

Perfil sanitário e tratamento de sementes de feijão-caupi com óleo essencial de *Lippia lasiocalycina* Cham

Sanitary quality and treatment of cowpea seeds with essential oil of *Lippia lasiocalycina* Cham

Calidad sanitaria y tratamiento de semillas de caupí con aceite esencial de *Lippia lasiocalycina* Cham

Recebido: 19/01/2023 | Revisado: 29/01/2023 | Aceitado: 30/01/2023 | Publicado: 03/02/2023

Candido Athayde Sobrinho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2221-4486>

Embrapa Meio-Norte, Brasil

E-mail: candido.athayde@embrapa.br

Erasmu Ribeiro Paz Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4760-5739>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: eras-agro12@hotmail.com

Larisse Raquel Carvalho Dias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4799-9723>

Universidade Estadual do Maranhão, Brasil

E-mail: larisse.rcp@gmail.com

Ananda Rosa Beserra Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7139-0657>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: anandarbsantos@gmail.com

Paulo Henrique Soares da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0318-4795>

Embrapa Meio-Norte, Brasil

E-mail: paulo.soares-silva@embrapa.br

Cícero Nicolini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8119-3876>

Universidade Estadual do Piauí, Brasil

E-mail: cicronicolini@yahoo.com.br

Luana Maria Alves da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4382-3747>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: luanaalves.agro@gmail.com

Resumo

Objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade sanitária das sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) utilizadas na região Meio-Norte do Brasil, verificar o efeito do tratamento de sementes com óleo essencial de *Lippia lasiocalycina* no controle de fungos nas sementes, bem como seu efeito sobre a germinação. A qualidade sanitária das sementes foi obtida com o Teste de Sanidade de Sementes (TSS) em 111 amostras. Para o controle dos microrganismos foi utilizado o óleo essencial *Lippia lasiocalycina*, sem diluição, nas seguintes concentrações: 0 (sem óleo); 0,5; 1,0; 2,0; e 4,0 mL Kg⁻¹ de semente. O TSS revelou a presença de *Alternaria* sp., *Aspergillus* spp., *Cladosporium* sp. *Curvularia* sp., *Lasioidiplodia theobromae*, *Macrophomina phaseolina*, *Penicillium* spp., leveduras, *Phoma* sp., *Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani* e *Rhizopus stolonifer*. As sementes apresentam qualidade sanitária considerada regular. Todos os fitopatógenos foram controlados pelo óleo essencial na concentração de 3 mL Kg⁻¹ de sementes, entretanto, essa concentração do óleo essencial afeta negativamente o poder germinativo das sementes. Para o controle específico de *Fusarium* foram utilizadas sementes da Cultivar BRS Guariba, naturalmente infestadas com incidência média de 87%.

Palavras-chave: Controle alternativo; *Vigna unguiculata*; *Fusarium*.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the health quality of cowpea seeds (*Vigna unguiculata* L. Walp.) used in the Mid-North region of Brazil, to verify the effect of seed treatment with essential oil of *Lippia lasiocalycina* in the control of fungi in seeds, as well as its effect on germination. Seed health quality was obtained using the Seed Sanity Test (TSS) in 111 samples. To control the microorganisms, the essential oil *Lippia lasiocalycina* was used, without dilution, in the following concentrations: 0 (without oil); 0.5; 1.0; 2.0; and 4.0 mL Kg⁻¹ of seed. The TSS revealed the

presence of *Alternaria* sp., *Aspergillus* spp., *Cladosporium* sp. *Curvularia* sp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Macrophomina phaseolina*, *Penicillium* spp., yeasts, *Phoma* sp., *Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani* and *Rhizopus stolonifer*. The seeds have a sanitary quality considered regular. All phytopathogens were controlled by essential oil at a concentration of 3 mL Kg⁻¹ of seeds, however, this concentration of essential oil negatively affects the germination power of seeds. For the specific control of *Fusarium*, seeds of the cultivar BRS Guariba were used, naturally infested with an average incidence of 87%.

