**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Tratamento fungicida e qualidade de sementes de mamona

Nilce Naomi Kobori

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2011**

Nilce Naomi Kobori
Engenheiro Agrônomo

Tratamento fungicida e qualidade de sementes de mamona

Orientador:
Prof. Dr. **SILVIO MOURE CICERO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2011

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Kobori, Nilce Naomi

Tratamento fungicida e qualidade de sementes de mamona / Nilce Naomi Kobori. - -
Piracicaba, 2011.

101 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Fungicidas 2. Mamona 3. Sementes - Qualidade - Vigor I. Título

CDD 633.85
K75t

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Dedicatória

*Aos meus pais, irmão e irmã,
assim como a toda a minha família,
por todo o incentivo e suporte em todos os momentos da minha vida.*

Ao Gabriel, pelo companheirismo e amor!

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ), pela oportunidade de realizar o curso de doutorado.

Ao professor Sílvio Moure Cícero, pela orientação, dedicação, paciência, ensinamentos, confiança, amizade e exemplo profissional.

Aos professores Dra. Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre e Dr. Júlio Marcos Filho, pelos ensinamentos, amizade e atenção dispensada durante o curso.

Às Engenheiras Agrônomas Helena M. C. Pescarin Chamma e Maria Heloisa Duarte de Moraes, pela amizade e auxílio nas análises em laboratório.

Ao Engenheiro Agrônomo Adolfo Rugai pelas sugestões dos tratamentos fungicidas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da Bolsa de Doutorado e de Doutorado Sanduíche no Exterior e ao professor Mark A. Bennett pela orientação na The Ohio State University.

Ao Instituto Agronômico de Campinas pela cessão das sementes.

À estatística Mariana Ragassi Urbano pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos secretários Rafael Aragon e Luciane Lopes, assim como aos bibliotecários, pela ajuda e atenção a mim dispensada.

Aos funcionários do laboratório Adilson, João, Ticão e Hodair pela amizade e auxílio durante a condução do trabalho, assim como a todos os funcionários da ESALQ.

Aos amigos por tornar mais agradável a convivência no laboratório e fora dele: Cris, Vitinho, Adrielle, Bruna, Tereza Cris, Tathi, Rê, Chiquinho, Zé, Taís, Ana Lúcia, Liana, Márcia, Vitor, Pedro, Marcão, Carol, Fabrício, Fabio Tchê, Fabio Xylopiá, Mário, Vanessa, Roberta, Simone, Pequena Daiane, Pequena Cris, Juliana, Kartiane, Denis, Helozinha, Anelise, Fernanda, Emiliana, e a todos que conheci durante os anos de curso.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 DESENVOLVIMENTO.....	15
2.1 Revisão Bibliográfica.....	15
2.2 Material e Métodos.....	27
2.2.1 Avaliação do potencial sanitário.....	29
2.2.2 Avaliação do potencial fisiológico.....	29
2.2.3 Delineamento experimental.....	33
2.3 Resultados e Discussão.....	33
2.3.1 Cultivar 'IAC-2028'.....	34
2.3.2 Cultivar 'Guarani'.....	62
2.3.3 Considerações finais.....	86
3 CONCLUSÕES.....	89
REFERÊNCIAS.....	91

RESUMO

Tratamento fungicida e qualidade de sementes de mamona

O crescente interesse pelo uso de combustíveis renováveis nos últimos anos fez com que culturas oleaginosas, como a mamona, se tornassem importante objeto de estudo. No entanto, para a instalação de campos desta cultura, é imprescindível sementes de boa qualidade. Como não existem defensivos químicos registrados para a ricinocultura, avaliou-se o efeito de tratamentos fungicidas no tratamento de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.), com produtos fungicidas recomendados para sementes de outras espécies oleaginosas. Três lotes do cv. 'IAC-2028' (provenientes, respectivamente, dos racemos primário, secundário e terciário) e dois lotes do cv. 'Guarani' (lotes comerciais com todos os racemos) foram tratados com os fungicidas: Captan 500 TS, Derosal Plus, Vitavax-Thiram 200 SC, Maxim XL, Thiram 480 TS, Captan 500 TS + Derosal, Vitavax-Thiram 200 SC + Terraclor 750PM, Fegatex e Trichodermil EP. As amostras foram armazenadas em sacos de papel Kraft por um período de seis meses em condições não controladas de temperatura e umidade relativa do ar. As avaliações contemplaram o potencial sanitário e fisiológico das sementes assim que as sementes foram tratadas e após seis meses de armazenamento. O teste de sanidade foi conduzido pelo método de incubação em papel de filtro sem congelamento e a avaliação foi realizada no décimo dia. Os resultados dos testes de sanidade, de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em campo e análise computadorizada de plântulas (SVIS[®]), mostraram que a maioria dos tratamentos fungicidas reduziram a incidência de patógenos associados às sementes, com destaque para os tratamentos Vitavax-Thiram+Terraclor, seguido de Vitavax-Thiram, Captan+Derosal, Derosal Plus, Captan e Thiram. A análise computadorizada de plântulas apresenta eficiência equivalente aos testes de primeira contagem de germinação e de emergência de plântulas em campo. O teste de raios X é eficiente para avaliar a morfologia interna das sementes e seus reflexos no potencial fisiológico.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L.; Sanidade; Vigor, Análise de imagens

