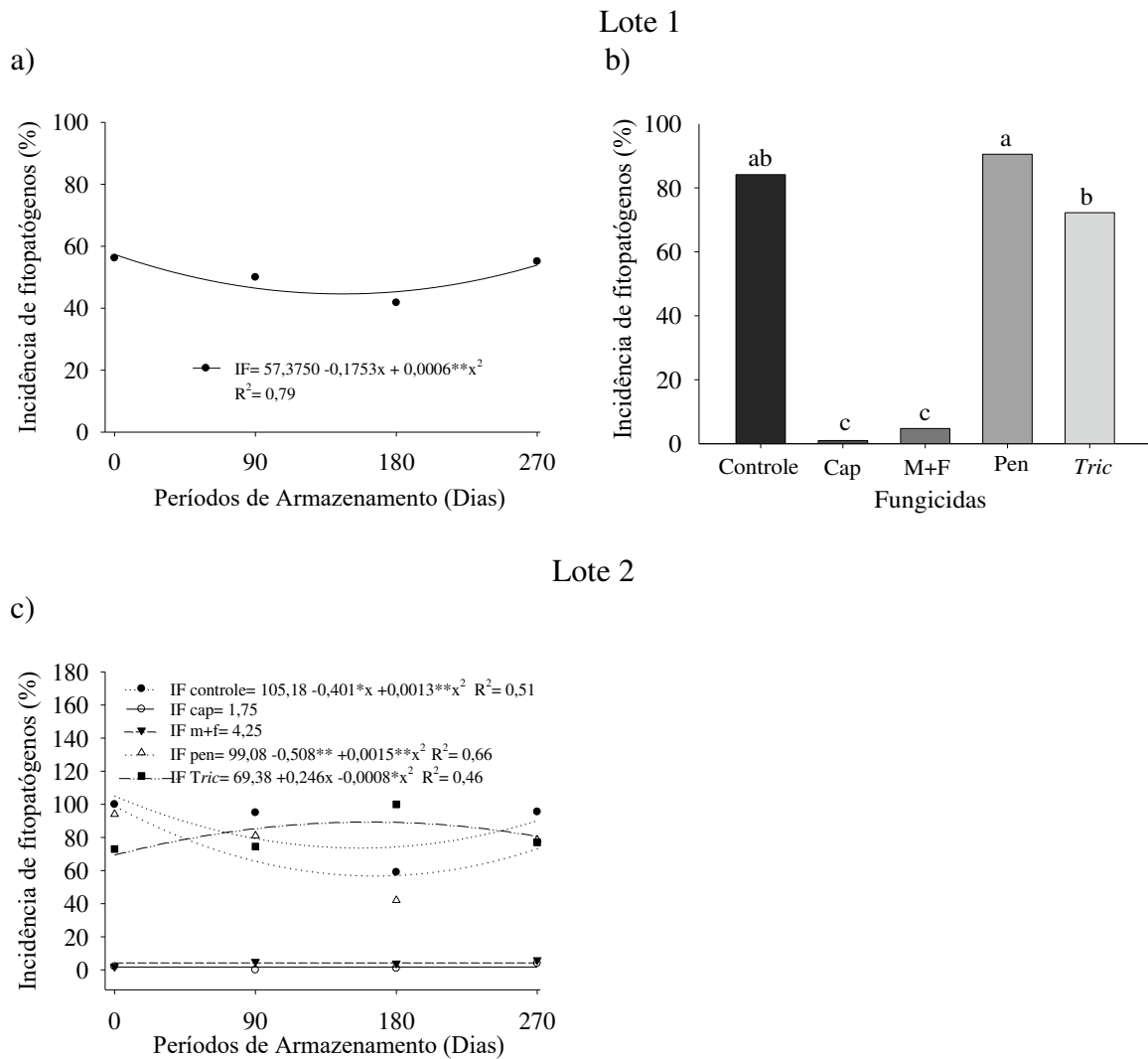
3.3.1 Método de Incubação em Papel Filtro (“blotter test”)

3.3.1.1 Incidência de fitopatógenos

Para o lote 1, não houve interação entre os fatores analisados, ocorrendo efeito isolado dos mesmos. Para o fator período de armazenamento os dados se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 8a)

Já no lote 2, ocorreu interação entre os fatores. Os dados do tratamento Controle, Penciluron e *Trichoderma harzianum* se ajustaram ao modelo quadrático. Já para os tratamentos Controle e Metalaxil-M + Fludioxonil não apresentaram efeito significativo dos parâmetros da regressão.

Figura 8 - Incidência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em papel filtro (“blotter test”). Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ● Controle, ○ Captana, ▼ Metalaxil-M + Fludioxonil, Δ Pencicuron e ■ *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Produção do próprio autor.

Durante o armazenamento, verificou-se que a menor incidência de fitopatógenos (44,6%) aos 146,1 dias, para o lote 1 (Figura 8a). Já a maior incidência encontrada foi ao 0 dia de armazenamento das sementes, sendo de 57,3%.

Na Figura 8b (lote 1) observou-se que Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, apresentaram as menores incidências de fitopatógenos. Pencicuron apresentou a maior incidência, não diferindo do Controle, que não diferiu do tratamento *Trichoderma harzianum*.