Keywords: Alternative control; *Vigna unguiculata*; *Fusarium*.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad sanitaria de semillas de caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) utilizadas en la región Centro-Norte de Brasil, para verificar el efecto del tratamiento de semillas con aceite esencial de *Lippia lasiocalycina* en el control de hongos. en semillas, así como su efecto en la germinación. La calidad sanitaria de la semilla se obtuvo mediante el Test de Sanidad de la Semilla (TSS) en 111 muestras. Para el control de los microorganismos se utilizó aceite esencial de *Lippia lasiocalycina*, sin diluir, en las siguientes concentraciones: 0 (sin aceite); 0,5; 1,0; 2,0; y 4,0 mL Kg⁻¹ de semilla. El TSS reveló la presencia de *Alternaria* sp., *Aspergillus* spp., *Cladosporium* sp. *Curvularia* sp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Macrophomina phaseolina*, *Penicillium* spp., levaduras, *Phoma* sp., *Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani* y *Rhizopus stolonifer*. Las semillas tienen una calidad sanitaria considerada regular. Todos los fitopatógenos fueron controlados con aceite esencial a una concentración de 3 mL Kg⁻¹ de semillas, sin embargo, esta concentración de aceite esencial afecta negativamente el poder germinativo de las semillas. Para el control específico de *Fusarium* se utilizaron semillas del Cultivar BRS Guariba naturalmente infestadas con una incidencia promedio del 87%.

Palabras clave: Control alternativo; *Vigna unguiculata*; *Fusarium*.

1. Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) apresenta alto valor nutricional, sendo componente básico da dieta humana, principalmente das regiões Norte e Nordeste do Brasil. A falta de sementes certificadas no mercado limita o desempenho de qualquer sistema de produção. Sementes produzidas sem obedecer a legislação e aos padrões de certificação resultam em falhas na germinação, retardo na emergência de plântulas, disseminação de patógenos, contribuindo para uma baixa produtividade das culturas (Mallmann et al., 2013).

O comércio e a utilização de sementes não certificadas são uma realidade em países em desenvolvimento, onde mais de 80% dos agricultores estão envolvidos na produção, seleção, distribuição, vendas, trocas ou doações que ocorrem na comunidade local (Silva et al., 2016). Esta realidade é aplicável ao cultivo do feijão-caupi, onde têm sido frequentes as perdas de rendimento da cultura e a proliferação de doenças, incluindo as que são transmitidas por sementes (Tozzo et al., 2008).

Doenças de etiologia fúngicas que causam manchas, murchas e podridões radiculares ocupam posição de destaque, podendo ser transmitidas epífítica ou endofiticamente por sementes, constituindo-se em riscos de danos à produção. Barros et al. (2021), avaliando a qualidade de sementes de cultivares de feijão caupi, encontrou maior incidência de espécies de *Fusarium*. *M. faseolina* também é uma doença importante que incide o feijão-caupi (Oliveira et al., 2021), juntos são dois dos mais importantes patógenos da cultura.

Para se conhecer a qualidade das sementes e evitar o problema causado pelo emprego de sementes não certificadas, tem-se utilizado o teste de sanidade de sementes (TSS), onde é possível definir o padrão sanitário de um lote de sementes e determinar o grau da ocorrência de microrganismos. Com esta informação pode-se evitar perdas futuras decorrentes do emprego de sementes infestadas (Barros et al., 2021).

Identificados os microrganismos presentes em lotes de sementes, o passo seguinte é o estabelecimento do manejo, objetivando seu controle e a redução da transmissão de patógenos pelas sementes. Em feijão-caupi, em função da pouca opção de agroquímicos registrados para o manejo de doenças da cultura, tem-se estimulado a busca por produtos alternativos, como por exemplo, os óleos essenciais de plantas devido à sua característica fungicida. O óleo de *Lippia sidoides* Cham (pimenta alecrin) mostrou-se eficiente contra *M. phaseolina* associado à semente de feijão-caupi (Dias et al., 2018).

Apesar de extensiva busca na literatura, não foram encontrados trabalhos recentes relacionados diretamente ao tema estudado. Assim, visando responder às questões relacionadas ao desconhecimento do perfil sanitário das sementes de feijão-caupi semeadas na região Meio-Norte e à carência de opções, sobretudo, para o tratamento de sementes à base de produtos alternativos é que se propôs o presente estudo.

2. Metodologia

2.1 *Material botânico e condução dos experimentos*

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Meio-Norte, utilizando-se amostras de sementes de feijão-caupi doadas por agricultores de pequenas propriedades de cidades do Piauí e Maranhão. Foram coletadas 111 amostras.

