



## Extrato pirolenhoso no tratamento de sementes de feijão macassar

### *Pyroligneous extract in the treatment of bean seeds macassar*

Fernandes Antonio de Almeida<sup>1</sup>, José Gabriel Lima de Souza<sup>2</sup>, Augusto Matias de Oliveira<sup>3</sup>,  
Wéverson Lima Fonseca<sup>4</sup>, Maria Lúcia Tiburtino Leite<sup>5</sup> e Rezanio Martins Carvalho<sup>6</sup>

**RESUMO:** A qualidade das sementes é um fator limitante na produção agrícola, principalmente a sanidade, pois as mesmas são o meio mais comum de disseminação de patógenos. Para neutralizar os efeitos danosos de diferentes patógenos às sementes, os produtores empregam defensivos químicos, o que pode acarretar sérios riscos, tanto humanos quanto ambientais. Assim, objetivou-se avaliar o potencial do extrato pirolenhoso na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão macassar. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos, sendo: seis concentrações do extrato pirolenhoso (10, 20, 40, 60, 80 e 100%) e duas testemunhas, água e o fungicida Captan® (240 g 100 kg<sup>-1</sup>). Os testes sanitários e fisiológicos foram realizados de acordo com as regras para análises de sementes. O extrato pirolenhoso, em especial na concentração de 80%, apresentou atividade antifúngica, sem interferir na qualidade fisiológica das sementes e anatômica das plântulas de feijão macassar.

**Palavras-chaves:** *Vigna unguiculata*; Produto orgânico; Sanidade de sementes.

**ABSTRACT:** Seed quality is a limiting factor in agricultural production, especially sanity, as they are the most common means of spreading pathogens. To neutralize the harmful effects of different pathogens on seeds, producers use chemical pesticides, which can cause serious risks, both human and environmental. Thus, the objective was to evaluate the potential of the pyroligneous extract on the sanitary and physiological quality of macassar bean seeds. The experiment was carried out in design was completely randomized, with eight treatments, being: six concentrations of the pyroligneous extract (10, 20, 40, 60, 80 and 100%) and two controls, water and the fungicide Captan® (240 g 100 kg<sup>-1</sup>). The sanitary and physiological tests were carried out in accordance with the rules for seed analysis. The pyroligneous extract, especially at a concentration of 80%, showed antifungal activity, without interfering with the physiological and anatomical quality of the macassar bean seedlings.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*; Organic product; Seed sanity.

**Autor correspondente:** Wéverson Lima Fonseca  
E-mail: weversonufpi@gmail.com

Recebido em: 16/03/2023  
Aceito em: 16/11/2023

<sup>1</sup> Doutor em Agronomia (Produção Vegetal) com ênfase em Fitopatologia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista - FCAV-UNESP, Campus de Jaboticabal-SP. Atualmente é Professor Associado IV no Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical (PPGHT), Pombal, PB – Brasil.

<sup>2</sup> Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB – Brasil.

<sup>3</sup> Doutor em Produção Vegetal, com ênfase na linha de Genética Molecular e Melhoramento Vegetal, pelo Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus JK. Atualmente é bolsista de pós-doutorado Capes no Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Universidade de Rio Verde (UniRV), Rio Verde, Goiás.

<sup>4</sup> Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Piauí. Atualmente é professor efetivo da Universidade Federal do Piauí, lotado no Colégio Técnico de Bom Jesus, Bom Jesus, Piauí, Brasil.

<sup>5</sup> Possui Mestrado em Fitotecnia (2017) - área de concentração (Proteção de Plantas) pela Universidade Federal do Piauí / Campus Professora Cinobelina Elvas- UFPI-CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil.

