

Eficácia de Misturas de Fungicidas Químicos na Micobiota e na Qualidade Fisiológica de Sementes de Mamoneira





ISSN 0103-0841

Junho, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Algodão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 91

Eficácia de Misturas de Fungicidas Químicos na Micobiota e na Qualidade Fisiológica de Sementes de Mamoneira

Wirton Macedo Coutinho
Rafaela Pimentel Almeida
Fabianne Vasconcelos Dantas
Dartanhã José Soares
Alderí Emídio de Araújo
Máira Milani

Campina Grande, PB

2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Algodão

Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário
CEP 58428-095
Caixa Postal 174
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
Home page: <http://www.cnpa.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Odilon Reny Ribeiro Ferreira Silva
Secretário-Executivo: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Membros: Augusto Guerreiros Fontoura Costa, Gilvan Barbosa Ferreira, João Luis da Silva Filho, João Paulo Saraiva Morais, Liziane Maria de Lima, Marleide Magalhães de Andrade Lima, Valdinei Sofiatti e Virgínia de Souza Columbiano Barbosa
Supervisão editorial: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Revisão de texto: Everaldo Correia da Silva Filho
Normalização bibliográfica: Valter Freire de Castro
Tratamento de ilustrações: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Editoração eletrônica: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Foto da capa: Wirton Macedo Coutinho
Capa: Flávio Tórres de Moura

1ª edição

1ª impressão (2012): 500

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Algodão

Coutinho, Wirton Macedo.

Eficácia de misturas de fungicidas químicos na micobiota e na qualidade fisiológica de sementes de mamoneira. / Wirton Macedo Coutinho... [et al.] - Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2012.

22p. (Embrapa Algodão. Boletim de pesquisa, ISSN 0103-0841; 91).

1. Mamona (*Ricinus communis* L). 2. Sementes-tratamento. 3. Fungos fitopatogênicos. I. Coutinho, Wirton Macedo. II. Almeida, Rafaela Pimentel . III. Dantas, Fabianne Vasconcelos. IV. Soares, Dartanhã José. V. Araújo, Alderi Emidio de. VI. Milani, Máira. VII. Título. VIII. Série.

CDD: 633.85397

© Embrapa 2012

Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	13
Conclusões.....	19
Referências Bibliográficas.....	20

Eficácia de Misturas de Fungicidas Químicos na Micobiota e na Qualidade Fisiológica de Sementes de Mamoneira

Wirton Macedo Coutinho¹

Rafaela Pimentel Almeida²

Fabianne Vasconcelos Dantas³

Dartanhã José Soares⁴

Alderí Emídio de Araújo⁴

Máira Milani⁵

Resumo

O tratamento químico de sementes com fungicidas tem sido um procedimento amplamente utilizado no manejo de doenças em diferentes culturas. Apesar de eficiente, esta prática não tem sido utilizada na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L) no Brasil, pois não existem fungicidas químicos registrados para o tratamento de sementes, assim como são escassos os estudos sobre o controle de patógenos em sementes dessa cultura. Dessa forma, objetivou-se neste estudo avaliar a eficácia da mistura comercial dos fungicidas carboxina + tiram e das misturas dos fungicidas tiofanato-metilico + captana e triadimenol + tolfluanida + pencicuirom na micobiota e na qualidade fisiológica de sementes de três genótipos de mamoneira, bem como no crescimento micelial *in vitro* dos principais fungos fitopatogênicos que se associam a sementes de mamoneira no Brasil. Todas as misturas de fungicidas testadas foram eficazes na eliminação ou redução da micobiota associada às sementes, constituída principalmente por fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, e melhoraram a qualidade fisiológica das mesmas (germinação e vigor). As misturas dos fungicidas testados também foram eficazes na inibição do crescimento micelial *in vitro* de alguns dos principais fungos fitopatogênicos que podem se associar às sementes de mamoneira, a saber: *Alternaria ricini*, *Amphobotrys ricini*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*.

Termos para indexação: *Ricinus communis*, tratamento de sementes, fungos fitopatogênicos.

¹Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Fitopatologia, Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz 1143, Centenário, 58428-095, Campina Grande, PB. wirton@cnpa.embrapa.br

²Graduanda em Biologia, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Rua Juvêncio Arruda S/N, Campus Universitário, CEP 58109-753, Campina Grande, PB.