ABSTRACT

Fungicide treatment and quality of castor bean seeds

The rising interest in using biodiesel as an alternative energy source is turning some oleaginous crops, like castor bean (*Ricinus communis* L.), become very important. Although its importance, castor bean yields must have high quality seeds. There are no registered chemical products for castor bean crop; this study aimed to verify fungicide treatments in castor bean seeds (*Ricinus communis* L.), with registered and recommended fungicides for other oil crops species. Three seed lots of the cultivar 'IAC 2028' (from the first, second and third raceme, respectively) and two seed lots of the cultivar 'Guarani' (commercial lots with the three racemes mixed) were treated using the fungicides: Captan 500 TS, Derosal Plus, Vitavax-Thiram 200 SC, Maxim XL, Thiram 480 TS, Captan 500 TS + Derosal, Vitavax-Thiram 200 SC + Terraclor 750PM, Fegatex and Trichodermil EP. Seeds were stored in paper bags for six months in uncontrolled environment, and the evaluations contemplate the sanitary and physiological quality after seed treatment and after a period of six month storage. The sanitary test was carried out by the blotter incubation method with no freezing and evaluated after ten days. Results of the sanitary test, germination, first count of germination, accelerated aging, seedling emergence in the field and seed vigor imaging system (*SVIS*[®]), showed that most of the fungicide treatments reduced fungi incidence of pathogens associated to castor bean seeds. The most efficient fungicides in controlling fungi associated to the seeds, without any damage to the physiological quality, were Vitavax-Thiram+Terraclor, followed by Vitavax-Thiram, Captan+Derosal, Derosal Plus, Captan and Thiram. The computer analysis system has efficiency equivalent to first count germination and seedling emergence in the field. The X-ray test is effective in evaluating the internal morphology of castor bean seeds and its reflection on the physiological potential.

Keywords: *Ricinus communis* L.; Seed health; Vigor; Image analysis

1 INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.), embora muito cultivada no território brasileiro, tem como centro de origem o continente Africano e foi trazida para o Brasil pelos escravos, na época em que o país era colônia portuguesa.

Esse grão, que nos cultivares melhorados apresenta teor de óleo aproximado de 48%, permaneceu por um longo tempo à margem do processo produtivo, sendo recentemente redescoberto para a produção de combustíveis renováveis, como o biodiesel, contando inclusive com apoio do Governo Federal, no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, lançado em 2004. Esta oleaginosa contém um óleo que apresenta características químicas únicas: uma dupla ligação no carbono 18, o que o torna altamente tolerante a uma ampla faixa de temperatura, desde temperaturas muito elevadas até negativas, constituindo-se como excelente lubrificante para a indústria aeronáutica. Além disso, o óleo é empregado na indústria de tintas, vernizes, cosméticos, próteses de ossos humanos, entre outros produtos, e embora o grão seja tóxico, devido à presença da substância ricina, após a extração do óleo, a torta de mamona, quando submetida a tratamento térmico, pode ser aproveitado na alimentação animal e como fertilizante.

O sucesso na produção de qualquer cultura, propagada por sementes, inicia-se com o uso de sementes de alta qualidade. Por qualidade, subentende-se o conjunto de todas as características que uma semente pode ter, relacionados com o potencial genético, físico, fisiológico e sanitário. O potencial genético se refere às características desejáveis de uma variedade ou cultivar, obtido por meio do processo de melhoramento de plantas; o potencial físico se refere à pureza de um lote de sementes; o potencial fisiológico, com características como germinação e vigor; o potencial sanitário, com relação aos patógenos presentes nas sementes, causadores de doenças que podem reduzir o número final da população de plantas no campo e, conseqüentemente, a produção.

Dependendo das condições climáticas, da fonte de inóculo inicial, do manejo da cultura no campo e da suscetibilidade do cultivar, as sementes provenientes de um

campo de produção podem carregar tanto interna quanto externamente, patógenos que podem interferir na germinação e crescimento inicial das plantas.

O armazenamento é uma etapa importante e obrigatória dentro de um programa de produção de sementes. Dentre os fatores que influenciam a conservação das sementes, um dos principais é a qualidade inicial da semente, que depende do vigor das plantas ascendentes, das condições climáticas durante a maturação, o estágio de maturação no momento da colheita, a incidência de pragas, doenças e injúrias mecânicas, secagem bem conduzida, além do ambiente em que as sementes foram armazenadas, que pode variar em função do teor de água das sementes, da temperatura e umidade relativa do ar no armazém, fungos de armazenamento e tipo de embalagem.

Pouco se conhece sobre a viabilidade de sementes de mamona durante o armazenamento, que pode ser dependente do conteúdo de água, das condições ambientais e decorrentes da aplicação de fungicidas. As sementes oleaginosas apresentam menor potencial de armazenamento que as amiláceas, devido à menor estabilidade dos lipídios em relação ao amido, uma vez que uma elevação moderada na temperatura, como consequência do processo respiratório, já é suficiente para a decomposição dos lipídios e elevação da taxa de deterioração.

As condições de clima quente e úmido em quase todo o território brasileiro também propiciam um ambiente ideal para o desenvolvimento de pragas e de doenças durante o armazenamento, tornando necessário adotar medidas que minimizem os prejuízos daí decorrentes.

Tendo em vista o exposto, os objetivos desta pesquisa foram avaliar a qualidade de sementes de mamona submetidas ao tratamento com fungicidas, durante o armazenamento, visto que a cultura da mamona não possui produtos químicos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para o tratamento de sementes. Além disso, avaliou-se a utilização de técnicas de análise de imagens, como a análise de imagens por meio dos raios X e do efeito dos fungicidas no vigor das sementes de mamona com a análise computadorizada de plântulas - SVIS[®].

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

O Brasil é um dos países com maior potencial para produção de biodiesel no mundo. Por ser um produto biodegradável derivado de fontes renováveis, o biodiesel é uma alternativa viável para a substituição do petróleo, o que traz um impacto significativo na qualidade do meio ambiente. Dentre os benefícios ambientais esperados com a utilização do biodiesel, está a diminuição da poluição do ar, pela redução de 78% das emissões líquidas de CO₂, em comparação com diesel mineral (D'ARCE, 2005).