2.2 *Avaliação sanitária das amostras de sementes*

O acondicionamento das sementes deu-se em câmara fria (5°C), em recipientes plásticos devidamente higienizados e identificados. Para a avaliação fitossanitária das sementes, adotou-se o Teste de Sanidade de Sementes (TSS) pelo método do papel de filtro (Brasil, 2009b). Para tanto, foram distribuídas 400 sementes em oito repetições de cinco placas cada, contendo três folhas de papel de filtro de gramatura 80 g/m². As folhas foram umedecidas em água estéril, sendo em seguida dispostas nas placas e sobre elas, as sementes, as quais permaneceram incubadas, em câmara de incubação durante sete dias a 20 ± 2 °C, em fotofase de 12 horas.

Após a incubação, os fungos foram identificados com o auxílio de microscópio estereoscópio considerando as características morfológicas. Quando necessário, foi feita a confirmação sob microscópio ótico, com o auxílio de literatura (Barnet; Hunter, 1972).

Para efeito de definição da qualidade sanitária das sementes, a incidência dos microrganismos presentes foi considerada alta, média e baixa, sendo o resultado final do perfil sanitário, considerado bom, regular e ruim, conforme parâmetros constantes na Tabela 1. Considerou-se padrão sanitário “bom” as sementes com baixa incidência de fitopatógenos (*Fusarium*, *Macrophomina*, *Rhizoctonia*, *Phoma*, *Colletotrichum* etc) e no máximo “médio”, de microrganismos de armazenamento (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Rizophus*, *Cladosporium*). Foram consideradas com padrão regular as amostras que apresentaram incidência média de fitopatógenos e médio a alto os níveis para microrganismos de armazenamento, e considerado padrão “ruim”, para níveis de incidência alto, para ambos os tipos de microrganismos.

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade sanitária de sementes de feijão-caupi produzidas em várias regiões produtoras do Estado do Piauí, considerando a presença de diferentes microrganismos.

| Microrganismo (Gênero) | Incidência (%) | Padrão |
|------------------------|----------------|--------|
| <i>Aspergillus</i> | Menor que 20 | Baixo |
| | 20,1 - 60 | Médio |
| | Maior que 60,1 | Alto |
| <i>Cladosporium</i> | Menor que 20 | Baixo |
| | 20,1 - 60 | Médio |
| | Maior que 60,1 | Alto |
| <i>Fusarium</i> | Menor que 15 | Baixo |
| | 15,1 - 30 | Médio |
| | Maior que 30,1 | Alto |
| <i>Macrophomina</i> | Menor que 8 | Baixo |
| | 8,1 - 15 | Médio |
| | Maior que 15 | Alto |
| <i>Penicillium</i> | Menor que 20 | Baixo |
| | 20,1 - 60 | Médio |
| | Maior que 60,1 | Alto |
| <i>Phoma</i> | Menor que 8 | Baixo |
| | 8,1 - 15 | Médio |
| | Maior que 15 | Alto |
| <i>Rhizoctonia</i> | Menor que 5 | Baixo |
| | 5,1 - 10 | Médio |
| | Maior que 10 | Alto |

Fonte: Autores (2023).

2.3 Tratamento de sementes com óleo essencial

Folhas de *L. lasiocalycina* foram obtidas no campo experimental da Embrapa Meio-Norte de plantas oriundas do município de São João do Piauí. Após identificação botânica, a exsicata foi depositada no Herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CEN), identificada sob o voucher CEN 92437. O acesso ao patrimônio genético foi cadastrado no CGEN sob o N° 02001.001338/2015-99 e licença especial Embrapa N° 002/2008.

A extração do óleo essencial foi realizada por arraste a vapor, utilizando-se o aparelho de Clevenger, acoplado a manta aquecedora, como fonte de calor para o sistema (Gomes et al., 2014).

2.4 Avaliação do óleo essencial no controle de *Fusarium spp* nas sementes

Amostra de sementes de feijão-caupi cv Guariba, de tegumento branco, originária de Timon (MA) e, naturalmente infestada (87% de *Fusarium spp*), foi utilizada nos ensaios com óleo essencial de *L. lasiocalycina*, via tratamento de sementes. A escolha por *Fusarium spp*. deveu-se às grandes perdas que este fungo provoca (DeJesus, 2019), sendo agente causal de murchas e podridões radiculares e apresentar alta transmissibilidade por sementes.

No tratamento das sementes, utilizaram-se quatro concentrações de óleo (0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 mL/kg de semente) e uma testemunha (sem óleo). As sementes, considerando-se cada concentração, foram postas em contato com o óleo e agitadas manualmente por três minutos em um Erlenmeyer de 250 mL. Após esse período foram conservadas em repouso por 12 horas,

sendo, em seguida, submetidas ao TSS. Posteriormente, foram quantificados, os valores de incidência dos fungos nas sementes tratadas, com ênfase em *Fusarium* spp.