³Bióloga, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba

⁴Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, Embrapa Algodão. dartanha@cnpa.embrapa.br, alderi@cnpa.embrapa.br

⁵Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Algodão. maira@cnpa.embrapa.br

Effectiveness of mixed chemical fungicides on mycobiota and physiological quality of castor bean seeds

Abstract

Seed treatment with fungicides has been widely used to control diseases in different crops. Although effective, this practice has not been used to control seed-borne fungi of castor bean (*Ricinus communis* L.), since there are not registered fungicides for seed treatment in Brazil. Thus, this study aimed to evaluate the efficacy of fungicides carboxin + tiram, captan + thiophanate-methyl, and triadimenol + tolyfluanid + pencycuron mixtures on the mycobiota and seed physiological quality of three castor bean genotypes as well as on mycelial growth *in vitro* of some seed-borne fungi of castor bean. All mixtures of fungicides were effective in eliminating or reducing the mycobiota associated with the seeds, which was formed mainly by fungi belonging to *Aspergillus* and *Penicillium* genera, improving the physiological quality of the seeds. All mixtures of fungicides were also effective in reducing the mycelial growth *in vitro* of seed-borne fungi of castor bean, such as *Alternaria ricini*, *Amphobotrys ricini*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani*.

Index terms: *Ricinus communis*, seed treatment, seed-borne fungi.

Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é afetada por várias doenças fúngicas, cujos agentes causais podem ser transportados e/ou transmitidos pela semente (ARAÚJO et al., 2007; LIMA et al., 1997).

Em vários trabalhos publicados nos últimos anos sobre diversidade fúngica ou qualidade sanitária das sementes de mamoneira no Brasil, são constatados resultados semelhantes: predominância de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium* spp., e baixa frequência de alguns outros gêneros e espécies, tais como *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn, *Alternaria ricini* (Yoshii) Hansf. e *Amphobotrys ricini* (N. F. Buchw.) Hennebert (LIMA et al., 1997; SOARES et al., 2010; VECHIATO et al., 2007; ZARELA et al., 2004). Alguns destes fungos são responsáveis pela deterioração das sementes durante o armazenamento, enquanto outros podem afetar o estabelecimento da cultura, por causarem o tombamento de plântulas em pré ou pós-emergência, ou em razão de transmitirem doenças da semente à parte aérea da planta.

A eliminação ou redução de inóculo de fungos associados a sementes tem sido eficientemente alcançada pelo tratamento das mesmas por métodos biológicos, físicos e químicos, sendo este último o mais utilizado (MACHADO, 2000).

O tratamento químico de sementes com fungicidas tem sido um procedimento amplamente utilizado no manejo de doenças em diferentes culturas (DHINGRA et al., 1980; MACHADO, 1988, 2000). Essa prática tem sido importante na melhoria do estabelecimento da população inicial de plantas, na redução dos prejuízos ocasionados pela introdução de patógenos em novas áreas de cultivo e, como consequência, no aumento da produção.

Apesar de eficiente, esta prática não tem sido amplamente utilizada na cultura da mamoneira no Brasil, pois não existem fungicidas químicos registrados para o tratamento de sementes (AGROFIT, 2012), assim como são escassos os estudos sobre o controle de patógenos em sementes dessa cultura.

Dentre os poucos trabalhos com tratamento químico de sementes de mamoneira no Brasil, destaca-se o realizado por Kobori (2011), que avaliou os fungicidas captana, carbendazim, carboxina + tiram,

fludioxonil + metalaxil-m, tiram, captana + carbendazim, carboxina-tiram + quintozeno, cloreto de benzalcônio e um produto biológico formulado com o fungo *Trichoderma harzium*, e constatou a eficácia da maioria desses produtos na eliminação ou redução da micobiota associada às sementes e na melhoria da qualidade fisiológica das mesmas.

Em outros estudos, David et al. (2009) constataram a eficácia dos fungicidas captana (250 e 300 g i.a./100 kg de sementes), tiofanato-metilíco (100 e 150 g i.a./100 kg de sementes) e tiabendazol (100 e 150 g i.a./100 kg de sementes) no controle de diversos patógenos associados às sementes de mamoneira no Estado de Minas Gerais; enquanto Tropaldi et al. (2010) comprovaram a eficácia de carbendazim nas doses de 15, 30 e 60 g i.a./100 kg e carboxina + tiram nas doses de 25 g, 50 g e 100 g do i.a./100 kg de sementes no controle de patógenos associados a sementes de mamoneira no Mato Grosso do Sul. Bezerra et al. (2010), no Estado da Paraíba, também comprovaram a eficácia dos fungicidas carbendazim (200, 300 e 400 mL/100 kg de sementes), captana (100, 150 e 330 g/100 kg de sementes), além de fludioxonil (100, 150 e 200 mL/100 kg de sementes), na eliminação ou redução da micobiota associada às sementes de mamoneira. Esses autores, no entanto, observaram que os fungicidas carbendazim e fludioxonil, nas doses testadas, foram fitotóxicos às plântulas de mamoneira.