<sup>6</sup> Doutor em Fitopatologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

## INTRODUÇÃO

A espécie *Vigna unguiculata* (L) Walp, mais conhecida como feijão macassar, feijão caupi ou feijão de corda, tem como centro de origem à África, adaptando-se bem as regiões semiáridas do Brasil (IITA, 2020). O cultivo do feijão macassar nas regiões norte e nordeste do país é realizado por pequenos e médios agricultores, com uso de pouca ou nenhuma tecnologia, resultando em baixos índices de produtividade (ALMEIDA *et al.*, 2010).

Uma das saídas para esse problema é o uso de sementes livres de patógenos e de boa qualidade fisiológica. Entre os tratamentos de sementes tem-se o uso de fungicidas comerciais. O uso excessivo desses produtos tem resultado no surgimento de populações fúngicas resistentes, além de efeitos nocivos ao ambiente, às pessoas e às próprias sementes, inibição da produção de compostos secundários, além de onerar os custos de produção (GOULART, 2015; BHANDARI *et al.*, 2021; RANI *et al.*, 2021).

Os pequenos produtores têm como costume utilizar as sementes provenientes da safra anterior de sua área de produção, porém, a falta do conhecimento relacionado a potencialidade das sementes serem veículos de disseminação de patógenos é limitada. A presença de patógenos nas sementes pode comprometer a sua qualidade fisiológica, resultando em reduções significativas no rendimento da lavoura (SOUSA *et al.*, 2020).

A grande maioria dos pequenos e médios produtores de feijão macassar, não costumam empregar agroquímicos no tratamento de sementes, como forma preventiva, o que favorece a disseminação de patógenos (AURAS; AMÂNCIO, 2015). Assim, a busca por produtos antifúngicos eficientes e de menor impacto na natureza, é crescente, principalmente estudos com uso de subprodutos orgânicos (MACEDO *et al.*, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2020).

Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos com a utilização do resíduo orgânico, como a manipueira, subproduto da mandioca, com resultados satisfatórios no biocontrole de patógenos nas sementes de soja, sem interferir na qualidade fisiológica das sementes (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Além disso, o extrato pirolenhoso, obtido a partir da queima da madeira, já utilizado na agricultura, pode ser promissor no tratamento de sementes em função da presença de diversos metabólitos como guaiacol, compostos fenólicos, entre outros (PIMENTA *et al.*, 2018).

Alguns produtos orgânicos devido sua composição, podem controlar fitopatógenos, mas afetar a qualidade fisiológica das sementes. Dessa maneira, objetivou-se avaliar o potencial do extrato pirolenhoso na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão macassar.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal (06°46'13' de latitude sul, 37°48'06' de longitude oeste e altitude aproximada de 242 m). O clima da região é do tipo BSh, segundo a classificação de Köppen, isto é, semiárido quente e seco, com precipitação pluviométrica média anual de 750 mm, e evaporação média anual de 2000 mm (BRITO *et al.*, 2013) e temperatura média de 28°C.

### 2.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

O delineamento empregado foi inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 5 repetições para qualidade sanitária e 4 repetições para o teste de qualidade fisiológica, sendo os tratamentos: T1 = 0% -

Sem aplicação de extrato pirolenhoso (EP) + 10 mL de água destilada (testemunha positiva); T2 = Captan SC (240 g. i.a.100 kg<sup>-1</sup> de sementes); T3 = 10% - aplicação de 1,0 mL de EP + 9,0 ml de água destilada; T4 = 20% - aplicação de 2,0 mL de EP + 8,0 mL de água destilada; T5 = 40% - aplicação de 4,0 mL de EP + 6,0 mL de água destilada; T6= 60% - aplicação de 6,0 mL de EP + 4,0 mL de água destilada; T7= 80% - aplicação de 8,0 mL de EP + 2,0 ml de água destilada e T8 = 100% - sem aplicação de água destilada + 10 mL de EP).

As sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata*) foram adquiridas de pequenos agricultores do município de Condado, Paraíba, provenientes da safra de 2020. Para a realização dos ensaios foram empregados 2,0 kg de sementes. As amostras foram fracionadas em 400 g, conforme recomendação das Regras Para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

O extrato pirolenhoso foi adquirido da empresa Ophicina Orgânica Fertilizantes Ltda. Antes da aplicação do extrato pirolenhoso, foi feita a diluição em água destilada esterilizada para obtenção das seguintes concentrações do extrato: 10, 20, 40, 60, 80 e 100%. Em seguida, foi utilizada a solução de 10 mL de extrato por quilo de sementes. Os tratamentos foram realizados em becker de 500 mL, no qual as sementes foram homogeneizadas por agitação durante 30 minutos para as diferentes concentrações, fungicida e a testemunha. Logo após, as sementes foram colocadas sobre papel filtro esterilizado, para secagem em temperatura ambiente e, em seguida, foram realizados os seguintes testes:

### 2.3 TESTE DE SANIDADE

Foram empregadas 400 sementes por tratamento, distribuídas 10 sementes por placa, com 5 repetições, totalizando 80 sementes por repetição. Após a aplicação dos tratamentos, foi adotado o método de incubação em placa de Petri com tripla camada de papel filtro umedecida com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso seco do papel (BRASIL, 2009). Para inibição da germinação das sementes, o substrato de papel filtro foi umedecido com soluções de 2,4D (10 ppm).

Posteriormente, as placas de Petri foram mantidas em BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) a uma temperatura de 25°C ± 2°C e fotoperíodo com luz alternada (12 horas claro/12 horas escuro), durante sete dias. Logo após, as sementes foram examinadas individualmente com o auxílio do microscópio estereoscópico e feita a identificação dos espécimes com auxílio da literatura especializada para taxonomia de fungos (MENEZES; ASSIS, 2004), sendo os resultados expressos em percentagem do número de sementes infectadas.

### 2.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA

Utilizou-se o método de incubação, sendo distribuídas 50 sementes, uniformemente, sobre três folhas de germinação (Germitest) de 50 x 50 cm umedecidas com água destilada e autoclavada em volume equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco. Em seguida, os rolos foram padronizados com as sementes submetidas aos tratamentos, dispostos em câmara de germinação (BOD) a 20 °C ± 2 °C e fotoperíodo de 12 h (BRASIL, 2009). Nessa etapa foram utilizadas 200 sementes, distribuídas em 4 repetições por tratamento.

Diariamente e no mesmo horário foram realizadas contagens, contabilizando o número de sementes germinadas, sendo considerada germinada a semente cujo o comprimento da radícula fosse igual ou superior 2 mm, para cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG), conforme a fórmula:

$$IVG = \sum (n_i/t_i)$$

em que:  $n_i$  = número de sementes que germinaram no tempo "i",  $t_i$  = tempo após instalação do teste;  $i=1$  9 dias (MAGUIRE, 1962).

Após estabilizada a germinação, foi avaliado:

-Porcentagem de germinação (PG): calculada pela fórmula:

$$PG = (N/A) \times 100$$

em que N= número de sementes germinadas ao final do teste; A= número de sementes colocadas para germinar.

- Tempo médio de germinação (TMG): calculado pela fórmula:

$$TMG = (\sum ni \cdot ti) / \sum ni$$

em que:  $n_i$  = número de sementes germinadas por dia;  $t_i$  = tempo de incubação;  $i = 1$  9 dias.

- Velocidade média de germinação (VMG): usando a fórmula:

$$VMG = 1/t$$

em que:  $t$  = tempo médio de germinação.

- Entropia: calculada conforme a fórmula adotada por Labouriau & Pacheo (1976).

em que: E=entropia informacional;  $f_i$ =frequência relativa de germinação;  $\log_2$ =logaritmo na base 2.