2.5 Efeito do óleo sobre a germinação das sementes

Para verificar o efeito do óleo essencial de *L. lasiocalycina* sobre a germinação das sementes de feijão-caupi, utilizou-se o melhor resultado encontrado na sensibilidade do fungo ao óleo. Foram utilizadas 400 sementes divididas em oito repetições de 50 sementes em papel germinativo tipo germitest e areia lavada esterilizada. Contabilizou-se a porcentagem de germinação, sementes duras, malformadas e deterioradas ao quinto e oitavo dia de incubação (Brasil, 2009b).

No rolo de papel, utilizaram-se três folhas de papel germitest umedecidas com ADE (Água Destilada Estéril). Depositaram-se 50 sementes sobre duas folhas e sobre estas, uma terceira folha, sendo elas enroladas e incubadas em câmara de germinação a 25°C por 5 dias (Brasil, 2009a). Em areia lavada e esterilizada foram semeadas 50 sementes na linha em uma caixa de madeira, totalizando 400 sementes. Este teste foi realizado em casa-de-vegetação. Para cada método, houve emprego de testemunha (sem adição de óleo).

2.6 Análises estatísticas

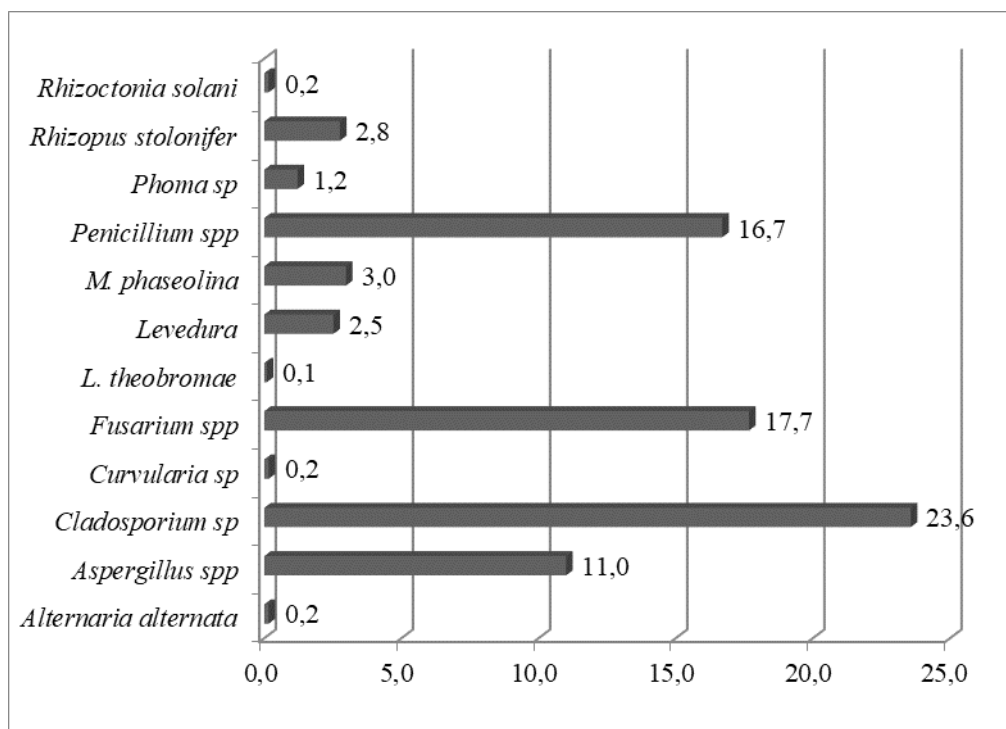
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, buscando identificar o melhor modelo de ajuste. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para os estudos de efeito do tratamento das sementes, sobre a germinação (%) e vigor, utilizou-se a análise de variância, sendo as médias das porcentagens de germinação comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (areia e papel germitest, com e sem tratamento com óleo) e oito repetições. Cada repetição foi formada por 50 sementes. Em ambas as avaliações foi utilizado o programa estatístico Assistat versão 7.7 beta (Assis; Silva, 2013).