A eficácia do tratamento de sementes pode ser comprometida pelo uso de um único ingrediente ativo, sendo a mistura de fungicidas com diferentes princípios ativos uma prática recomendável. Esse tipo de procedimento tem como intuito evitar o surgimento de resistência por parte dos organismos patogênicos e aumentar o espectro de ação do tratamento de sementes (MACHADO, 2000).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia da mistura comercial dos fungicidas carboxina + tiram e das misturas dos fungicidas tiofanato-metilíco + captana, e triadimenol + tolifluanida + pencicuirom na micobiota e na qualidade fisiológica de sementes de três genótipos de mamoneira, assim como no crescimento micelial *in vitro* dos principais fungos fitopatogênicos que se associam a sementes de mamoneira no Brasil.

Material e Métodos

Genótipos utilizados

Foram utilizadas sementes dos genótipos 'BRS Energia', CNPAM 2001-49 e CNPAM 2001-50. A BRS Energia é uma cultivar de porte baixo, precoce, peso de 100 sementes variando entre 35 g e 50 g, teor de óleo de 47% em média. As linhagens CNPAM 2001-49 e CNPAM 2001-50 foram selecionadas por seleção de plantas individuais, seguida de teste de progênies em cruzamentos realizados entre 'BRS Nordestina' e 'BRS Paraguaçu' para porte baixo e precocidade. Possuem peso de 100 sementes variando entre 50 g e 60 g e teor de óleo de 48% em média.

Tratamento das sementes com fungicidas

As sementes de mamoneira foram tratadas com a mistura comercial dos fungicidas carboxina + tiram (Vitavax Thiram[®] 200 SC), utilizando-se 500 mL do produto comercial por 100 kg de sementes, tiofanato-metílico + captana (Cercobin[®] 500 SC + Orthocide[®] 500 PM), utilizando-se 150 mL e 240 g por 100 kg de sementes, respectivamente; e triadimenol + tolifluanida + pencicuirom (Baytan[®] 150 SC + Euparen[®] 500 PM + Monceren[®] 250 PM), dos quais foram utilizados, respectivamente, 200 mL, 300 g e 200 g do produto comercial por 100 kg de sementes. Para todos os tratamentos, as doses utilizadas foram previamente diluídas em água na proporção de 1:1. Os tratamentos-controle (testemunhas) consistiram de sementes sem tratamento fungicida.

Micobiota (teste de sanidade)

Na avaliação da micobiota associada às sementes, empregou-se o método do papel de filtro umedecido (*blotter test*). Neste teste, utilizaram-se 50 sementes em cinco repetições de 10 unidades para cada tratamento. As sementes foram distribuídas no interior de placas de Petri de 15 cm de diâmetro sobre uma camada constituída por três folhas de papel de filtro previamente esterilizadas e umedecidas com água destilada e esterilizada, as quais foram incubadas em câmara com temperatura de 25 °C ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas de luz, durante sete dias. Decorrido esse período, a identificação e a contagem dos fungos foram realizadas, examinando-se as sementes

individualmente ao microscópio estereoscópico. Em alguns casos, a identificação foi confirmada pela visualização das estruturas morfológicas dos fungos ao microscópio óptico.

Germinação e vigor

No teste de germinação utilizaram-se 200 sementes em quatro repetições de 50 sementes, para cada tratamento, distribuídas em rolos de papel germitest previamente esterilizados, e colocadas para germinar em câmara de germinação com temperatura constante de $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ em escuro contínuo. Utilizou-se o equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato em água destilada esterilizada para embeber o papel germitest. Realizaram-se as contagens no quinto e 14º dia após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Os testes de vigor, ou seja, emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) massa seca da parte aérea (MSPS) das plântulas emergidas, foram realizados semeando as sementes em copos plásticos descartáveis de 180 mL, contendo vermiculita esterilizada. Nestes testes, utilizaram-se 24 copos semeados com uma semente cada, sendo quatro repetições de seis copos por tratamento. Os copos plásticos depois de semeados foram mantidos em casa-de-vegetação. Contagens diárias foram realizadas a partir do dia de emergência da primeira plântula, até a estabilização do estande. O IVE foi calculado por meio da fórmula descrita por Nakagawa (1994):

$$\text{IVE} = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \times 16,7 \quad \text{onde:}$$

IVE = Índice de Velocidade de Emergência

E_1, E_2, E_n = números de plântulas emergidas na primeira, segunda e enésima contagem

N_1, N_2, N_n = números de dias de semeadura

A massa seca da parte aérea das plântulas emergidas nos copos plásticos foi avaliada aos 20 dias após a semeadura. As plântulas foram cortadas a 1 cm de altura do colo e, após lavagem em água corrente, submetidas à secagem em estufa por 72 horas à temperatura de $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ para obtenção da massa seca.