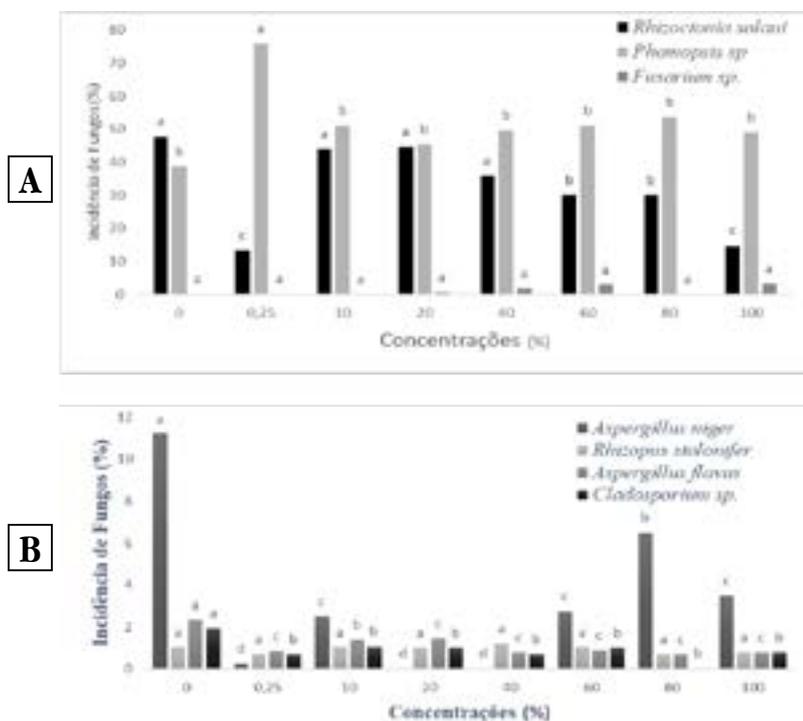
Foram avaliados ainda, comprimento de raízes primária, com uso de paquímetro digital, massa fresca e seca das raízes, com balança de precisão (0,001 g). Para obtenção da massa seca, as raízes foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar, regulada à temperatura de 65 °C, até que o peso se tornasse constante.

## 2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de significância, e quando significativo, as médias foram agrupadas pelo Teste Scott-Knott a 1 ou 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico R.

## 3 RESULTADOS

No teste de qualidade sanitária foram observadas e identificadas as seguintes espécies e gêneros fúngicos: *Rhizoctonia solani*, *Phomopsis* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus niger*, *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus flavus* e *Cladosporium* sp. Os tratamentos com o fungicida Captan® e o extrato pirolenhoso-100% foram responsáveis por maior redução da contaminação das sementes por *Rhizoctonia solani*, no entanto, nenhum dos tratamentos reduziram a contaminação por *Phomopsis* sp. e *Fusarium* sp. (Figura 1A). Comparado à testemunha, as concentrações de 60 e 80% do substrato também se mostraram eficientes no controle de *Rhizoctonia solani*.



**Figura 1.** Incidência dos fungos *Rhizoctonia solani*, *Phomopsis sp.*, *Fusarium sp.* (Figura 1A), *Aspergillus niger*, *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus flavus* e *Cladosporium sp.* (Figura 1B) em sementes de *V. unguiculata* tratadas com diferentes concentrações do extrato de extrato pirolenhoso. Pombal - PB (2021). A concentração de 0,25% corresponde ao tratamento com o fungicida Captan®. \*\*Colunas de diferentes tratamentos, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 1% de probabilidade

Os tratamentos com fungicida e o extrato pirolenhoso nas concentrações de 20 e 40% reduziram a infestação por *Aspergillus niger*, enquanto para *Rhizopus stolonifer* nenhum dos tratamentos foi eficiente (Figura 1B). O fungo *Aspergillus flavus* se mostrou sensível ao fungicida e em todas as concentrações do extrato pirolenhoso. A espécie do gênero *Cladosporium* também se mostrou sensível ao fungicida e ao extrato pirolenhoso, no entanto, somente as concentrações de 40, 60, 80 e 100% do extrato apresentaram resultados semelhantes ao fungicida Captan® (Figura 1B).