De acordo com a Figura 8c, os períodos de armazenamento das sementes que

apresentaram menor incidência de fitopatógenos para o lote 2, foram: 154,2 dias para o Controle (74,3%), 169,3 dias para Penciluron (56,1%) e 0 dia para *Trichoderma harzianum* (69,4%). Para o Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil não ocorreu diferença, mas eles apresentaram as menores médias de incidência de fitopatógenos, sendo de 1,75% para Captana e 4,25% para Metalaxil-M + Fludioxonil, incidências menores quando comparadas as encontradas nos demais tratamentos (Figura 8c). As maiores incidências foram encontradas no dia 0 de armazenamento para o Controle (100%) e Penciluron (99,1%), e aos 153,6 dias para o *Trichoderma harzianum* (88,3%).

3.3.1.2 Frequência de fitopatógenos

Foram identificados os seguintes gêneros de fitopatógenos: *Fusarium*, *Cladosporium*, *Cercospora*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Paecilomyces* (Tabela 3 e 4).

Na Tabela 3, observa-se que ocorreu interação entre os fatores, somente para os gêneros *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* e *Trichoderma*. Para os gêneros *Cercospora*, *Paecilomyces* e *Rhizopus* houve efeito isolado dos mesmos.

Tabela 3 - Frequência de fitopatógenos (%) do lote 1 de sementes de feijão-caupi em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em papel filtro (“blotter test”).

Lote 1					
Fungicidas	Períodos de armazenamento (dias)				Média
	0	90	180	270	
<i>Fusarium</i>					
Controle	36aA	14abB	18aB	40aA	27,0
Penciluron	39aA	8abB	9abB	31aA	21,8
Captana	0bA	0Ba	0aA	2bA	0,5
Metal. + Flud.	1bA	0Ba	0aA	3bA	1,0
<i>T. harzianum</i>	35aA	18Ab	8abB	35aA	25,0
CV1= 53,62%					
CV2= 53,53%	22,2	8,0	7,0	22,2	
<i>Cladosporium</i>					
Controle	29aA	32aA	16aB	34aA	27,8
Penciluron	29aA	28aA	12abB	27aA	24,0
Captana	0cA	0bA	0bA	2bA	0,5
Metal. + Flud.	9bcA	0bA	0bA	2bA	2,8
<i>T. harzianum</i>	21abA	22aA	10abB	21aA	18,5
CV1= 63,96%	17,6	16,2	7,6	17,2	

CV2= 35,04%					
<i>Aspergillus</i>					
Controle	14aA	13bA	6bA	13aA	11,5
Pencicuron	15aB	25aAB	35aA	15aB	22,5
Captana	1bA	0cA	0bA	0bA	0,3
Metal. + Flud.	1bA	0cA	0bA	1bA	0,5
<i>T. harzianum</i>	2bA	9bcA	4bA	8abA	5,8
CV1= 78,50%					
CV2= 69,61%	6,6	9,4	9,0	7,4	
<i>Rhizopus</i>					
Controle	11	9	7	8	8,8ab
Pencicuron	20	31	13	4	17,0a
Captana	0	0	0	0	0,0c
Metal. + Flud.	0	0	0	1	0,3bc
<i>T. harzianum</i>	0	5	5	0	2,5bc
CV1= 140,50%					
CV2= 139,52%	6,2A	9,0A	5,0A	2,6A	
<i>Cercospora</i>					
Controle	5	9	12	8	8,5a
Pencicuron	7	7	5	6	6,3a
Captana	0	0	0	0	0,0b
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0b
<i>T. harzianum</i>	14	8	7	12	10,3a
CV1= 82,95%					
CV2= 87,94%	5,2A	4,8A	4,8A	5,2A	
<i>Paecilomyces</i>					
Controle	10	17	8	6	10,3a
Pencicuron	7	7	5	5	6,0a
Captana	0	0	0	0	0,0b
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0b
<i>T. harzianum</i>	7	8	9	0	6,3a
CV1= 116,75%					
CV2= 99,71%	5,0AB	6,4A	4,4AB	2,2B	
<i>Trichoderma</i>					
Controle	2aB	2aB	1aB	7aA	3,0
Pencicuron	2aB	0aB	0aB	7aA	2,3
Captana	0aA	0aA	0aA	0bA	0,0
Metal. + Flud.	0aA	0aA	0aA	0bA	0,0
<i>T. harzianum</i>	0aA	2aA	0aA	0bA	0,5
CV1= 212,96%					
CV2= 184,56%	0,8	0,8	0,2	2,8	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Produção do próprio autor.

Na Tabela 4, observa-se que houve interação entre os fatores somente para os gêneros

Cladosporium, *Paecilomyces*, *Trichoderma* e *Penicillium*. Para os gêneros *Fusarium*, *Aspergillus*, *Rhizopus* e *Cercospora*, houve efeito isolado dos fatores.

Tabela 4 - Frequência de fitopatógenos (%) do lote 2 de sementes de feijão-caupi em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em papel filtro (“blotter test”).