3. Resultados

3.1 Avaliação sanitária das sementes

Na análise sanitária das sementes de feijão-caupi verificou-se a presença de fungos filamentosos fitopatogênicos, de armazenamento e leveduras. Os fungos filamentosos foram os microrganismos de maior diversidade presentes nas amostras, seguido das leveduras. Foram identificadas várias espécies tipicamente de armazenamento (*Alternaria alternata*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus stolonifer*, *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp. e *Lasiodiplodia theobromae*) e algumas de grande importância fitopatogênica (*Macrophomina phaseolina*, *Phoma* sp., *Rhizoctonia solani* e *Fusarium* spp.), cujos níveis de incidência estão na Figura 1.

Figura 1 - Incidência média de fungos detectados pelo Teste de Sanidade de Sementes (TSS) em amostras de sementes de feijão-caupi obtidos na região Meio-Norte do Brasil.



Fonte: Autores (2023).

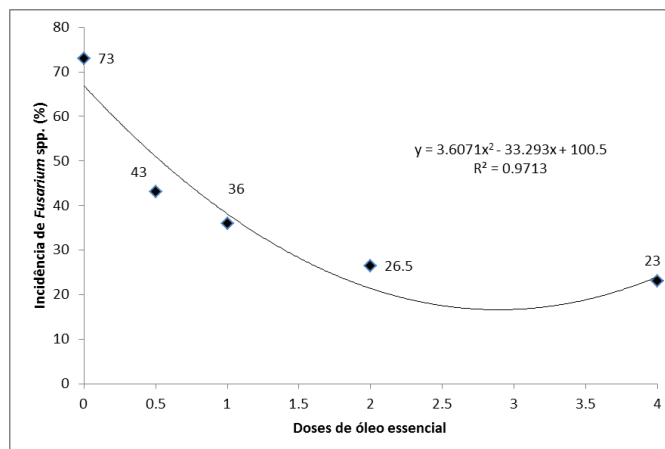
Os fungos *Fusarium spp.*, apresentaram maior incidência média, sendo detectados em 100% das amostras analisadas, e níveis de incidência variando de 0,2 a 87%. Conforme se observa na Figura 1, a qualidade sanitária pode ser considerada regular (Tabela 1), considerando sobretudo os níveis detectados de para *Fusarium*, *Macrophomina* e *Rhizoctonia*. Tais valores, exceto para os verificados para *Fusarium spp* são considerados baixos para os padrões regionais.

O fungo *M. phaseolina* foi a segunda espécie fitopatogênica com maior nível de incidência. Este fungo é o agente causal da podridão cinzenta do caule. Em relação ao fungo *Phoma sp* (1,2%), ele está presente nas amostras procedentes de José de Freitas-PI, em índices de até 26%. O patógeno que apresentou menor incidência (0,2%) foi *R. solani*, detectada apenas em duas amostras.

3.2 Avaliação do óleo essencial no controle de *Fusarium spp* nas sementes

Em função de *Fusarium spp.* ter apresentado a maior incidência (17,7%), presente em 100% das amostras, este foi selecionado como patógeno alvo a ser testado no tratamento de sementes, com óleo essencial de *L. lasiocalycina*. Os resultados mostraram efeito significativo ($p \leq 0,01$) das concentrações utilizadas sobre a redução da incidência de *Fusarium spp* nas sementes, sendo o modelo quadrático o que melhor explica o efeito do tratamento (Figura 2). A eficiência do óleo é alta, demonstrado pela redução da incidência de 73% para menos de 20%, à medida do aumento da concentração do óleo nas sementes.

Figura 2 - Incidência de *Fusarium* spp. em sementes de feijão-caupi BRS Guariba submetidas a cinco doses de óleo essencial de *Lippia lasiocalycina*.



Fonte: Autores (2023).

3.3 Efeito do óleo essencial sobre a germinação das sementes

Foi possível verificar ação fitotóxica do óleo essencial ($p \leq 0,01$) sobre a germinação das sementes, notadamente nos testes com rolo de papel germitest (Tabela 2).

Tabela 2 - Percentagem de germinação de sementes de feijão-caupi cv. BRS Guariba tratadas com óleo essencial de *Lippia lasiocalycina* Cham. obtida em rolo de papel germitest e em areia.

| Tratamento | % de germinação* |
|----------------------------------|------------------|
| Rolo de papel germitest com óleo | 66,00 b |
| Areia lavada com óleo | 72,25 ab |
| Rolo de papel germitest sem óleo | 78,50 ab |
| Areia lavada sem óleo | 85,00 a |

CV%=12,47

*As medias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Fonte: Autores (2023).