Dessa maneira, o extrato pirolenhoso nas concentrações de 60, 80 e 100% se mostrou-se eficiente, tendo resultados iguais ou até melhores que o fungicida Captan® na redução da incidência de *Rhizoctonia solani*, *Aspergillus flavus* e *Cladosporium sp.* em sementes de feijão macassar.

Em relação a qualidade fisiológica das sementes, não houve diferença significativa para as variáveis porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e entropia (Tabela 1). No entanto, houve diferença para velocidade e tempo médio de germinação, comprimento de raízes, massa fresca e seca das raízes (Tabela 1). Esses resultados mostram que o extrato pirolenhoso inibe a infecção por fungos, alterando também a qualidade fisiológica das sementes e características anatômicas das plântulas.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio germinação (TMG), velocidade média de germinação (VMG), entropia (ENT), comprimento de raízes (CR), massa fresca de raízes (MFR) e massa seca de raízes (MSR) das sementes de *V. unguiculata* tratadas com diferentes concentrações de extrato pirolenhoso. Pombal-PB (2021)

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio							
		PG (%)	IVG	TMG (dias)	VMG (dias)	ENT (bits)	CR (cm)	MFR (g)	MSR (g)
Tratamento	7	11,71 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>**</sup>	0,003 <sup>**</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	4,50 <sup>**</sup>	0,004 <sup>**</sup>	0,00002 <sup>**</sup>
Resíduo	24	14,92	0,11	0,03	0,0009	0,05	0,58	0,001	0,000007
CV%		4,15	6,61	6,83	7,05	23,99	12,81	23,71	19,66

\*\* e \* Teste F significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, <sup>ns</sup> não significativo, CV: Coeficiente de variação, GL: Grau de liberdade.

O extrato pirolenhoso na concentração de 100% não diferiu da testemunha e nem do fungicida para as variáveis tempo médio de germinação e velocidade média de germinação (Tabela 2). No entanto, comparada à testemunha, a concentração de 100% do substrato aumentou a massa fresca e seca de raízes (Tabela 2).

**Tabela 2.** Tempo médio de germinação (TMG), velocidade média de germinação (VMG), comprimento de raízes (CR), massa fresca (MFR) e seca (MSR) de raízes de sementes de *V. unguiculata* tratadas com diferentes concentrações de extrato pirolenhoso. Pombal-PB (2021)

Tratamentos	TMG (dias)	VMG (dias)	CR (cm)	MFR (g)	MSR (g)
T1-Testemunha	2,45 a	0,41 b	4,87 b	0,10 b	0,011 b
T2- Fungicida	2,49 a	0,41 b	6,86 a	0,18 a	0,017 a
T3- EP10%	2,22 b	0,45 a	4,95 b	0,13 b	0,011 b
T4- EP20%	2,17 b	0,46 a	5,10 b	0,12 b	0,011 b
T5- EP40%	2,63 a	0,38 b	5,38 b	0,13 b	0,013 b
T6- EP60%	2,33 b	0,43 a	7,75 a	0,19 a	0,018 a
T7- EP80%	2,28 b	0,44 a	6,72 a	0,18 a	0,015 a
T8- EP100%	2,56 a	0,39 b	5,67 b	0,15 a	0,015 a

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% e 5% de significância.

O extrato pirolenhoso na concentração de 80% se mostrou o melhor tratamento, pois reduziu o tempo médio de germinação, aumentou a velocidade média de germinação, além de melhorar o comprimento das raízes primária, aumentando, conseqüentemente, a massa fresca e seca das raízes (Tabela 2).

O fungicida quando comparado a testemunha, não alterou as variáveis da qualidade fisiológica (velocidade e tempo médio de germinação), no entanto, as sementes tratadas com o mesmo apresentaram melhores características anatômicas de suas plântulas, como comprimento de raízes, massa fresca e seca de raízes (Tabela 2).