Lote 2					
Fungicidas	Períodos de armazenamento (dias)				
	0	90	180	270	Média
<i>Fusarium</i>					
Controle	37	36	15	34	30,5a
Pencicuron	33	29	11	24	24,3ab
Captana	0	0	0	1	0,3c
Metal. + Flud.	2	2	0	4	2,0c
<i>T. harzianum</i>	20,5	19	10	26	18,9b
CV1=38,60%					
CV2= 52,76%	18,5a	17,2 ^a	7,2b	17,8a	
<i>Cladosporium</i>					
Controle	27aAB	17abBC	12aC	32aA	22,0
Pencicuron	44aA	20aBC	8aC	28abB	25,0
Captana	0cA	0Ca	10aA	1cA	2,8
Metal. + Flud.	0cA	3bcA	0aA	2cA	1,3
<i>T. harzianum</i>	8cB	17abA	1AB	13bcAB	9,8
CV1= 83,30%					
CV2= 60,13%	15,8	11,4	6,2	15,2	
<i>Aspergillus</i>					
Controle	20	6	8	12	11,5a
Pencicuron	23	7	5	10	11,5a
Captana	0	0	0	0	0,0b
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0b
<i>T. harzianum</i>	14	3	1	6	6,0a
CV1= 88,14%					
CV2= 92,81%	11,4 ^a	3,2B	3,0B	5,6B	
<i>Rhizopus</i>					
Controle	7	7	4	9	6,8a
Pencicuron	10	8	1	6	6,3a
Captana	0	0	1	2	0,8a
Metal. + Flud.	0	0	1	0	0,0a
<i>T. harzianum</i>	13	11	1	6	8,0a
CV1= 234,43%					
CV2= 152,36%	6,0A	5,2A	1,6A	4,8A	
<i>Cercospora</i>					

Controle	12	10	9	4	8,8a
Pencicuron	10	5	7	2	6,0a
Captana	0	0	0	0	0,0b
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0b
<i>T. harzianum</i>	7	5	6	3	5,3a
CV1=	94,43%				
CV2=	5,8 ^a	4,0A	4,4A	1,8A	
<i>Paecilomyces</i>					
Controle	5abA	10aA	6bA	8abA	7,3
Pencicuron	6abA	7abA	5bA	6abA	6,0
Captana	0bA	0bA	0bA	0bA	0,0
Metal. + Flud.	0bA	0bA	0bA	0bA	0,0
<i>T. harzianum</i>	12aB	3abC	100aA	13aB	32,0
CV1=	49,99%				
CV2=	4,6	4,0	22,2	5,4	
<i>Trichoderma</i>					
Controle	4,5aA	7abA	6bA	11aA	7,1
Pencicuron	5,5aA	5bA	4bA	8aA	5,6
Captana	0aA	0bA	0bA	0bA	0,0
Metal. + Flud.	0aA	0bA	0bA	0bA	0,0
<i>T. harzianum</i>	2,5nsB	12,5aA	15aA	11aA	10,3
CV1=	74,21%				
CV2=	2,5	4,9	5,0	6,0	
<i>Penicillium</i>					
Controle	0aB	0aB	0bB	2aA	0,5
Pencicuron	0aA	0aA	0bA	0bA	0,0
Captana	0aA	0aA	0bA	0bA	0,0
Metal. + Flud.	0aA	0aA	2aA	0bA	0,5
<i>T. harzianum</i>	0aA	0aA	1abA	0bA	0,3
CV1=	342,54%				
CV2=	0,0	0,0	0,6	0,4	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Produção do próprio autor.

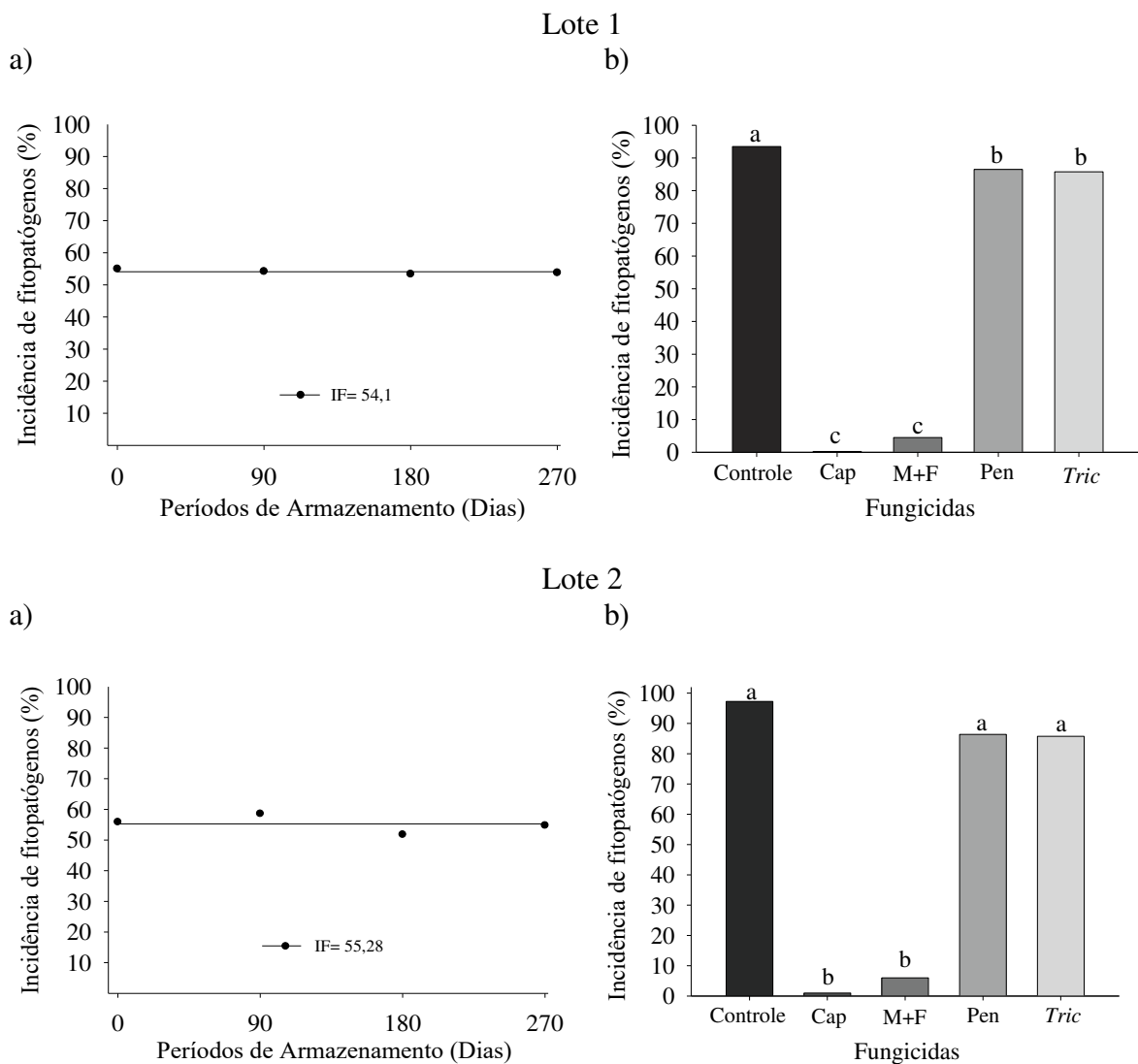
O coeficiente de variação alto pode ser explicado devido as grandes variações das frequências dos fitopatógenos encontrados em cada período de armazenamento. Essas variações ocorreram devido a representatividade das amostras, ou seja, foram avaliadas amostras diferentes, que continham diversos fungos em proporções diferentes.