O Programa Nacional de Biodiesel já está fomentando a produção de mamona e deve, ainda, promover a expansão da área cultivada, não só na região nordeste, mas também nas regiões centro-oeste, sudeste e sul do Brasil. Atualmente a mamona é colocada pelo governo brasileiro como uma planta de excelente potencial e está incentivando seu plantio, principalmente nas regiões carentes do Brasil. O governo brasileiro tornou-se um dos maiores divulgadores e promotores dessa cultura, ao sinalizar que essa deve ser a principal oleaginosa no, ainda tímido, processo de substituição do diesel brasileiro. O objetivo do governo é realizar um programa de grande benefício social, assegurando uma contínua fonte de renda para as famílias de regiões que estejam à margem do processo de desenvolvimento econômico do país (MYCZKOWSKI, 2006).

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma das 7.000 espécies da família das euforbiáceas. Tem como centro de origem o continente africano, possuindo excelente desenvolvimento em condições de clima tropical (BELTRÃO et al., 2001), com grande expansão, devido, principalmente, à sua capacidade de adaptação a diferentes condições de solo e clima e ao uso múltiplo do óleo extraído de suas sementes, que possui um grande número de aplicações, tais como: fabricação de cosméticos, próteses para ossos humanos, lubrificantes e aditivos de combustíveis, dentre outras (WEISS, 1983; BELTRÃO; SILVA, 1999).

No Brasil, sua introdução ocorreu durante a colonização portuguesa e se espalhou desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul. Por ser tolerante à seca e ser altamente exigente em calor e luminosidade, a mamona se disseminou em praticamente todo o Nordeste brasileiro, onde é bastante cultivada comercialmente. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, esta cultura tem encontrado uma excelente oportunidade de negócio como opção agroindustrial (RAMOS et al., 2006). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), na safra 2009 a área cultivada de mamoneira foi de 149.030 ha e para 2010 há a previsão de colheita de 190.756 ha, o que representa uma demanda de aproximadamente 2300 toneladas de sementes.

A mamoneira é afetada por diversos microrganismos que, em condições climáticas favoráveis, podem causar doenças de grande expressão econômica. Com a expansão de seu cultivo no Brasil, tem sido constatado aumento significativo de doenças, resultante principalmente do adensamento de populações de plantas, que favorece a dispersão dos agentes etiológicos dessas e do uso de cultivares suscetíveis. Em determinadas condições de temperatura e umidade relativa do ar, as doenças são os principais problemas fitossanitários da cultura; portanto, o conhecimento dos agentes causadores dessas doenças e dos métodos de manejo é fator fundamental para o desenvolvimento de uma ricinocultura com bases econômicas racionais. De todas as práticas de manejo para o controle de doenças, a principal é o uso de sementes sadias de cultivares resistentes, sendo recomendado o tratamento químico de sementes com fungicidas para evitar a introdução do patógeno por sementes, reduzindo o risco do estabelecimento do inóculo inicial (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

Embora seja causada por agentes bióticos externos, a sanidade é uma característica intrínseca da semente. A associação entre sementes e microorganismos patogênicos é estabelecida durante o desenvolvimento vegetativo ou o processo reprodutivo. O transporte de patógenos e a transmissão de doenças pelas sementes são verificados em todas as espécies multiplicadas sexualmente, sendo vários destes patógenos prejudiciais à germinação. Dentre os patógenos que estão associados às sementes, o grupo dos fungos é maioria, seguido por bactérias, vírus e nematóides. Em sementes de mamona, é comum a alta incidência de fungos, principalmente quando

colhidas com alto teor de água. Os fungos reduzem a qualidade das sementes devido ao aquecimento provocado pela respiração e do consumo ou alterações na constituição das reservas, as quais causam a descoloração da semente e a produção de micotoxinas inibidoras de proteínas e de ácidos nucleicos (MACHADO, 2000). Patógenos transmissíveis ou não por sementes podem reduzir o vigor no campo. Tal efeito é ainda mais pronunciado quando se tratam de organismos que colonizam os tecidos internos das sementes. Por outro lado, o baixo vigor das sementes, decorrente de fatores não infecciosos, pode predispor essas estruturas à ação mais severa de patógenos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O controle de doenças, em se tratando de sementes, segue, de modo geral, as mesmas regras conhecidas para o controle de qualquer tipo de doença em plantas, porém de modo mais rigoroso. Princípios de controle como exclusão, erradicação, proteção, imunização ou resistência, terapia, evasão e regulação são aplicáveis no controle de patógenos associados a sementes (NEEGARD, 1979; KIMATI, 1986). De acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), o objetivo do teste de sanidade é determinar o estado sanitário de uma amostra de sementes e, conseqüentemente, do lote que representa, obtendo-se, assim, informações que podem ser usadas para comparar a qualidade de diferentes lotes de sementes ou determinar a sua utilização comercial. Com base nos resultados deste teste, é possível fazer a recomendação de tratamentos fungicidas, se for necessário, em sementes que possam ser tratadas e armazenadas, de modo a manter a qualidade das sementes elevada.

As sementes constituem-se em importantes e eficientes veículos de disseminação de patógenos, os quais podem causar doenças nas mais diferentes culturas (MACHADO, 1986). A associação de patógenos em sementes pode afetar, de forma severa, a qualidade fisiológica e sanitária dessas. Muitos desses fungos afetam a germinação das sementes e podem ser transmitidos à progênie resultante, podendo se estabelecer no campo de cultivo e causar redução na qualidade e produtividade das culturas (POPPINIGIS, 1985; VALLARINI et al., 1998; LOPES et al., 1991; CASTELLANI et al., 1996), provocando danos indiretos nas plantações, devido à introdução rápida em novas áreas, onde anteriormente não existia a doença, comprometendo a qualidade dos grãos colhidos e armazenados (NOBREGA;

SUASSUNA, 2004). Assim, a semente contaminada ou infectada é um dos meios mais eficientes de introdução e acúmulo de inóculo de patógenos em áreas de cultivo (MACHADO, 1986), além de ser eficiente meio de sobrevivência de patógenos na natureza (KIMATI, 1980).