Quando as sementes tratadas com o óleo essencial foram submetidas ao teste com rolo de papel, observou-se a menor taxa de germinação. Por outro lado, os valores de germinação obtidos com a areia (com e sem óleo) e em papel sem óleo mostraram valores estatisticamente ($p \leq 0,01$) semelhantes, o que demonstra um efeito negativo do óleo essencial sobre as sementes.

4. Discussão

A presença de *Fusarium* sp. em todas as amostras pode estar relacionada à elevada presença de fusariose no campo de produção e em função de sua grande facilidade de transmissão da planta para a semente (Haile et al., 2019). Rodrigues; Menezes (2002), revelaram, também, alta incidência de *Fusarium* spp em sementes de feijão-caupi, cuja presença foi responsável pela inibição na germinação de sementes, e mesmo quando germinadas, apresentaram crescimento do fungo sobre cotilédones e folhas primárias, além de provocar necrose na radícula.

A literatura evidencia que as contaminações ocasionadas por *Aspergillus flavus*, *M. phaseolina*, *Fusarium oxysporum* e *Penicillium* sp. são as principais responsáveis pela deterioração das sementes de feijão-caupi durante o armazenamento,

(Khare et al., 2016) causando redução na germinação, sendo alguns deles responsáveis pela produção de micotoxinas prejudiciais à saúde humana (Biemond et al., 2013).

A podridão cinzenta, causada por *Macrophomina phaseolina* ocorre em diversas fases de crescimento da planta e pode causar na planta adulta, lesões necróticas na região do colo, amarelecimento, murcha, desfolhamento prematuro e morte da planta (Marquez et al., 2021; Ghosh et al., 2018). Anteriormente, Athayde Sobrinho (Athayde Sobrinho, 2004) encontrou nas amostras de sementes de feijão-caupi procedentes do Estado do Piauí incidência média de 6,64 % de *M. phaseolina*.

Dentre os fungos de armazenamento, detectaram-se os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, como os mais importantes, prejudicando a qualidade sanitária e fisiológica das sementes devido à presença de toxinas e por induzirem a perda do vigor e germinação das sementes infectadas (Fleurat-Lessard, 2017). Silva, 2006, avaliando a qualidade sanitária das amostras de sementes de feijão-caupi, verificou a incidência de *Aspergillus* spp. em 97% das amostras procedentes de São Luís (MA), revelando altos níveis de contaminação, provavelmente devido ao tempo e às condições de armazenamento das sementes.

Semelhantes resultados foram também revelados nos trabalhos de Sallis et al. (2001), ao analisarem sementes dessa espécie coletadas no município de São José do Norte, Rio Grande do Sul. Os autores verificaram que em todas as amostras analisadas foram encontrados fungos potencialmente fitopatogênicos, de importância para a cultura, destacando-se *Fusarium* spp., *Colletotrichum* sp. e *Macrophomina* sp., os quais também foram encontrados no presente estudo.

Gomes et al. (2008), avaliando a incidência de fungos em sementes de doze cultivares de feijão-caupi cultivadas no Ceará, constataram a presença de *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp., com alta incidência nas sementes. Os autores também identificaram os fungos fitopatogênicos *Fusarium* sp. (0,5 a 6%), *Colletotrichum* sp. (0,5 a 2%) e *M. phaseolina* (0,5 a 7%).

Vários estudos vêm sendo conduzidos com objetivo de avaliar o potencial de plantas do gênero *Lippia* no controle de doenças de plantas (Camilo et al., 2022; Silva et al., 2019). O óleo essencial de *Lippia sidoides*, em especial, tem demonstrado propriedades de interesse epidemiológico. Utilizando óleo essencial de *L. sidoides*, Gonçalves et al. (2015) verificaram a inibição total do crescimento micelial de *R. solani* e *S. rolfii* na concentração de 400 µg mL⁻¹.