3.3.2 Método de incubação em meio BDA

3.3.2.1 Incidência de fitopatógenos

Para ambos os lotes, não ocorreu interação entre os fatores. Analisando os fatores isolados, somente ocorreu efeito significativo para tratamento com fungicidas.

Figura 9 - Incidência de fitopatógenos (%) em sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em meio BDA. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com as Figuras 9a e c, observa-se que não houve diferença significativa de

incidência de fitopatógenos para os períodos de armazenamento das sementes, revelando que o armazenamento não interferiu na quantidade de fitopatógenos presentes nas mesmas, com média de 54,1 e 55,28 para o lote 1 e 2, respectivamente.

Para o fator tratamento com fungicidas no lote 1 (Figura 9b) verificou-se que o tratamento com Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil proporcionaram as menores incidências de fitopatógenos, seguidos do Pencicuron e *Trichoderma harzianum* e do Controle que apresentou a maior incidência. Para o lote 2, o tratamento com Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil foram os mais eficientes no controle dos fitopatógenos, apresentando as menores incidências, seguidos dos tratamentos Pencicuron, *Trichoderma harzianum* e do Controle.

3.3.2.2 Frequência de fitopatógenos

Os fitopatógenos encontrados nas sementes armazenadas através do método de incubação em meio BDA, foram: *Fusarium*, *Cladosporium*, *Bacillus*, *Cercospora*, *Rhizoctonia*, *Macrophomina*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Paecilomyces* (Tabela 5 e 6).

Na Tabela 5, observou-se interação entre os fatores, somente para os gêneros *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* e *Paecilomyces*. Para os gêneros *Fusarium*, *Bacillus*, *Rhizoctonia*, *Cercospora*, *Rhizopus* e *Macrophomina* houve efeito isolado dos fatores.

Tabela 5 - Frequência de fitopatógenos (%) do lote 1 de sementes de feijão-caupi em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em meio BDA.

Lote 1					
Fungicidas	Períodos de armazenamento (dias)				Média
	0	90	180	270	
<i>Fusarium</i>					
Controle	36	20	38	29	30,8a
Pencicuron	34	29	26	31	30,0a
Captana	1	0	0	0	0,3b
Metal. + Flud.	3	2	1	2	2,0b
<i>T. harzianum</i>	45	27	30	28	30,8a
CV1= 61,5%					
CV2= 44,7%	23,8A	15,6B	19,0AB	18,0AB	
<i>Cladosporium</i>					
Controle	28aA	31aA	20aA	30aA	27,3
Pencicuron	41aA	29aAB	27aAB	15abB	28,0
Captana	0bA	0bA	0bA	0bA	0,0