Em consequência da expansão das fronteiras agrícolas e do uso intensificado das áreas de cultivo, sérios problemas de natureza fitossanitária foram criadas, principalmente nos países de regiões tropicais. Um desses problemas consiste no fato de que agentes fitopatogênicos são capazes de associar-se, de maneira quase sempre imperceptível, às sementes de seus hospedeiros, podendo, a partir daí, sobreviverem por longos períodos, serem disseminados a diferentes partes da Terra e causarem sérios prejuízos ao agricultor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Um dos procedimentos que pode ser realizado para evitar o prejuízo ocasionado por esses microorganismos é o tratamento de sementes com fungicidas, que se constitui numa medida simples, eficiente, pouco poluente e de baixo custo (MENTEN et al., 2005).

O tratamento químico garante maiores percentuais de germinação e emergência das plântulas, resultante do retardamento da infecção primária das sementes e redução de inóculo de patógenos radiculares e de solo (BALARDIN; LOCH, 1987). Segundo Neergard (1979), o tratamento com fungicidas é importante para controlar patógenos presentes nas sementes, conferir proteção nos casos de semeaduras profundas e possibilitar o escape do ataque de vários gêneros de patógenos.

Muitos são os resultados de pesquisas favoráveis à aplicação de fungicidas em sementes de diferentes culturas, que dependem da eficiência de vários produtos químicos na redução de patógenos e aumento de produtividade, aplicados em sementes de algodão (SOUZA et al., 2003), milho (GALLI et al., 2000) e soja (PEREIRA et al., 1993; KROHN; MALAVASI, 2004). Em relação à qualidade das sementes, estudos com sementes de amendoim (BITTENCOURT et al., 2007), sorgo (PINTO, 2002), algodão (GOULART, 2006, 2007), milho (PINTO, 2000) e coentro (REIS et al., 2006) evidenciam a importância do tratamento de sementes com fungicidas na redução da incidência de fungos e aumento de estande inicial de plântulas. De acordo com Moraes (2005), o tratamento das sementes de mamona com fungicida é imprescindível para evitar também a podridão provocada por *Alternaria ricini*, *Fusarium* spp. e outros

fungos que podem estar presentes no solo e prejudicar a germinação e o vigor das sementes, principalmente em semeadura em solo seco à espera do início das chuvas, em que as sementes passam por um período considerável no solo.

Atualmente, para garantir um adequado crescimento e desenvolvimento das culturas, possibilitando bons rendimentos, o uso de fungicidas sintéticos constitui-se na prática mais recomendada. Entretanto, estudos já apontam para os problemas que o uso excessivo e incorreto desses produtos pode causar tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente, além da resistência adquirida pelos patógenos pelo uso abusivo de defensivos químicos. Dentre as alternativas pesquisadas atualmente, para o tratamento de sementes, visando diminuir o impacto dos produtos químicos, encontra-se a microbiolização. Esse método é definido como a aplicação de microrganismos vivos às sementes para o controle de fitopatógenos e, ou promoção do crescimento de plantas (MELO, 1996).

Apesar da importância do tratamento químico de sementes, ainda verifica-se escassez de informações sobre este método de controle de doenças na ricinocultura, uma vez que não existem produtos registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para tal finalidade. A mamoneira está entre as culturas com suporte fitossanitário insuficiente e para a inclusão desta cultura na monografia dos ingredientes ativos registrados para uso agrícola, mais estudos são necessários para que produtos químicos sejam recomendados com segurança e eficiência agrônômica no controle de doenças. Resultados da incidência de fungos em sementes de mamona revelaram um maior percentual de contaminação pelos fungos *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium* spp. (SOUZA et al., 2006), enquanto Zarela et al.(2004), detectaram o gênero *Fusarium* em maior frequência em sementes de seis cultivares de mamona, dentre eles os cultivares 'Guarani' e 'IAC-80'. O atraso na colheita dos racemos primários e secundários do cultivar 'IAC 2028' resultou em maior incidência de fungos de campo dos gêneros *Fusarium* e *Alternaria*, mas sem interferir na qualidade fisiológica das sementes de mamona (FANAN et al., 2009b). Quanto ao tratamento de sementes de mamona, os fungicidas à base dos ingredientes ativos carboxin+thiram e tiofanato metílico podem ser potencialmente recomendados por propiciarem o controle de fungos de armazenamento, sem afetar negativamente a qualidade fisiológica das sementes

(SANTOS NETO, 2008). Em trabalho de Bezerra et al. (2010), avaliando fungicidas e doses em sementes de mamona, os autores concluíram que os tratamentos químicos proporcionaram redução na incidência de fungos do gênero *Aspergillus*, principalmente quando utilizou o ingrediente ativo captan, mas a dose que não influenciou o vigor das sementes foi a de 100 g.100 kg⁻¹ de sementes, demonstrando algum efeito fitotóxico de doses superiores de captan e dos ingredientes ativos com carbendazim e fludioxonil. Tropaldi et al. (2010) avaliaram o uso de formaldeído, carbendazim e carboxin + thiram, concluindo que o uso de formaldeído prejudica o vigor de sementes de mamona, enquanto os outros fungicidas em diferentes doses são eficientes no controle de fungos patogênicos.

O gênero *Trichoderma*, pertencente à Ordem Hypocreales, é representado por fungos não patogênicos, que são habitantes do solo e que exercem antagonismo a vários fitopatógenos, por parasitismo e, ou antibiose, competição e promoção de crescimento (KRUGNER; BACCHI, 1995), pela produção de metabólitos voláteis e não voláteis e pela competição por espaço, nutrientes e oxigênio (MARTINS-CORDER; MELO, 1998), sendo um micoparasita necrotrófico eficaz no controle de inúmeros fungos fitopatogênicos, principalmente aqueles com estruturas de resistência consideradas difíceis de serem atacadas por microrganismos, como esporos, escleródios, clamidósporos e microescleródios (MELO, 1996). Fatores como temperatura, umidade, aeração, pH e teor de matéria orgânica influenciam na sobrevivência do *Trichoderma* em solo natural ou infestado artificialmente.