Inibição do crescimento micelial

Em razão de não terem sido detectados alguns fungos importantes nas sementes avaliadas no teste de sanidade realizado no primeiro ensaio - os quais podem causar tombamento antes do estabelecimento da cultura e, ou, serem transmitidos pela semente -, procedeu-se a um segundo ensaio para avaliar a fungitoxicidade *in vitro* da mistura dos fungicidas no crescimento micelial de alguns desses fungos, a saber: *Alternaria ricini*, *Amphobotrys ricini*, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. e *Rhizoctonia solani*. As misturas de fungicidas foram solubilizadas em dimetilsulfóxido (DMSO) e adicionadas ao meio de batata-dextrose-água (BDA) fundente com temperatura próxima de 45 °C. Foram testadas as doses de 10 µg mL⁻¹, 100 µg mL⁻¹, 1.000 µg mL⁻¹ e 10.000 µg mL⁻¹ da mistura carboxina + tiram (Vitavax Thiram[®] 200 SC), 25 µg mL⁻¹, 250 µg mL⁻¹, 2.500 µg mL⁻¹ e 25.000 µg mL⁻¹ da mistura tiofanato-metílico + captana (Cercobin[®] 500 SC + Orthocide[®] 500 PM), e de 16,5 µg mL⁻¹, 165 µg mL⁻¹, 1.650 µg mL⁻¹ e 16.500 µg mL⁻¹ de triadimenol + tolifluanida + pencicuirom (Baytan[®] 150 SC + Euparen[®] 500 PM + Monceren[®] 250 PM). A concentração de DMSO em todas as concentrações da mistura dos fungicidas testados foi mantida a 100 mL L⁻¹ de meio BDA, inclusive no tratamento-testemunha (sem fungicida). As doses dos ingredientes ativos utilizadas no tratamento de sementes realizados no primeiro ensaio, quando diluídas em água, correspondem à concentração de 1.000 mg mL⁻¹ de carboxina + tiram, 2.500 mg mL⁻¹ de tiofanato-metílico + captana e 1.650 mg mL⁻¹ de triadimenol + tolifluanida + pencicuirom.

O meio de cultura nas diferentes concentrações dos fungicidas foi vertido em placas de Petri descartáveis, de 9 cm de diâmetro, utilizando-se 20 mL por placa. No centro de cada placa foi disposto um disco com 5,0 mm de diâmetro retirado das margens de culturas em crescimento ativo de cada um dos fungos testados, e que haviam sido previamente cultivados em meio de BDA a 25 °C ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas, durante sete dias. Após deposição do disco, as placas foram mantidas em temperatura de 25 °C com fotoperíodo de 12 horas de luz, por períodos que variaram de dois a sete dias, dependendo do fungo testado. Foram utilizados dois isolados de cada uma das espécies listadas acima. A avaliação da fungitoxicidade *in vitro* foi realizada por meio da Porcentagem de Inibição do Crescimento Micelial (PIC), comparando-se o diâmetro médio, em centímetro, obtido por duas medidas perpendiculares, entre as colônias nos tratamentos com

as misturas de fungicidas e a testemunha, após o crescimento desta atingir a margem da placa. O cálculo da Porcentagem de Inibição do Crescimento Micelial foi realizado de acordo com a seguinte fórmula:

$$PIC = \frac{\text{diâmetro da testemunha} - \text{diâmetro do tratamento}}{\text{diâmetro da testemunha}} \times 100$$

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado para avaliar a germinação foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial com três (3) cultivares e quatro (4) tratamentos fungicidas, enquanto nas avaliações de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca da parte aérea (MSPA), utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com três (3) cultivares e quatro (4) tratamentos fungicidas. Os dados referentes à germinação, índice de velocidade de emergência e massa seca da parte aérea foram submetidos à análise de variância por meio do software estatístico SAS System® versão 9.1.3 (SAS Institute, Inc. Care, NC, USA), sendo determinados os efeitos de genótipos, de tratamentos fungicidas e da interação entre genótipos e tratamentos fungicidas. Os testes de comparação de médias, quando necessários, foram realizados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável emergência, em razão de não se ter verificado normalidade e homogeneidade dos erros, a análise estatística foi realizada, utilizando-se modelos lineares generalizados, por meio da rotina GENMOD do software estatístico SAS System®, versão 9.1.3 (SAS Institute, Inc. Care, NC, USA). As análises de *deviance* (testes de razão de verossimilhanças para as fontes de variação controladas no modelo) foram realizadas de forma sequencial (tipo I). Contrastes de interesse foram realizados para comparar as médias dos tratamentos.

O delineamento experimental utilizado no ensaio de inibição de crescimento micelial foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 (isolados) x 4 (doses de fungicidas) com três repetições, sendo cada placa de Petri uma unidade amostral. Em razão de não se ter verificado homogeneidade de variâncias, as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o mesmo procedimento empregado para a análise dos dados de emergência. Foram realizadas análises de regressão da Porcentagem de Inibição de Crescimento Micelial (PIC) em razão da

concentração utilizada da mistura de fungicidas (transformada em Log_{10}). Modelos lineares e quadráticos foram testados e selecionados por meio da análise da significância dos termos das regressões pelo teste do qui-quadrado ($P \leq 0,05$). Das análises de regressão obtidas, calculou-se a dose necessária da mistura dos fungicidas testados para inibir em 50% o crescimento micelial (ED_{50}) dos fungos avaliados.