Metal. + Flud.	1bA	2bA	2bA	0bA	1,3
<i>T. harzianum</i>	28aA	18aA	25aA	18abA	22,3
CV1= 51,7%					
CV2= 48,5%	19,6	16,0	14,8	12,6	
<i>Bacillus</i>					
Controle	2	7	4	2	3,8a
Pencicuron	6	0	3	0	2,3ab
Captana	0	0	0	0	0,0b
Metal. + Flud.	0	1	0	3	1,0ab
<i>T. harzianum</i>	6	2	3	1	3,0ab
CV1= 144,9%					
CV2= 177,9%	2,8A	2,0A	2,0A	1,2A	
<i>Rhizoctonia</i>					
Controle	15	19	13	11	14,5a
Pencicuron	10	5	5	1	5,3b
Captana	0	0	0	0	0,0c
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0c
<i>T. harzianum</i>	12	10	13	4	9,8b
CV1= 71,4%					
CV2= 91,2%	7,4A	6,8A	6,2A	3,2A	
<i>Cercospora</i>					
Controle	5	10	17	4	9,0a
Pencicuron	8	11	5	7	7,9a
Captana	0	0	0	0	0,0b
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0b
<i>T. harzianum</i>	5	11	7	2	6,5a
CV1= 88,7%					
CV2= 117,8%	3,8A	6,4A	5,8A	2,6A	
<i>Thichoderma</i>					
Controle	3abA	8aA	6aA	13aA	7,5
Pencicuron	1bB	12aA	5aAB	4bB	5,5
Captana	0bA	0bA	0aA	0bA	0,0
Metal. + Flud.	0bA	0bA	0aA	1bA	0,3
<i>T. harzianum</i>	10aA	13aA	5aA	15aA	10,8
CV1= 60,4%					
CV2= 87,9%	2,8	6,6	3,2	6,6	
<i>Aspergillus</i>					
Controle	5abA	4aA	5aA	2bA	4,0
Pencicuron	8aB	5aB	3aB	18aA	8,5
Captana	0bA	0aA	0aA	0bA	0,0
Metal. + Flud.	0bA	0aA	0aA	0bA	0,0
<i>T. harzianum</i>	5abA	1aA	2aA	1bA	2,3
CV1= 92,2%					
CV2= 136,2%	3,6	2,0	2,0	4,2	
<i>Rhizopus</i>					

Controle	3	3	4	0	2,5a
Pencicuron	3	2	0	6	2,8a
Captana	0	0	0	0	0,0a
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0a
<i>T. harzianum</i>	0	4	2	4	2,5a
CV1= 217,8%					
CV2= 278,9%	1,2A	1,8A	1,2A	2,0A	
<i>Macrophomina</i>					
Controle	0	6	5	21	8,0a
Pencicuron	0	5	1	14	5,0ab
Captana	0	0	0	0	0,0b
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0b
<i>T. harzianum</i>	0	2	8	5	3,8ab
CV1= 134,6%					
CV2= 235,5%	0,0B	2,6AB	2,8AB	8,0A	
<i>Paecilomyces</i>					
Controle	0aA	0aA	3bA	5aA	2,0
Pencicuron	0aA	0aA	6bA	2aA	2,0
Captana	0aA	0aA	0bA	0aA	0,0
Metal. + Flud.	0aA	0aA	0bA	0aA	0,0
<i>T. harzianum</i>	0aB	0aB	23aA	7aB	7,5
CV1= 181%					
CV2= 214,9%	0,0	0,0	6,4	2,8	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Produção do próprio autor.

Na Tabela 6, comparando as médias dos tratamentos por meio do teste Tukey, observou-se interação entre os fatores, somente para os gêneros *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Rhizoctonia* e *Paecilomyces*. Para os gêneros *Fusarium*, *Bacillus*, *Cercospora*, *Aspergillus* e *Rhizopus*, houve efeito isolado dos fatores.

Tabela 6 - Frequência de fitopatógenos (%) do lote 2 de sementes de feijão-caupi em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em meio BDA.

Fungicidas	Lote 2				Média
	Dias				
	0	90	180	270	
<i>Fusarium</i>					
Controle	36	39	36	25	34,0a
Pencicuron	35,5	42	33	26	34,1a
Captana	0	2	0	0	0,5b
Metal. + Flud.	3	1	4	0	2,0b

<i>T. harzianum</i>	37	30	34	11	28,0a
CV1= 44,4%					
CV2= 41,9%	22,3A	22,8A	21,4A	12,4B	
<i>Cladosporium</i>					
Controle	24bA	35aA	26aA	31abA	29,0
Pencicuron	39,5aA	31aA	13abB	41aA	31,1
Captana	0cA	2bA	0bA	0cA	0,3
Metal. + Flud.	1cA	5bA	1bA	4cA	2,8
<i>T. harzianum</i>	7cB	33aA	21aAB	20bAB	20,3
CV1= 39,9%					
CV2= 44,8%	14,3	21,2	12,2	19,2	
<i>Bacillus</i>					
Controle	6	0	4	2	3,0a
Pencicuron	7	0	1	3	2,8a
Captana	0	0	0	0	0,0a
Metal. + Flud.	4	0	0	1	1,3a
<i>T. harzianum</i>	8,5	0	3	1	3,1a
CV1= 177,9%					
CV2= 133,8%	5,1A	0,0B	1,6B	1,4B	
<i>Rhizoctonia</i>					
Controle	21aA	8abB	7abB	9aB	11,3
Pencicuron	6bAB	11aA	2abB	5aAB	6,0
Captana	0bA	0bA	0bA	0aA	0,0
Metal. + Flud.	0bA	0bA	0bA	0aA	0,0
<i>T. harzianum</i>	7bA	7abA	10aA	3aA	6,8
CV1= 111,5%					
CV2= 91,4%	6,8	5,2	3,8	3,4	
<i>Cercospora</i>					
Controle	7	5	8	8	7,0a
Pencicuron	4	7	11	5	6,8a
Captana	0	0	0	0	0,0b
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0b
<i>T. harzianum</i>	3	10	8	0	5,3ab
CV1= 127,1%					
CV2= 112,8%	2,8A	4,4A	5,4A	2,6A	
<i>Trichoderma</i>					
Controle	6abA	12aA	8aA	4bA	7,5
Pencicuron	5abB	16aA	1nsB	6bAB	7,0
Captana	0bA	0bA	0aA	0bA	0,0
Metal. + Flud.	0bA	0bA	0aA	0bA	0,0
<i>T. harzianum</i>	11aB	14aAB	7aB	24aA	14,0
CV1= 76,34%					
CV2= 94,87%	4,4	8,4	3,2	6,8	
<i>Aspergillus</i>					
Controle	5	4	4	7	5,0a