Dessa maneira, a concentração de 80% do extrato foi o melhor tratamento para qualidade fisiológica das sementes de feijão macassar, pois melhorou as variáveis de qualidade fisiológica (tempo e velocidade média de germinação), além de incrementar nas características anatômicas das plântulas (comprimento de raízes, massa fresca e seca de raízes).

#### 4 DISCUSSÃO

*Rhizoctonia solani*, *Phomopsis* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus niger*, *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus flavus* e *Cladosporium* sp., são fungos de armazenamento de fácil crescimento e responsáveis por perdas significativas de produtividade, acarretando redução de germinação e apodrecimento das sementes (ALMEIDA *et al.*, 2013).

O efeito fungitóxico do extrato pirolenhoso se deve a presença de compostos como guaiacol, fenol, cresóis e furfural (PIMENTA *et al.*, 2018; FARIAS *et al.*, 2020). Os metabólitos secundários são compostos específicos que desempenham um papel importante na interação das plantas com os seres vivos e na evolução dos vegetais. Em geral, estão divididos em três grupos: terpenos, compostos fenólicos e alcaloides, que protegem os vegetais contra estresses bióticos e abióticos (BORGES; AMORIM, 2020).

As características apolares de alguns dos componentes químicos do extrato pirolenhoso lhes conferem efeito fungitóxico. Devido à natureza apolar, essas substâncias podem interagir com a membrana celular fúngica e ocasionar seu inchaço, levando o vazamento de materiais celulares, resultando na morte do fungo. Os constituintes químicos também podem atravessar a membrana celular do patógeno atrasando a síntese do ergosterol, hormônio responsável pela vitalidade celular dos fungos, provocando a morte celular (GOULART *et al.*, 2015).

A classe dos terpenóides, como é o caso do guaiacol, apresenta caráter lipofílico e torna a membrana celular fúngica permeável, provocando o vazamento de seu conteúdo (KNAAK; FIUZA, 2010). Os compostos fenólicos têm papéis importantes nas plantas como defesas contra fungos, insetos e herbívoros (BELETE, 2018).

Pieta *et al.* (2021), empregando extratos pirolenhosos de *Eucalyptus* spp. e *Saccharum officinarum* L, observaram que em ambos houve atividade antifúngica sobre diferentes fungos fitopatogênicos. No entanto, divergências dos efeitos inibitórios podem ocorrer, sendo compreensível em função da variação de composição do extrato pirolenhoso conforme a matéria prima da qual é extraído (GREWAL *et al.*, 2018).

O extrato pirolenhoso é formado por mais de 200 compostos químicos, entre esses: ácido acético, álcoois, cetonas, fenóis e alguns derivados de lignina, o que pode ter efeito ou não em função também das concentrações (GREWAL *et al.*, 2018; PIETA *et al.*, 2021). Assim, o efeito do extrato pirolenhoso pode ser efeito da combinação de vários compostos. No presente estudo, as melhores respostas foram obtidas na concentração de 80% do extrato. A concentração de 100% do substrato se mostrou mais eficiente no controle de *Rhizoctonia solani*, no entanto, não foi capaz de estimular as variáveis fisiológicas.

Theisen *et al.* (2010), relataram que apesar do extrato pirolenhoso suprimir patógenos como *Aspergillus* sp., *Penicillium* ssp. e *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja, afetou negativamente a germinação das sementes, e que, em alguns casos, a utilização do extrato pirolenhoso aumentou a incidência de *Colletotrichum* e *Cercospora* nas plântulas. Portanto, o extrato não é eficiente para todas as espécies de fungos, como também observado no estudo, onde nenhuma das concentrações do extrato pirolenhoso teve efeito no controle de *Phomopsis* sp., *Fusarium* sp., e *Rhizopus stolonifer*. Mas esses resultados podem variar, pois como supracitado, a composição do extrato pode mudar de acordo com a espécie vegetal do qual é extraído (GREWAL *et al.*, 2018).