Resultados e Discussão

Todas as misturas de fungicidas empregadas foram eficazes na eliminação ou redução da micobiota das sementes, a qual foi constituída predominantemente de fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* (Tabela 1), e melhoraram a sua qualidade fisiológica, aumentando significativamente a germinação e vigor (Tabelas 2 e 3).

Houve efeito significativo da interação entre genótipos e mistura de fungicidas ($p < 0,05$) para a variável germinação (Tabela 2). Todas as misturas de fungicidas melhoraram significativamente a germinação das sementes quando comparados com a testemunha (sem fungicida). Dependendo da cultivar empregada, diferenças foram observadas entre os tratamentos com as diferentes misturas de fungicidas. Exceto para o genótipo CNPAM 2001-49, em que se verificou maior germinação nos tratamentos com as misturas dos fungicidas carboxina + tiram e triadimenol + tolilfluanida + pencicuirom; nos demais genótipos os valores de germinação foram maiores nos tratamentos com as misturas tiofanato-metílico + captana e carboxina + tiram.

Nos testes de vigor, com exceção da massa seca da parte aérea, verificaram-se diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre as misturas de fungicidas empregadas e a testemunha sem tratamento (Tabela 3). Quando comparados à testemunha, os valores de emergência e IVE foram significativamente superiores nos tratamentos com as misturas de fungicidas, evidenciando a eficácia dos produtos testados na melhoria da qualidade fisiológica das sementes. Não foram observadas diferenças significativas entre as misturas de fungicidas empregadas ($p < 0,05$). Variações entre os genótipos

Tabela 1. Incidência de fungos em sementes de três genótipos de mamoneira tratadas com a mistura dos fungicidas carboxina + tiram (CT), tiofanato-metílico + captana (TC) e triadimenol + tolifluanida + pencicuirom (TTP).

Genótipo	Tratamento	Fungo incidência (%)									
		<i>Alternaria alternata</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus glaucus</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Curvularia lunata</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Rhizopus stolonifer</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
BRS Energia	Controle	-	74,0	30,0	92,0	18,0	2,0	-	82,0	-	-
	CT	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	-
	TC	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	-
	TTP	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	-
CNPA M 2001-49	Controle	4,0	50,0	-	32,0	66,0	2,0	30,0	76,0	6,0	-
	CT	2,0	2,0	-	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	-
	TC	0,0	4,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	TTP	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
CNPA M 2001-50	Controle	8,0	34,0	4,0	72,0	20,0	4,0	38,0	50,0	2,0	4,0
	CT	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
	TC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	TTP	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 2. Germinação de sementes de três genótipos de mamoneira tratadas com a mistura dos fungicidas carboxina + tiram, tiofanato-metílico + captana e triadimenol + tolifluanida + pencicuirom.

Tratamento Fungicida	Genótipo		
	BRS Energia	CNPAM 2001-49	CNPAM 2001-50
Controle (sem tratamento fungicida)	65,5 A c	28,0 B c	17,0 C c
Carboxina+tiram (Vitavax Thiram®)	93,0 A ab	74,0 B a	95,0 A a
Tiofanato-metílico+captana (Cercobin®+Orthocide®)	95,0 A a	39,5 B b	89,0 A ab
Triadimenol+tolifluanida+pencicuirom (Baytan®+Euparen®+Monceren®)	83,0 A b	72,0 B a	83,0 A b

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

testados também foram detectadas para as variáveis IVE e massa seca da parte aérea ($p < 0,05$). Na cultivar BRS Energia, os valores de IVE e massa seca da parte aérea observados foram inferiores aos observados nos demais genótipos testados.

Os fungos identificados nos três lotes de sementes avaliados, embora não sejam considerados como os principais causadores de doença em plantas (PERRONE et al., 2007), podem ser responsáveis por danos irreversíveis à germinação e ao vigor das sementes e, como consequência, comprometer o estabelecimento da cultura no campo (CHRISTENSEN, 1972). Neste estudo, a maior predominância de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. pode estar relacionada ao fato de as sementes utilizadas, nos três lotes estudados, terem sido armazenadas em ambientes com baixa umidade relativa por períodos superiores a 2 anos. Muitas espécies de *Aspergillus* e *Penicillium* são adaptadas a ambientes com baixa umidade e podem crescer em qualquer matéria orgânica com grau de umidade de equilíbrio do ambiente entre 65% e 90% (CHRISTENSEN; LÓPEZ, 1963), condições essas usualmente desfavoráveis a outros fungos fitopatogênicos, os quais podem ser eliminados ou inibidos pelo processo de competição com espécies mais adaptadas a essas condições.