Trichoderma spp. destaca-se como importante agente de biocontrole pela microbiolização de sementes. Em trabalho realizado por Lohmann et al. (2007), isolados de *Trichoderma* spp. proporcionaram redução de aproximadamente 73% da ocorrência de *damping-off* (*Sclerotium rolfsii*) em plântulas de soja, em comparação com a testemunha. Menezes (1992) avaliou o efeito antagônico, via tratamento de sementes de feijão e de soja, com espécies de *Trichoderma* no controle de *Macrophomina phaseolina*, verificando melhor germinação, crescimento e desenvolvimento das plantas de feijão e maior índice de velocidade de germinação em sementes de soja. Em experimentos de campo na região Sul, *T. harzianum* proporcionou aumento da emergência de plântulas e do rendimento de grãos da cultura

de milho. Luz (2001) também avaliou outros bioprotetores, como *Paenibacillus macerans*, *Bacillus subtilis* e *Trichoderma harzianum*, e verificou que estes proporcionaram reduções do nível de infecção de patógenos em sementes de milho.

Massola e Bedendo (2005), assim como Savy Filho (2005) consideram os fungos *Fusarium oxysporum* f.sp. *ricini*, causador da murcha de *Fusarium*, e *Alternaria ricini*, causadora de manchas foliares, como os principais fungos patogênicos do Estado de São Paulo, transmitidos por sementes de mamona. Dependendo das condições edafoclimáticas, da densidade do inóculo do patógeno nos restos culturais ou no solo e do nível de resistência do cultivar, a murcha de *Fusarium* pode causar sérios danos à cultura da mamona. Os patógenos, transmissíveis ou não por sementes, também podem afetar o vigor de sementes no campo, tendo efeito ainda mais pronunciado quando se tratam de organismos que colonizam os tecidos internos das sementes. Por outro lado, o baixo vigor de sementes, decorrente de fatores não infecciosos, pode predispor essas estruturas à ação mais severa de patógenos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A qualidade das sementes de mamona tem sido avaliada rotineiramente pelo teste de germinação (BRASIL, 1992), conduzido sob condições ideais, em laboratório. Os testes de vigor têm sido amplamente divulgados e aceitos pela indústria de sementes como instrumentos para a tomada de decisões (DELOUCHE, 1986; ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA, 1983; KRZYZANOWSKY; MIRANDA, 1990), complementando as informações obtidas no teste de germinação. Por este motivo, atualmente, é cada vez mais crescente a procura por métodos que permitam avaliar, de maneira rápida e eficiente, o potencial fisiológico das sementes, representado pelo seu potencial de armazenamento e de emergência de plântulas em campo, tornando-se essenciais, pois retratam o comportamento das sementes sob maior amplitude de ambiente, complementando as informações obtidas no teste de germinação (MARCOS FILHO, 1999). A mamoneira é muito sensível à competição com as plantas daninhas, pelos recursos do meio (água, nutrientes, luz, CO₂, entre outros), pois apresenta crescimento inicial muito lento, começando pela germinação que, dependendo das condições fisiológicas da semente e do ambiente, demora cerca de oito a vinte dias (CARVALHO, 2005).

O vigor das sementes está relacionado às características das plântulas, como o seu crescimento ou vigor (tamanho, massa da matéria fresca e seca, classificação do vigor de plântulas) e a velocidade de emergência, procurando traduzir a velocidade e a uniformidade de desenvolvimento. São testes simples, de fácil execução, podendo ser realizados conjuntamente com o teste de germinação (NAKAGAWA, 1999). Segundo Dan et al. (1987), sementes mais vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento por apresentarem maior capacidade de transformação e de suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e por haver maior incorporação destes pelo eixo embrionário. O uso de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes é uma realidade para a maioria das grandes culturas e hortaliças de importância econômica. Porém, existem poucos relatos sobre a utilização destes testes em sementes de mamona. Ao utilizarem diferentes testes para determinar a viabilidade e o vigor destas sementes, Fonseca et al. (2004) concluíram que a primeira contagem de germinação e o teste de pH do exsudato mostraram-se eficientes na diferenciação de lotes em níveis de vigor, o que não foi possível pelo teste de condutividade elétrica. O teste de crescimento de plântulas, que é conduzido de maneira semelhante ao teste de germinação, consiste na determinação do comprimento médio das plântulas normais ou de uma de suas partes, como a raiz primária, tendo em vista que as amostras que apresentam os maiores valores médios são as mais vigorosas.

De acordo com a AOSA (1983), o vigor de sementes é função de um conjunto de características que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais. As diferenças de vigor entre plântulas são, na maioria das vezes, bastante visíveis, todavia há necessidade de valores numéricos para separar as vigorosas das não vigorosas. A utilização de testes padronizados, precisos, executáveis em curto espaço de tempo e com resultados que sejam reproduzíveis dentro e entre laboratórios de sementes, garante a confiabilidade dos resultados. Dentro desse quadro, tem sido presenciada uma evolução favorável à utilização de técnicas computadorizadas, mais sensíveis para a captação e mais precisas para o processamento e extração de informações úteis para a indústria de sementes, definindo-se uma amplificação de sensibilidade por vias digitais (TEIXEIRA et al., 2003).