Existem regras padronizadas para avaliar a qualidade das sementes através de variáveis fisiológicas. A média aceitável para o percentual de germinação do feijoeiro é de 85% (WETZEL *et al.*, 2005), e todos os tratamentos ficaram com médias acima de 90%, não havendo diferença significativa. Também não houve diferença significativa para a entropia. A entropia mede a organização de um sistema, de maneira que, quanto menor o seu valor, maiores são a organização e a sincronia do sistema (NASSIF; PEREZ, 2000). O

fato de não ter tido diferença significativa para entropia mostra que o extrato pirolenhoso não interfere na organização e sincronia da germinação das sementes.

Para as variáveis fisiológicas e anatômicas, todos os tratamentos apresentaram resultados iguais ou melhores que a testemunha, com destaque para o extrato pirolenhoso na concentração de 80%. O extrato pirolenhoso também tem sido utilizado na agricultura como potenciador de crescimento vegetal, tamanho dos frutos, melhorando a qualidade dos vegetais (GREWAL *et al.*, 2018).

Dessa forma, o extrato pirolenhoso pode ser utilizado no controle sanitário e fisiológico de sementes de feijão macassar. Diante dos resultados promissores com uso do extrato pirolenhoso em vários seguimentos agrônômicos, aliado ainda aos cuidados com meio ambiente, essa é uma alternativa que poderá ser viabilizada para o uso em diferentes culturas. No entanto, ressalta-se a necessidade de novos estudos em condições de campo, como forma de complementação das informações sobre a eficiência do extrato pirolenhoso como alternativa economicamente viável no tratamento de sementes de feijão macassar.

## 5 CONCLUSÃO

O extrato pirolenhoso, em especial na concentração de 80%, apresentou atividade antifúngica, sem interferir na qualidade fisiológica das sementes e anatômica das plântulas de feijão macassar.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. L. G.; ALCÂNTARA, R. M. C. M.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A.; LEITE, L. F. C.; SILVA, J. A. L. Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, p.364-369, 2010.

ALMEIDA, A. P. V.; SILVA, E. S.; SILVA, V. P.; ZAGO, B. W.; OLIVEIRA, B. S. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do município de Tangará da Serra –MT. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 17, p. 2241, 2013.

AURAS, N. E.; AMANCIO, C. O. DA G. Cultivo de feijão-caupi em municípios dos estados do Norte, Nordeste e Centro-oeste, conforme a área colhida e a produtividade Seropédica. **Embrapa Agrobiologia**, 2015. 192 p.

BELETE, T. Defense mechanisms of plants to insect pests: from morphological to biochemical approach. **Trends in technical & scientific research**, v. 2, p. 30-38, 2018.

BHANDARI, S.; YADAV, P.; SARHAN, A. Botanical fungicides; current status, fungicidal properties and challenges for wide scale adoption: a review. **Reviews in Food and Agriculture**, v.2, n. 2, p. 63-68, 2021. DOI: <http://doi.org/10.26480/rfna.02.2021.63.68>.

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, p. 54-67, 2020.

Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV; 2009. 395 p.

BRITO, M. E. B., DE ARAÚJO FILHO, G. D., WANDERLEY, J. A. C., DE MELO, A. S., DA COSTA, F. B., & FERREIRA, M. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1244-1254, 2013.

FARIAS, S. P. D.; ALMEIDA, A. V. D. L. D.; NASCIMENTO, E. S. D.; SOLETTI, J. I.; BALLIANO, T. L.; MOURA FILHO, G.; MUNIZ, M. D. F. S. *In vitro* and *in vivo* control of yam dry rot nematodes using pyroligneous extracts from palm trees. **Revista Ceres**, v. 67, p. 482-490, 2020.

GOULART, A. C. P.; ROESE, A. D.; MELO, C. L. P. Integração do tratamento de sementes com pulverização de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 737-747, 2015.