Tabela 3. Emergência, Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) (g/plântula) de plântulas oriundas de sementes de três genótipos de mamoneira tratadas com a mistura dos fungicidas carboxina + tiram, tiofanato-metílico + captana, e triadimenol + tolifluanida + pencicuroom.

Fatores	Variáveis		
	Emergência ^a	IVE ^b	MSPA ^b
Genótipo			
BRS Energia	84,3 a	9,60 b	0,23 b
CNPAM 2001-49	91,5 a	10,80 a	0,43 a
CNPAM 2001-50	87,5 a	10,80 a	0,43 a
Tratamento Fungicida			
Controle (sem tratamento fungicida)	80,9 b	8,74 b	0,38 a
Carboxina+tiram (Vítavax Thiram [®])	94,4 a	11,08 a	0,36 a
Tiofanato-metílico+captana (Cercobin [®] +Orthocide [®])	93,0 a	10,85 a	0,37 a
Triadimenol+tolifluanida+pencicuroom (Baytan [®] +Euparen [®] +Monceren [®])	90,3 a	10,83 a	0,33 a

^a Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada fator não diferem estatisticamente pelo teste de qui-quadrado ($p < 0,05$), realizado por meio de contrastes entre tratamentos de interesse.

^b Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em outros estudos também foi verificada a eficácia de fungicidas como captana, tiofanato-metílico e da mistura de carboxina + tiram na redução ou eliminação de fungos, principalmente *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., e na melhoria da qualidade fisiológica das sementes (BEZERRA et al., 2010; DAVID et al. 2009; KOBORI, 2011). Neste estudo, além da eficácia comprovada pelo tratamento das sementes com as misturas dos fungicidas carboxina + tiram, tiofanato-metílico + captana e triadimenol + tolifluanida + pencicuirom, esses produtos também foram eficazes na inibição do crescimento micelial *in vitro* de alguns dos principais fungos fitopatogênicos que podem se associar às sementes de mamoneira, a saber: *Alternaria ricini*, *Amphobotrys ricini*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani* (Tabela 4).

Tabela 4. Dose necessária da mistura de fungicidas protetores e sistêmicos para inibir em 50% o crescimento micelial (ED_{50}) de fungos que se associam a sementes de mamoneira e doses recomendadas para o tratamento de sementes.

Tratamento Fungicida		Fungo	ED_{50} (mg mL ⁻¹) ^a	Dose recomendada do produto comercial (g ou mL/100 kg sementes) ^b
Nome Comercial	Ingrediente ativo			
Vitavax Thiram® 200 SC	carboxina + tiram	<i>Alternaria ricini</i>	185,91	500 mL [1000] ^c
		<i>Amphobotrys ricini</i>	274,79	
		<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	82,17 – 91,07	
		<i>Macrophomina phaseolina</i>	58,71	
		<i>Rhizoctonia solani</i>	0,88	
Cercobin® 500 SC + Orthocide® 500 PM	tiofanato-metílico + captana	<i>Alternaria ricini</i>	1.817,18–4.152,41	150 mL + 240 g [2500] ^c
		<i>Amphobotrys ricini</i>	0,61	
		<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	26,21	
		<i>Macrophomina phaseolina</i>	0,74 – 3,23	
Baytan® 150 SC + Euparen® 500 PM + Monceren® 250 PM	triadimenol + tolifluanida + pencicuirom	<i>Rhizoctonia solani</i>	63,19	200 mL+300 g+200 g [1650] ^c
		<i>Alternaria ricini</i>	137,05	
		<i>Amphobotrys ricini</i>	10,26	
		<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	36,63	
		<i>Macrophomina phaseolina</i>	15,48 – 27,45	
		<i>Rhizoctonia solani</i>	6,30	

^a Dose necessária da mistura de ingredientes ativos para inibir em 50% o crescimento micelial da colônia fúngica.

^b Baseado nas doses recomendadas para o tratamento de sementes de outras culturas (não existem produtos registrados para o tratamento de sementes na cultura da mamoneira) diluídos na proporção de 1:1 em água.

^c Os valores entre colchetes correspondem às concentrações das misturas dos ingredientes ativos dos fungicidas testados em mg mL⁻¹.

Exceto para *Alternaria ricini*, cuja ED_{50} variou entre 1.817,18 mg/mL e 4.152,41 mg/mL no tratamento com a mistura fungicida tiofanato-metílico + captana, as doses dos ingredientes ativos utilizadas no tratamento de sementes - e que quando diluídas em água correspondem a 1.000 mg mL⁻¹ (carboxina + tiram), 2.500 mg mL⁻¹ (tiofanato-metílico + captana) e 1.650 mg mL⁻¹ (triadimenol + tolifluanida + pencicuirom), são superiores às doses necessárias para inibir em 50% o crescimento micelial *in vitro* dos fungos testados, comprovando a eficácia desses produtos no seu controle. A mistura dos fungicidas carboxina + tiram (Vitavax Thiram®) já é registrada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) no tratamento de sementes de outras culturas para o controle de tombamentos de pré e pós-emergência causados por *L. theobromae*, *M. phaseolina* e *R. solani*, enquanto captana (Orthocide®) é registrado para o controle do tombamento causado por *R. solani* (AGROFIT, 2012).