Pencicuron	7	6	0	0	3,3ab
Captana	0	0	0	0	0,0b
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0b
<i>T. harzianum</i>	2	0	2	8	3,0ab
CV1= 181,8%					
CV2= 178,9%	2,8A	2,0A	1,2A	3,0A	
<i>Rhizopus</i>					
Controle	3	4	2	0	2,3a
Pencicuron	4	0	0	0	1,0a
Captana	0	0	0	0	0,0a
Metal. + Flud.	0	0	0	0	0,0a
<i>T. harzianum</i>	3	0	2	0	1,3a
CV1= 300,9%					
CV2= 300,9%	2A	0,8A	0,8A	0,0A	
<i>Paecilomyces</i>					
Controle	8aA	4aA	8abA	9bA	7,7
Pencicuron	4aA	6aA	5abA	5bA	5,0
Captana	0aA	0aA	0bA	0bA	0,0
Metal. + Flud.	0aA	0aA	0bA	0bA	0,0
<i>T. harzianum</i>	5aB	5aB	20abB	43aA	18,3
CV1= 130,5%					
CV2= 172,7%	3,4	3,0	6,6	11,4	

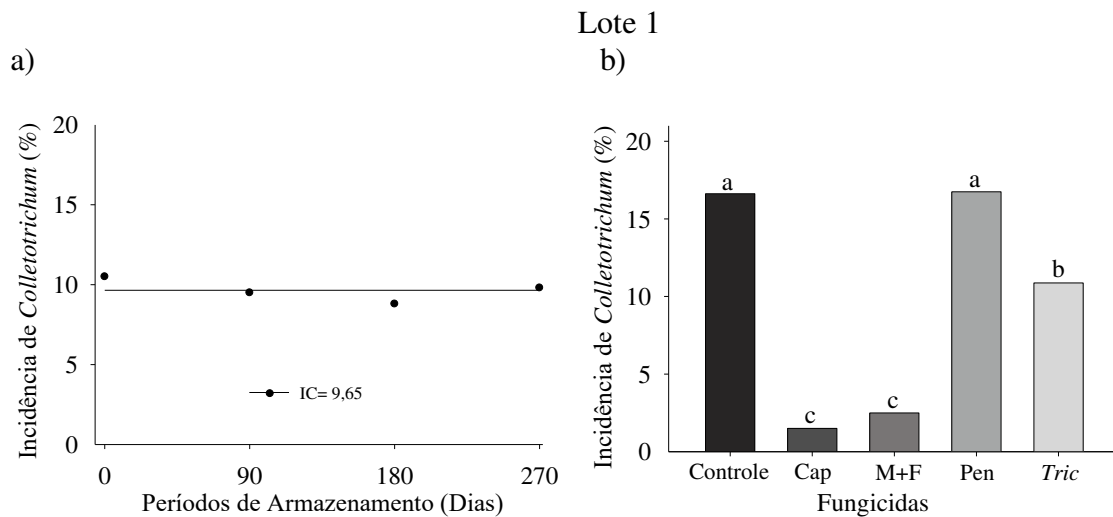
Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Produção do próprio autor.

3.3.3 Método de incubação em rolo de papel para detecção de *Colletotrichum*

Para o lote 1 não ocorreu interação entre os fatores. Analisando os fatores isolados, somente ocorreu efeito significativo para o fator tratamento com fungicidas. No lote 2 não ocorreu o aparecimento dos sintomas do gênero fúngico, considerando a ausência no mesmo no lote.

Figura 10 - Incidência de *Colletotrichum* (%) do lote 1 de sementes de feijão-caupi, em função dos tratamentos com fungicidas e dos períodos de armazenamento das sementes, determinada pelo método de incubação em rolo de papel para detecção de *Colletotrichum*. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Produção do próprio autor.

Na Figura 10a, observou-se que não ocorreu diferença significativa de incidência *Colletotrichum* para os períodos de armazenamento das sementes, concluindo que o armazenamento das sementes não interferiu no aumento e diminuição do gênero *Colletotrichum* presentes nas sementes, sendo a média de incidência de 9,65% no lote 1.

Em relação aos tratamentos com fungicidas (Figura 10b) verifica-se que Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil que apresentaram desempenho estatisticamente superior aos demais tratamentos, com as menores incidências de *Colletotrichum*. O tratamento com *Trichoderma harzianum* inferior ao Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, mas superior ao Controle e Pencicuron, os quais apresentaram as maiores incidência de *Colletotrichum*.