GREWAL, A.; ABBEY, L.; GUNUPURU, L. R. Production, prospects and potential application of pyroligneous acid in agriculture. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 135, p. 152-159, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2018.09.008>.

Iita. **International Institute Of Tropical Agriculture** (ed.). Cowpea. Disponível em: <https://www.iita.org/cropsnew/cowpea/>. Acesso em: 13 mar. 2020.

KNAAK, N.; FIUZA, L.M. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 5, p. 120–132, 2010.

Labouriau, L. G.; Pacheo, A. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. *Plant and cell physiology*, v. 19, n. 3, p. 507-512, 1978.

MACEDO, D. D. C.; DAVID, G. Q.; YAMASHITA, O. M.; PERES, W. M.; CARVALHO, M. A. C.; SÁ, M. E.; LOURENÇO, F. M. S.; MATEUS, M. P. B.; KARSBURG, I. V.; ARRUDA, T. P. M.; RODRIGUES, C. Study of the control of fungus occurring in *Schizolobium amazonicum* seeds with the use of pyroligneous extract. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 31, n. 4, p. 1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2019/v31i430216>.

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

MENEZES, M.; ASSIS, S. M. P. **Guia prático para fungos fitopatogênicos**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária. 2004. 184p.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. Efeito da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 1-6, 2000.

OLIVEIRA, A. M.; SANTOS, A. M. G.; SILVA, L. B.; TEIXEIRA, H. R. S.; PROCHNOW, J. T.; ALMEIDA, F. A.; MORAIS, E. M.; COSTA, M. R. Soybean seeds treated with vinasse and cassava wastewater. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 67, n. 11, 1495-1506, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1799982>.

PIETA, S.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; JORDAN, R. A. Eficácia dos extratos pirolenhosos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e eucalipto (*Eucalyptus* spp.) no controle *in vitro* de patógenos da soja. **Summa Phytopathologica**, v. 47, n. 1, p. 67-69, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/182794>.

PIMENTA, A. S.; FASCIOTTI, M.; MONTEIRO, T. V. C.; LIMA, K. M. G. Chemical composition of pyroligneous acid obtained from *Eucalyptus* GG100 clone. **Molecules**, v. 23, n. 2, p. 426, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules23020426>.

RANI, L.; THAPA, K.; KANOJIA, N.; SHARMA, N.; SINGH, S.; GREWAL, A. S.; SRIVASTAV, A. L.; KAUSHAL, J. An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 283, p. 124657, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124657>.

RODRIGUES, C.; MASSAROTO, J. A.; DAVID, G. Q.; MATOS, D. L.; PERES, W. M.; MITSUO, O.; YAMASHITA, M. A. C. D. C. Fungitoxicity of the pyroligneous extract in the development *in vitro* of *Colletotrichum gloeosporioides*. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 4, p. 82-94, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5296/jas.v8i4.17009>.

SOUSA, M. J. O.; ALMEIDA, F. A.; LEITE, M. L. T.; FONSECA, W. L.; LOPES, K. P.; GOMES, C. D. L.; SAMPAIO, E. G.; SANTOS, E. N.; GONDIM, A. R. O. Biocidal potential of some organic by-products on sanitary and physiological quality of red and white fava beans seeds. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 3, p. 462-468, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.03.p1997>.

THEISEN, G.; CAMPOS, A. D.; NUNES, C. D.; LUCAS, M. K. Efeitos de extratos pirolenhosos utilizados como tratamento de sementes sobre doenças da fase Inicial e crescimento de plântulas de soja. Pelotas: **Embrapa clima temperado**, 2010. 4 p.

WETZEL, M. M. V. S.; FREIRE, M. S.; FAIAD M. G. R.; FREIRE, A. B. **Recursos genéticos: Coleção ativa e de base**. In: FREIRE FILHO, F.R; LIMA J.A. A. RIBEIRO, V.Q. Feijão Caupi: Avanços tecnológicos. Brasília-DF: EMBRAPA, 2005.