Em razão aos frequentes avanços tecnológicos ocorridos nos últimos anos, métodos computadorizados para a avaliação do vigor de sementes tem sido desenvolvidos. Recentemente, pesquisadores da The Ohio State University, EUA (SAKO et al., 2001), elaboraram um sistema automatizado para avaliação do vigor de sementes, o Seed Vigor Imaging System (SVIS[®]). Por este método, as imagens digitais de plântulas são capturadas por meio de um escâner conectado a um computador e, em seguida, processadas, gerando valores numéricos (índices de vigor) que representam coletivamente a qualidade das sementes do lote, baseada em valores obtidos a partir das características morfológicas das plântulas. Os dados incluem os comprimentos da parte aérea, da raiz primária e de toda a plântula e, também, a velocidade e a uniformidade de desenvolvimento de plântulas (SAKO et al., 2001). O sistema automatizado foi desenvolvido para a avaliação do vigor de sementes de alface, em que McCormac et al. (1990) utilizaram um sistema automatizado de imagens para avaliar o vigor de lotes de sementes, determinando o comprimento de raízes de plântulas, individualmente.

O procedimento para avaliação do vigor de sementes por meio do sistema automatizado é simples e os resultados para uma amostra de 50 sementes, podem ser obtidos dentro de dois a três minutos (GOMES JUNIOR et al., 2009). Outras vantagens deste sistema incluem a eliminação do erro humano, aumentando a confiabilidade dos dados para fins de comparação, a possibilidade de arquivamento das imagens para análise posterior e o baixo custo, que segundo os mesmos autores é equivalente ao custo para a avaliação da germinação.

Sako et al. (2001) demonstraram que o processamento digital de imagens pode ser utilizado com sucesso na avaliação do vigor das sementes de alface e de soja. Da mesma forma, Marcos Filho et al. (2006), comparando os métodos tradicionais para a avaliação do vigor de sementes de melão, com o sistema automatizado de análise de imagens de plântulas, constataram o grande potencial dessa técnica como alternativa para a avaliação do vigor das sementes. Após algumas adaptações, também tem sido eficiente na avaliação do potencial fisiológico de sementes de outras espécies, como soja (HOFFMASTER et al., 2003, 2005; MARCOS FILHO; KIKUTI; LIMA, 2009), milho (HOFFMASTER et al., 2005; OTONI; McDONALD, 2005), feijão (GOMES JUNIOR;

CHAMMA, 2008) e milho doce (GOMES JUNIOR, 2009). Estas evidências indicam que este programa representa uma ferramenta promissora para avaliação do vigor de sementes de outras espécies em diferentes finalidades na área de Tecnologia de Sementes. Neste contexto, o uso desse sistema automatizado pode ser eficiente na identificação de diferenças entre lotes submetidos ou não ao tratamento químico e ao armazenamento. A quantificação destas evidências por meio de índices numéricos que expressem o vigor das sementes também pode ser considerada uma vantagem do sistema automatizado SVIS[®].

Técnicas simples e rápidas que forneçam com precisão, informações a respeito da qualidade de sementes podem contribuir para a seleção de lotes em programas de controle da qualidade e, conseqüentemente, aumentar a eficiência do sistema de produção. Neste contexto, o uso do teste de raios X, técnica recomendada pela International Seed Testing Association – ISTA (2004) é de grande valia para um grande número de espécies, por ser um teste não destrutivo, rápido e com aplicação direta na identificação de danos internos de sementes e na seleção de lotes de melhor qualidade.

O teste de raios X tem sido utilizado em pesquisas com sementes desde a década de 1950 quando Simak e Gustafsson (1953) demonstraram sua viabilidade para a avaliação da qualidade de sementes de *Pinus sylvestris* L. Assim, essa técnica foi empregada na orientação de trabalhos de melhoramento genético, possibilitando a detecção de anormalidades em embriões e a determinação do seu estágio de desenvolvimento, bem como no isolamento de embriões mutantes de *Arabidopsis thaliana* (BINO, AARTSE, van der BURG, 1993). Esta técnica também permitiu relacionar a anatomia de sementes com a germinação ou morfologia das plântulas de diversas espécies agrícolas e florestais (van der BURG et al., 1994; BATTISTI et al., 2000; MACHADO; CICERO, 2003; OLIVEIRA; CARVALHO; DAVIDE, 2003; MONDO; CICERO, 2005; PUPIM et al., 2008; SANTOS et al., 2009, GAGLIARDI, 2009; PINTO et al., 2009b; CARVALHO; ALVES; OLIVEIRA, 2010; MARCHI, 2010), identificar injúrias por umidade em sementes de soja (OBANDO FLOR et al., 2004; FORTI et al., 2010) e por percevejo em sementes de soja (OBANDO FLOR et al., 2004; PINTO et al., 2009a) e de feijão (FORTI et al., 2008), além de injúrias mecânicas em sementes de milho (CICERO et al., 1998; CARVALHO et al., 1999; CICERO; BANZATTO JUNIOR, 2003).

O princípio da técnica consiste na absorção de raios X em diferentes quantidades pelos diferentes tecidos das sementes, que depende da espessura, da densidade e da composição desses tecidos, além do comprimento de onda da radiação (BINO; AARTSE; van der BURG, 1993; ISTA, 2004; SIMAK, 1991). As sementes são colocadas entre uma fonte de baixa energia de raios X e um filme fotossensível. Quando os raios X atravessam a semente e atingem o filme, é criada uma imagem latente. Após o processamento do filme, uma imagem de sombras claras e escuras é formada, criando uma imagem permanente no filme radiográfico. As áreas mais escuras da radiografia correspondem àquelas partes em que os raios X penetram mais facilmente, enquanto que áreas mais claras representam partes mais densas da semente.