4 DISCUSSÃO

4.1 Grau de umidade

O grau de umidade das sementes sofre flutuações com a umidade relativa do ar por meio da troca de vapor d'água entre as sementes e o ambiente, uma vez que estas apresentam elevada capacidade higroscópica (MARCOS FILHO, 2005). Dessa forma, a variação observada no teor de água das sementes (Tabela 2), pode ser atribuída a uma pequena variação das

condições de umidade relativa e temperatura do ambiente mesmo sob condições controladas, uma vez que a abertura da câmara regularmente para retirada das sementes nos períodos de avaliações, expôs as sementes a outras condições de umidade e temperatura. No entanto, os valores observados se mantiveram dentro dos limites considerados adequados para a conservação das sementes de feijão-caupi de acordo com Marcos Filho (2005).

4.2 Análises fisiológicas

Como verificado nos gráficos das análises fisiológicas realizadas, ao longo do armazenamento ocorreu um decréscimo da qualidade fisiológica das sementes.

No presente trabalho, as condições de armazenamento eram adequadas, mas possivelmente os decréscimos nos resultados das análises realizadas ocorreram devido ao processo de deterioração natural da sementes com o tempo e a alta infestação por fitopatógenos, o que pode ter favorecido a deterioração das mesmas, principalmente nas sementes sem tratamento (controle) e dos tratamentos com os fungicidas Pencycuron e *Trichoderma harzianum* que foram menos eficientes no controle do fitopatógenos (Figuras 8 e 9).

O controle dos fitopatógenos pelos fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil favoreceram a conservação das sementes durante o armazenamento, possibilitando menor redução da qualidade fisiológica. Tais resultados são refletidos pelos melhores valores encontrados em todas as análises fisiológicas realizadas. Além disso, esses resultados revelam que os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil não comprometeram a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento, ou seja, não ocorreu fitotoxidez.

O tratamento mais eficiente exercido pelos fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil também favoreceram a expressão do potencial máximo do vigor das sementes, estabelecendo assim uma maior e mais rápida germinação das sementes (Figura 1 e 2) e emergência de plântulas (Figuras 3 e 4) que nos demais tratamentos.

É importante salientar que a maior velocidade e porcentagem de germinação e emergência é um fator preponderante para um rápido e adequado estabelecimento das plântulas em condições de campo, no qual as plântulas tendem ao melhor estabelecimento e desenvolvimento, com maior capacidade de resistir a estresse que possa vir a interferir no desenvolvimento das plantas (DAN et al., 2011).

Outros autores também relataram resultados satisfatórios encontrados utilizando os fungicidas químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil. Cruz et al. (2018) verificaram que o fungicida Captan promoveu a maior porcentagem de germinação de sementes de

Dimorphandra gardneriana, refletindo sua eficiência no controle de fungos. Prando (2014) observou que sementes tratadas com o fungicida Metalaxil-M + Fludioxonil apresentaram valores superiores de primeira contagem de germinação, aos tratamentos testemunha. Em sementes de feijão comum, Maresciallo e Effgen (2016), avaliando diferentes fungicidas no tratamento das sementes, verificaram que o tratamento Fludioxonil + Metalaxil-M apresentou resultados de IVE superiores em relação aos demais tratamentos.

Em relação a emergência de plântulas, os resultados podem ser consideravelmente inferiores aos obtidos no teste de germinação em laboratório. No entanto, neste trabalho, pode-se observar que os percentuais de emergência de plântulas foram relativamente superiores aos de germinação, uma vez que os fungos que infestam as sementes, também conhecidos como “fungos de armazenamento”, não afetaram as plântulas no teste de emergência. Isto ocorre devido ao escape por parte das plântulas que, ao emergirem, deixam o tegumento contaminado na areia, ficando os cotilédones livres dos fungos. Tal fato não ocorre no teste de germinação, onde o tegumento contaminado fica aderido aos cotilédones, em condições de umidade, o que favorece o desenvolvimento dos fungos, causando o apodrecimento das plântulas e até mesmo promovendo uma disseminação dos fungos para as demais plântulas, afetando assim o resultado do teste de germinação em papel. Contudo, as sementes que foram tratadas com os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil, os quais foram os mais eficientes no controle dos fungos, apresentaram a maior porcentagem de emergência de plântulas.

Em relação ao envelhecimento acelerado, que está diretamente relacionado ao potencial de conservação das sementes, nota-se, que independente do tratamento das sementes, os sinais da deterioração ocorrem e se manifestam com a redução do vigor durante o armazenamento. Entretanto, as sementes tratadas com os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil apresentaram maior porcentagem de germinação no teste de envelhecimento acelerado, e, portanto, expressam maior potencial de conservação das sementes durante o armazenamento.

O mesmo ocorre com as análises de comprimento e matéria seca de plântulas, em que os fungicidas químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil também proporcionaram os melhores resultados, quando comparados aos demais fungicidas e ao controle.

4.3 Análises sanitárias

De acordo com as Figuras 8, 9 e 10, os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil foram os mais eficientes no controle dos fitopatógenos presentes nas sementes de feijão-caupi.

Estes resultados explicam os melhores desempenhos dos tratamentos influenciados pelos fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil nas análises fisiológicas, visto que os dois fungicidas praticamente erradicaram os fitopatógenos presentes das sementes, conservando-as durante o armazenamento e permitindo a expressão máxima da germinação e vigor.