Neste estudo, a escolha de fungicidas não específicos com ingredientes ativos que atuam sobre múltiplos sítios do patógeno - tais como tiram, captana e tolifluanida, e outros com modo de ação específico, como carboxina, tiofanato-metílico, triadimenol e pencicuirom -, foi feita com o intuito de aumentar o espectro de ação do tratamento de sementes e prevenir o surgimento de resistência dos fungos aos produtos.

Fungicidas com modo de ação não específico podem agir sobre mais de um processo metabólico do fungo, conectando-se a várias enzimas e compostos biologicamente significativos (DELEN; TOSUN, 2003). A ação desse tipo de fungicida ocorre via interferência na membrana celular, em diferentes enzimas ou em outras micromoléculas, ou ainda reagindo com aminoácidos, peptídeos ou outros metabólitos (DELEN; TOSUN, 2003).

Os fungicidas classificados com modo de ação específico têm como características a ação sobre um sítio específico do patógeno e, graças a essa particularidade, todos apresentam algum nível de risco de induzir resistência, que varia em virtude do processo metabólico afetado, podendo ser baixo, médio ou alto. Outra característica importante é o fato de que grande parte desse grupo de fungicidas tem ação sistêmica ou translaminar, permitindo, assim, a desinfecção interna das sementes e a proteção das plântulas emergentes contra patógenos foliares (De WAARD et al., 1993). Dentre os fungicidas específicos testados, a

carboxina afeta o complexo II da succinato desidrogenase, o tiofanato-metílico atua na inativação dos microtúbulos (complexo de proteínas), o que resulta na distorção do crescimento do micélio e em interrupção da divisão celular na metáfase, enquanto triadimenol e pencicuirom afetam, respectivamente, a biossíntese de ergosterol e a divisão celular de fungos (DELEN; TOSUN, 2003, 2004).

Neste estudo, os fungicidas testados foram eficazes no controle dos fungos e, em consequência, melhoraram a qualidade fisiológica das sementes. As diferenças de eficácia verificadas entre as misturas dos produtos testados sobre a germinação das sementes, principalmente em relação ao tratamento com tiofanato-metílico + captana no genótipo CNPAM 2001-49, podem estar relacionadas a uma possível desuniformidade da cobertura do tratamento fungicida sobre as sementes. Tal fato pode ter contribuído para reduzir a efetividade dos produtos testados sobre os fungos associados às sementes e, como consequência, estes terem interferido na germinação, uma vez que todos os tratamentos fungicidas tiveram praticamente o mesmo desempenho, na redução ou eliminação dos fungos associados às sementes dos diferentes genótipos testados.

As diferenças observadas entre genótipos com relação à massa seca da parte aérea são previsíveis, uma vez que uma das características morfológicas da cultivar BRS Energia, que a diferencia das demais testadas, é o menor porte; portanto, as plântulas emergidas eram menores e, em consequência, com menor massa. Quanto à variável IVE, os valores observados estão relacionados a um menor vigor dessa cultivar frente às demais testadas. Neste caso específico, a eficácia dos tratamentos com as diferentes misturas de fungicidas é ainda mais evidenciada, uma vez que houve um aumento significativo dos valores de IVE dessa cultivar em todos os tratamentos utilizados quando comparados à testemunha.

As diferenças observadas entre genótipos sem tratamento fungicidas nos testes de germinação, nos quais foram observados maiores valores na cultivar BRS Energia sem tratamento fungicida (controle) quando comparado com os demais, podem estar relacionadas à micobiota associada às sementes, visto que, nas condições em que o teste é realizado, ou seja, saturação do papel de filtro com água e a proximidade entre as sementes, pode haver um rápido desenvolvimento fúngico e contaminação cruzada entre sementes. Por sua vez, nos

testes de vigor, onde foram avaliados o IVE e a massa seca da parte aérea, as diferenças observadas entre os genótipos testados sem tratamento fungicida podem estar relacionadas a aspectos como condições de armazenamento das sementes e danos irreversíveis já provocados pelos fungos associados às mesmas, assim como aspectos intrínsecos dos genótipos testados, como, por exemplo, tamanho da semente e quantidade de reserva.

O tratamento químico de sementes de mamoneira é uma prática que deveria ser adotada de forma rotineira; entretanto, é importante ressaltar que, em virtude de não haver produtos registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para uso nesta cultura, a adoção de tal prática não pode ser efetivada. É preciso que os órgãos e autoridades responsáveis tomem consciência dos benefícios do tratamento químico de sementes no manejo de doenças da mamoneira e promovam formas de viabilizar a sua utilização.