O armazenamento constitui etapa obrigatória de um programa de produção de sementes. No Brasil, é uma operação particularmente importante devido às condições climáticas tropicais e subtropicais de alta temperatura e umidade relativa do ar, que são desfavoráveis à manutenção da qualidade de sementes ortodoxas como as de mamona. A umidade e a temperatura são os principais fatores que afetam a qualidade das sementes no armazenamento e a sua condução de forma regular e eficiente reflete na viabilidade do lote, evitando os descartes por redução da germinação abaixo dos padrões mínimos para comercialização de sementes para cada espécie (MACEDO et al., 1998). As melhores condições para a manutenção da qualidade de sementes ortodoxas são a baixa umidade relativa do ar e a baixa temperatura, por reduzirem a atividade metabólica do embrião e a deterioração (DHINGRA, 1985; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005). Sementes de mamona destinadas ao armazenamento devem apresentar grau de umidade entre oito e 10% (GONÇALVES et al., 1981). Sementes oleaginosas apresentam menor potencial de armazenamento que as amiláceas, devido à menor estabilidade dos lipídios em relação ao amido, uma vez que uma elevação moderada na temperatura, como consequência do processo respiratório, já é suficiente para a decomposição dos lipídios e elevação da taxa de deterioração. Por esse motivo, as sementes de mamona devem ser armazenadas com grau de umidade inferior ao recomendado para as sementes amiláceas (MARCOS FILHO, 2005).

Pouco se conhece sobre a viabilidade de sementes de mamona durante o armazenamento, que pode ser dependente do conteúdo de água, das condições ambientais e decorrentes da aplicação de fungicidas. Estas alterações, que podem ser de natureza física, fisiológica ou bioquímica, caracterizam a deterioração, sendo a perda da capacidade germinativa uma de suas conseqüências finais (DELOUCHE; BASKIN, 1973). As transformações degenerativas mais sutis, não avaliadas pelo teste de germinação, exercem grande influência no potencial de desempenho das sementes, com reflexos na capacidade de armazenamento, na emergência das plântulas em campo, no crescimento e na produtividade das plantas (POPINIGIS, 1977). Assim, os testes de vigor contribuem para detectar essas informações e, conseqüentemente, são úteis nas tomadas de decisões para o destino de um lote de sementes (VANZOLINI; NAKAGAWA, 1998). As condições de clima quente e úmido em quase todo o território brasileiro também propiciam um ambiente ideal para o desenvolvimento de pragas e de doenças durante o armazenamento, tornando necessário adotar medidas que minimizem os prejuízos daí decorrentes. O processo de deterioração foi caracterizado por Delouche (1982) como irreversível e contínuo, não sendo possível recuperar a perda da qualidade individual das sementes durante as operações efetuadas durante ou após a colheita; é mínima na época da maturidade fisiológica e variável entre lotes de sementes da mesma espécie e cultivar. Não tem sido documentados efeitos consistentes do tratamento fungicida antes do armazenamento; além disso, há problemas para a decisão do destino reservado às sementes tratadas e não comercializadas, pois tornam-se impróprias para o consumo humano e animal (MARCOS FILHO, 2005).

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivos avaliar a qualidade de sementes de mamona submetidas a tratamentos com fungicidas, durante o armazenamento, visto que a cultura da mamona não possui produtos químicos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para o tratamento de sementes. Além disso, avaliou-se a utilização de técnicas de análise de imagens, como a análise de imagens por meio dos raios X e do efeito dos fungicidas no vigor das sementes de mamona com a análise computadorizada de plântulas - SVIS[®].

2.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em duas épocas (fevereiro e setembro de 2009), nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Análise de Imagens, do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP.

As sementes de mamona utilizadas neste experimento foram fornecidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas - IAC e pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, da safra 2007/2008. As sementes dos cultivares ‘IAC-2028’ (três lotes provenientes, respectivamente, dos racemos primário, secundário e terciário, provenientes do Campo Experimental do IAC em Campinas-SP) e ‘Guarani’ (dois lotes comerciais procedentes de Pindorama-SP e Campinas-SP), foram tratadas com os fungicidas químicos em dosagens recomendadas para o tratamento de sementes de outras espécies oleaginosas, além de um produto biológico, descritos na Tabela 1. Tais sementes encontravam-se previamente armazenadas em câmara, a 20°C e 40% de umidade relativa do ar, por um período de cinco meses.

Os lotes de sementes do cultivar ‘IAC-2028’ foram denominados Lote 1 (racemo primário), Lote 2 (racemo secundário) e Lote 3 (racemo terciário). Os lotes do cultivar ‘Guarani’ foram denominados Lote A e Lote B (lotes comerciais provenientes de campos de produção distintos).

As amostras de sementes foram tratadas com os fungicidas químicos descritos na Tabela 1, com exceção do tratamento com o produto biológico *Trichoderma harzianum* EP (EP = esporo puro), cujo tratamento nas sementes foi realizado minutos antes da instalação dos testes fisiológicos e sanitários. O tratamento fungicida das sementes foi realizado utilizando saco plástico, em que o(s) fungicida(s) de cada tratamento, foram adicionados sobre a massa de sementes, nas dosagens recomendadas. Posteriormente, o saco plástico foi fechado e segurando-se firmemente, agitado vigorosamente até obter uma distribuição homogênea da formulação sobre as sementes.

Tabela 1 – Tratamentos: nome comercial, nome técnico e doses utilizadas para o tratamento de sementes de mamona dos cultivares ‘IAC-2028’ e ‘Guarani’

Tratamento	Nome Comercial	Nome Técnico (ingrediente ativo)	Dosagem (g ou mL.100kg ⁻¹)
Test	Testemunha (sem tratamento)	-	-
Capt	Captan 500 PM	Captan	300
Derp	Derosal Plus	Carbendazim+thiram	200
VT	Vitavax-Thiram 200 SC	Carboxin+thiram	250
Maxi	Maxim XL	Fludioxonil+metalaxyl	100
Thir	Thiram 480 TS	Thiram	300
Ca+Der	Captan 500 PM + Derosal	Captan+carbendazim	200+70
VT+Ter	Vitavax-Thiram 200 SC + Terraclor 750PM	Carboxin+thiram + quintozeno	250+150
Fega	Fegatex	Cloretos de benzalcônio	350
Trich	Trichodermil EP	<i>Trichoderma harzianum</i>	500

Após o tratamento químico das sementes, as amostras de cada lote e cultivar, obtidos com a realização dos tratamentos, foram acondicionadas em embalagens de papel Kraft e armazenadas em ambiente não controlado. Em seguida, as amostras de cada tratamento foram divididas em duas subamostras, sendo uma utilizada imediatamente após o tratamento das sementes com os fungicidas e a outra, após seis meses de armazenamento, para avaliação da qualidade das sementes.