A frequência de fitopatógenos encontradas nas sementes de feijão-caupi (Tabelas 3, 4, 5 e 6) foi variável nos períodos de armazenamento em todos os tratamentos, no entanto, os tratamentos contendo os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil apresentaram menores frequências de fitopatógenos quando comparados aos demais fungicidas e ao controle, assegurando a qualidade sanitária das sementes, uma vez que os fitopatógenos encontrados podem prejudicar a longevidade e qualidade das sementes durante o armazenamento (COSTA et al., 2013).

Resultados utilizando tais fungicidas também foram encontrados por Gomes et al. (2019), que constataram a eficiência do fungicida Captana no controle dos fungos presentes em sementes de *Bauhinia variegata*. Batista et al. (2014) utilizando produtos químicos no tratamento de sementes de soja, encontraram a menor incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* utilizando o fungicida Metalaxil-M + Fludioxonil. Cruz et al. (2018) também observaram que o fungicida Captana inibiu a ocorrência de todos os fungos observados nas sementes de *Dimorphandra gardneriana* e Silva et al. (2011), avaliando o efeito de tratamentos químicos na qualidade sanitária de sementes de espécies florestais, também verificaram que o fungicida Captana reduziu a incidência do gênero de fungos observados em comparação ao controle.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes tratadas com os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil apresentaram o melhor desempenho nas análises fisiológicas realizadas.

Os fungicidas químicos Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil foram os mais eficientes no controle dos fitopatógenos, reduzindo as incidências e frequências dos mesmos.

Os fungicidas Pencicuron e *Trichoderma harzianum* não apresentaram controle eficiente dos fitopatógenos quando comparados com Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil; entretanto, os tratamentos com as maiores doses reduziram a incidência dos fitopatógenos e proporcionaram maiores valores de germinação e de vigor, quando comparados ao controle.

Foi constatada redução da germinação e vigor das sementes com o aumento dos períodos

de armazenamento, sendo a redução mais acentuada nos tratamentos utilizando os fungicidas Pencicuron e *Trichoderma harzianum*.

6 CONCLUSÕES

Recomenda-se, para o tratamento de sementes de feijão-caupi a serem armazenadas, os fungicidas Captana e Metalaxil-M + Fludioxonil.

7 REFERÊNCIAS

AVELAR, S. A. G.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUDWING, M. P.; RIGO, G. A., CRIZEL, R. L.; OLIVEIRA, O. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.10, p.1719-1725, 2011.

BATISTA, T. B.; COSTA, M. L. N.; CRUCIOL, G. C. D.; NASCIMENTO, D. M.; BARDIVIESSO, E. M. Controle do fungo *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19, p. 596, 2014.

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

CAMILO, G. L.; CASTELLANOS, C. I. S.; SUÑÉ, A. S.; ALMEIDA, A. S.; SOARES, V. N.; TUNES, L. V. M. Qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento após revestimento com agroquímicos. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v.40, n.2, p.436-446, 2017.

COSTA, L. M.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D. E. C. Isotermas de dessecção e calor isostérico dos frutos de crambe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.1, p.412-418, 2013.

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

CUNHA, R.; VERGARA, R.; SOARES, V.; RODRIGUES, D.; BRUNES, A.; SCHUCH, L. O potencial de armazenamento de sementes de soja quimicamente tratadas. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.21, n.1, p.72-82, 2019.

DAN, L. G. de M.; DAN, H. A.; BRACCINI, A. de L.; ALBRECHT, L. P.; RICCI, T. T.; PICCINIM, G. G. Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n. 2, p. 215-222, 2011.

DUTRA, A. S., TEÓFILO, E. M. Envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de

sementes de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.1, p.193-197, 2007.

FANTINEL, 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**, Dourados, v.10, n.38, p. 328-335, 2017.

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

LUDWIG, M. P.; OLIVEIRA, S.; AVELAR, S. A. G.; ROSA, M. P.; FILHO, O. A. L.; CRIZEL, R. L. Armazenamento de sementes de soja tratadas e seu efeito no desempenho de plântulas. **Revista Tecnologia e Ciências Agropecuária**, João Pessoa, v.9, n. 1, p.51-56, 2015.

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

MARESCIALLO, B. G.; EFFGEN, C. F. Avaliação de diferentes fungicidas no tratamento de sementes do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/construção e tecnologia**, v.5, n.8, 2016.

MOUSSA, B.; LOWENBERG-DEBOER, J.; FULTON, J.; BOYS, K. The economic impact of cowpea research in West and Central Africa: A regional impact assessment of improved cowpea storage technologies. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v.47, p.147-156, 2011.

PRANDO, M. B. **Efeito do tratamento químico na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja infectadas por *Sclerotinia sclerotiorum***. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2014.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. 2019.

SILVA, L. G.; COSMI, F. C.; JESUS JUNIOR, W. C. J.; SOUZA, A. F.; MORAES, W. B. Efeito do tratamento químico na sanidade de sementes de espécies florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.3, p.473-478, 2011.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.4, p.446-453, 2014.

TRAFANE, L. G. **Tratamento industrial de sementes de soja e seus reflexos na qualidade durante o período de armazenamento**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Sementes), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.