Conclusões

- As misturas dos fungicidas carboxina + tiram, tiofanato-metílico + captana e triadimenol + tolilfluanida + pencycurom foram eficazes na eliminação ou redução da micobiota associada às sementes de mamoneira, a qual foi constituída principalmente por fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, e melhoraram a qualidade das mesmas.
- As misturas dos fungicidas testados também foram eficazes na inibição do crescimento micelial *in vitro* de alguns dos principais fungos fitopatogênicos, que podem se associar às sementes de mamoneira, a saber: *Alternaria ricini*, *Amphobotrya ricini*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Marophomina phaseolina* e *Rhisoctonia solani*.

Referências Bibliográficas

AGROFIT, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.mapa.gov.br>>. Acesso em: 04 fev. 2012.

ARAÚJO, A. E.; SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M. Doenças e seu manejo. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2007. cap. 12, p. 281-303.

BEZERRA, A. K. D.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; SILVA, G. Z.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; ALVES, E. U. Utilização de fungicidas no tratamento de sementes de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Inclusão social e energia: anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. 1 CD-ROM.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análises de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Disponível em: <http://agricultura.gov.br/_cons/principal__cons>. Acesso em: 13 jan. 2012.

CHRISTENSEN, C. M. Microflora and seed deterioration. In: ROBERTS, E. H. (Ed.). **Viability of Seeds**. London: Chapman and Hall, 1972. p. 59–93.

CHRISTENSEN, C. M.; LÓPEZ, L. C. F. Pathology of stored seeds. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Wageningen, v. 28, n. 4, p. 701–711, 1963.

DAVID, A. M. S. S. ; FARIA, M. A. V. R.; MIZUBUTSI, E. H.; ALVES, D. D.; ANDRADE, J. A. S.; NOBRE, D. A. C. Eficiência de fungicidas no tratamento de sementes de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 6., 2009, Montes Claros. **Biodiesel: inovação tecnológica: anais**. Lavras:

UFLA, 2009. Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_06/>. Acesso em: 20 jan. 2012.

DELEN, N.; TOSUN, N. Fungicidas: mecanismos de ação e resistência. Parte 1. Fungicidas com mecanismos de ação não-específica. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, v. 11, p. 43-69, 2003.

DELEN, N.; TOSUN, N. Fungicidas: mecanismos de ação e resistência. Parte 2. Fungicidas com mecanismos de ação específica. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, v. 12, p. 27-90, 2004.

De WAARD, M. A.; GEORGOPOULOS, S. G.; HOLLOWAY, D. W.; ISHI, H.; LEROUX, P.; RAGSDALE, N. N.; SCHWINN, F. J. Chemical control of plant diseases: problems and prospects. **Annual Review of Plant Pathology**, v. 31, p. 403-421, 1993.

DHINGRA, O. D.; MUCHOVEJ, J. J.; CRUZ FILHO, J. **Tratamento de sementes (controle de patógenos)**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1980. 121 p.

KOBORI, N. N. **Tratamento fungicida e qualidade de sementes de mamona**. 2011. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia / Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; SANTOS, J. W. Fungos causadores de tombamento transportados e transmitidos pela semente de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 9, p. 915-918, 1997.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: MEC/ESAL/FAEPE, 1988. 106 p.

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

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1994. p. 49-85.

PERRONE, G.; SUSCA, A.; COZZI, G.; EHRlich, K.; VARGAS, J.; FRISVAD, J. C.; MEIJER, M.; NOONIM, P.; MAHAKAMCHANAKUL, W.; SAMSON, R. A. Biodiversity of *Aspergillus* species in some

important agricultural products. **Studies in Mycology**, v. 59, p. 53-66, 2007.

SOARES, D. J.; QUEIROZ, C. M.; DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M. Diversidade fúngica em sementes de mamoneira oriundas de Pindamonhangaba-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Inclusão social e energia**: anais. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2010. 1 CD- ROM.

TROPALDI, L.; CAMARGO, J. A.; SMARSI, R. C.; KULCZINSKI, S. M. MENDONÇA, C. G.; BARBOSA, M. M. M. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de mamona submetidas a diferentes tratamentos químicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 89-95, jan./mar. 2010.

VECHIATO, M.; TAKADA, H. M.; DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M.; RACHMAN, M. A. L. Ocorrência de fungos em sementes de mamona cultivadas no Vale do Paraíba/SP (2006/2007). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha, MG. **Biodiesel**: combustível ecológico: anais. Lavras: UFLA, 2007. Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_04/>. Acesso em: 20 jan. 2012.

ZARELA, G. C. N. Z.; UENO, B.; SILVA, S. D. A.; GOMES, A. C. Fungos associados a sementes de seis cultivares de mamoneira (*Ricinus communis*) cultivadas na região de Pelotas, RS, safra 2003/2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Energia e Sustentabilidade**: anais. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

Embrapa

Algodão

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



CGPE 9898