Para uma substância ser empregada no tratamento de sementes, não basta que ela tenha ação efetiva contra os alvos biológicos, mas, sobretudo, que não exerça qualquer ação deletéria sobre o desenvolvimento das plantas delas originárias (Cunha et al., 2015). Os resultados obtidos neste trabalho demonstram uma ação negativa do óleo sobre a germinação das sementes, provavelmente associado a fitotoxicidade ou a alelopatia, cujo efeito foi mais severo na condição de rolo de papel. Provavelmente esta condição, por permitir maior contato do óleo com a semente, e possibilitar menor chance de volatilização do óleo, tenha favorecido esse efeito. Na areia, por haver maior porosidade e facilidade de expansão e dispersão dos compostos voláteis, e provavelmente menor contato direto do óleo com as sementes, o efeito tóxico foi menos observado. De acordo com An et al. (1993), um dado aleloquímico possui dois atributos: inibitório e estimulatório. Quando em baixa concentração os efeitos alelopáticos podem não ser inibitórios, podendo ocorrer efeitos estimulatórios em determinados casos. Em estudos com germinação de alface sob efeito de extratos voláteis de *L. sidoides*, Alves et al. (2004), verificaram 95% de germinação de sementes nas concentrações de 0,001 e 0,01%. Quando a concentração do óleo foi aumentada para 0,1 e 1%, a germinação foi de 0%, demonstrando uma diminuição brusca do percentual de germinação a partir de 0,01%. Todavia, como os estudos relacionados ao tratamento de sementes com óleos essenciais são recentes, não se dispõem de muitas informações acerca do efeito dessas substâncias sobre a germinação e vigor das sementes de feijão-caupi.

5. Considerações Finais

Com o presente trabalho foi possível observar que as sementes de feijão-caupi utilizadas na Região Meio-Norte do Brasil apresentam padrão sanitário considerado regular. O emprego do óleo essencial de *L. lasiocalycina* é efetivo no controle

de *Fusarium* spp, na concentração de 3,0 ml kg⁻¹, melhorando significativamente a qualidade sanitária das sementes de feijão-caupi, porém, nesta concentração interfere negativamente na germinação.

Sugere-se a continuidade da pesquisa que possa avaliar o potencial do óleo essencial de *L. lasiocalycina* a nível de campo, visando contribuir para mais uma opção no controle de *Fusarium* spp. na cultura do feijão-caupi.

Referências

- Alves, M. C. S., Medeiros Filho, S., Innecco, R., & Torres, S. B. (2004). Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(11), 1083-1086.
- An, M., Johnson, I. R., & Lovette, J. V. (1993). Mathematical modeling of allelopathy: biological response to allelochemical and its interpretation. *Journal Chemical Ecology*, 19(10), 2379-2389.
- Assis, E., & Silva, F. (2013). Assistat 7.7 betas. UFCG.
- Athayde Sobrinho C. (2004). Patossistema caupi X *Macrophomina phaseolina*: método de detecção em sementes, esporulação e controle do patógeno. ESALQ, USP, Piracicaba. 147 p.
- Barros, S. C. S., Castro, W. C. P., Werner, H. A., Morais, K. G. B., Esteves, M. P. C., Nunes, T. L., Cruz, H. T. G., Azevedo, R., Pamplona, V. M. S., & Quadros, B. R. (2021). Qualidade de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) produzidas em Paragominas, Pará. *Research, Society and Development*, [S. l.], 10(16), e114101623161.
- Biamond, P.C., Oguntade, O., Kumar, P.L., Stomph. T. J., Termorshuizen. A. J., & Struik, P. C. (2013). Does the informal seed system threaten cowpea seed health? *Journal of Crop Protection*, 43, 166-174.
- BRASIL. (2009a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 200p
- BRASIL. (2009b). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de análise sanitária de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 200p.
- Barnet, H. L., & Hunter, B. B. (1972). *Illustrated genera of imperfect fungi*. Minnesota: Burgess Publishing, 241 p.
- Camilo, C. J., Leite, D. O. D., Nonato, C. F. A., Carvalho, N. K. G., Ribeiro, D. A., & Costa, J. G. M. (2022). Traditional use of the genus *Lippia* sp. and pesticidal potential: A review, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 40, 102296.
- Cunha, R. P., Corrêa, M. A. F., Schuchi, L. O. B., Oliveira, R. C., Abreu Junior, J. S., Silva, J. D. G., & Almeida, T. L. (2015). Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. *Ciência Rural*, 45(10), 1761-1767.
- DeJesus, K. (2019). Preventative Compositions of *Azadirachta indica* Against *Fusarium oxysporum*. *The FASEB Journal*, 33, 662.50-662.50.
- Dias, L., Santos, A., Ribeiro-Paz-Filho, E., Soares-da-Silva, P., & Athayde-Sobrinho, C. (2018). Óleo essencial de I Cham (alecrim-pimenta) no controle de *Macrophomina phaseolina* em feijão-caupi. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 24(1), 1-17.
- Fleurat-Lessard, F. (2017). Integrated management of the risks of stored grain spoilage by seedborne fungi and contamination by storage mould mycotoxins – An update. *Journal of Stored Products Research*, 71, 22-40.
- Ghosh, T., Biswas, M. K., Guin, C., & Roy, P. (2018). A review on characterization, therapeutic approaches and pathogenesis of *Macrophomina phaseolina*. *Plant cell biotechnology and molecular biology*, 19,72–84.
- Gomes, M. S., Cardoso, M. G., Soares, M. J., Batista, L. R., Machado, S. M. F., Andrade, M. A., Azeredo, C. M. O., Resende, J. M. V., & Rodrigues, L. M. A. (2014). Use of essential oils of the genus *Citrus* as biocidal agents. *American journal of plant sciences*. 5, 299-305.
- Gomes, D. P., Silva, G. C., Kronka, A. Z., Torres, S. B., & Souza, J. R. Qualidade fisiológica e incidência de fungos em sementes de feijão caupi produzidas do estado do Ceará. *Revista Caatinga*, 2008, 21(2), 165-171.
- Gonçalves, A. H., Pereira, A. S., Santos, G. R. S., & Guimarães, L. G. L. (2015). Atividade fungitóxica in vitro dos óleos essenciais de *Lippia sidoides* Cham., *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. e de seus constituintes majoritários no controle de *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. *Revista brasileiras de plantas medicinais*, 17(4), 1007-1015.
- Haile, J. K., N'Diaye, A., Walkowiak, S., Nilsen, K.T., Clarke, J. M., Kutcher, R. H., Steiner, B., Buerstmayr, H., & Pozniak, C. J. (2019). *Fusarium* head blight em trigo duro: status recente, direções de reprodução e perspectivas futuras de pesquisa. *Phytopathology*, 109, 1664–1675.
- Khare, K. B., Loeto, D., Wale, K. & Salani, M. (2016). Seed-borne fungi of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] and their possible control in vitro using locally available fungicides in Botswana. *International Journal of Bioassays*, 5(11), 5021-5024.
- Mallmann, G., Verzignassi, J. R., Fernandes, C. D., Santos, J. M., Vechiato, M. H., Inácio, C. A., Batista, M. V., & Queiroz, C. A. (2013). Fungos e nematoides associados a sementes de forrageiras tropicais. *Summa Phytopathologica*, 9 (3), 201-203.
- Marquez, N., Giachero, M. L., Declerck, S., & Ducasse, D. A. (2021). *Macrophomina phaseolina* : General Characteristics of Pathogenicity and Methods of Control. *Frontiers in Plant Science*, 22(12), 634397.

Oliveira, L. G., Kettner, M. G., Lima, M. L. S., Araújo, E. R., Silva, A. R., & Costa, A. F. (2021) Potencial de biocontrole *Trichoderma* spp contra *Macrophomina phaseolina* de feijão-caupi. *Pesquisa agropecuária pernambucana*, 26(2), e2512262021.

Rodrigues, A. A. C., & Menezes, M. (2002). Detecção de fungos endofíticos em sementes de caupi provenientes de Serra Talhada e de Caruaru, Estado de Pernambuco. *Fitopatologia Brasileira*, 27, 532-537.

Sallis, M. G. V., Lucca-Filho, A. O., & Maia, M. S. (2001). Fungos associados às sementes de feijão-miúdo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) produzidas no município de São José do Norte (RS). *Revista Brasileira de Sementes*. 23 (1), 36-39.

Silva, F. M., Nascimento, S. R., Torres, S. B., Oliveira, J., Alves, T. R., & Negreiros, A. M. (2016). Qualidade sanitária de sementes salvas de feijão-caupi utilizadas pelos agricultores do Rio Grande Norte. *Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 59, 60-65.

Silva, G. S. (2006). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. (Walp)). UEMA, São Luís, 107 p.

Silva, R. S., Oliveira, M. M. G., Melo, J. O., Blank, A. F., Corrêa, C. B., Scher, R., & Fernandes, R. P. M. (2019). Antimicrobial activity of *Lippia gracilis* essential oils on the plant pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* and their effect on membrane integrity, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 160, 40-48.

Tozzo, G. A., & Peske, S. T. (2008). Morphological characterization of fruits, seeds and seedlings of *Pseudima frutescens* (aubl.) radlk. (Sapindaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 12-18.