Procedeu-se à determinação do teor de água das sementes, realizada antes e após o armazenamento e após o teste de envelhecimento acelerado. O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa, a 105±3°C durante 24 horas (BRASIL, 1992), com duas amostras de 10 sementes de cada tratamento. Os resultados foram expressos em percentual médio, tendo como base a massa úmida, sem submeter-se à análise estatística.

2.2.1 Avaliação do potencial sanitário

O teste de sanidade foi realizado no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia e Nematologia da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. A avaliação da sanidade das sementes foi realizada por meio do método de incubação em papel de filtro sem congelamento (MARIOTTO et al., 1987). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, as quais foram incubadas em placas de Petri (10 sementes por placa) contendo três folhas de papel de filtro, umedecidas em água destilada. As placas contendo as sementes foram incubadas por dez dias à temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, em câmara com fotoperíodo de 12 horas de luz branca fluorescente e 12 horas de escuro. Para a avaliação dos fungos presentes nas sementes, foram utilizados microscópios estereoscópico e ótico (BARNETT; HUNTER, 1972; ELLIS, 1971), analisando-se individualmente as sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de incidência dos fungos nas sementes.

2.2.2 Avaliação do potencial fisiológico

a) Teste de germinação e primeira contagem de germinação

Na avaliação do potencial fisiológico das sementes submetidas aos tratamentos fungicidas, no teste de germinação e no de primeira contagem de germinação, foram utilizados os critérios prescritos nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 1992), com quatro repetições de 50 sementes. Foi utilizado como substrato o papel toalha “germitest” umedecido com água na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, em germinador a $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$. A primeira contagem foi realizada aos sete dias após a instalação do teste e a contagem final aos 14 dias, com resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

b) Teste de envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado por meio do método do gerbox adaptado, recomendado pela AOSA (1983) e relatado por Marcos Filho (1999), colocando-se uma camada única de sementes sobre uma tela de inox ajustada dentro de uma caixa de plástico transparente de dimensão 11 cm x 11 cm x 3,5 cm, contendo no fundo 40 mL de água. Após a colocação da tampa, as caixas foram mantidas no interior de uma câmara tipo BOD durante o período de 72 horas a 41°C (MENDES et al., 2010). Ao término desse período foram semeadas quatro repetições de 50 sementes segundo a metodologia descrita para o teste de germinação. A avaliação foi realizada aos sete dias após a semeadura com os resultados expressos em percentuais de plântulas normais.

c) Teste de emergência de plântulas em campo

O teste de emergência de plântulas em campo foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. A profundidade de semeadura foi de 3-4 cm. O solo foi mantido com umidade suficiente, por meio de irrigações, para promover a emergência das plântulas. A avaliação foi realizada em contagem única, aos 21 dias após a semeadura, computando-se o número de plântulas emersas. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas emersas.

d) Análise computadorizada de plântulas (SVIS®)

Para avaliação do vigor por meio da análise computadorizada de plântulas, nas duas épocas, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por tratamento, que foram distribuídas em duas fileiras no terço superior do papel “germitest”, umedecidas com água equivalente a 2,5 vezes a sua massa. Os rolos foram colocados em germinador e mantidos a 20-30°C. A aquisição das imagens foi realizada no quinto dia após a instalação do teste, pelo sistema de escaneamento computadorizado e programa computacional de processamento de imagens descritos por Hoffmaster et al.

(2003). Assim, foi realizada a aquisição das imagens das plântulas por meio de um escâner Epson GT- 15000, com área de escaneamento de 43 cm x 29 cm, instalado em posição invertida, ajustado na resolução de 100 dpi e acoplado a um computador Core 2 Duo (2GB de memória RAM e HD de 160GB). As imagens foram processadas, utilizando-se o software para sementes de soja, adaptando para sementes de mamona, por meio de pequenos ajustes, para reconhecer e marcar corretamente o ponto de ligação entre a raiz primária e a parte aérea das plântulas normais. Para evitar a influência indesejável de sementes mortas na expressão dos resultados, foi utilizado um fator de penalidade (algoritmo de uniformidade). Assim, são gerados os índices de vigor (IV), de crescimento (IC) e de uniformidade de crescimento (IU). O índice de vigor é resultante da combinação entre os índices de crescimento e de uniformidade, que podem variar de um valor mínimo de zero a um máximo de 1000. Os dados foram obtidos estabelecendo como 5,0 cm o tamanho máximo de plântula. Para a composição do índice de vigor foi utilizada a seguinte composição: $IV\ 70/30 = \{(0,7 \times IC) + (0,3 \times IU)\}$. Os resultados foram expressos por meio de valores de índices de vigor, de crescimento e de uniformidade de plântulas para cada lote e cultivar.

Para relacionar os testes de vigor em laboratório com o de campo, os tratamentos receberam pontuações segundo a ordenação hierárquica de desempenho em cada avaliação, baseadas nas diferenças indicadas pelo teste de Tukey (classificação estatística), de acordo com Caliari e Silva (2001). Seguindo metodologia descrita por Martins e Silva (2005), em cada teste, foi atribuída a cada um dos tratamentos a pontuação resultante do somatório das pontuações positivas ou nulas (número de tratamentos estatisticamente inferiores) e negativas ou nulas (número de tratamentos estatisticamente superiores) e a soma dos valores obtidos em todos os testes constituiu a pontuação geral do lote em cada um dos conjuntos de determinações (laboratório e campo). Posteriormente, foi identificado o desempenho médio para a distribuição dos tratamentos em grupos superiores, iguais e inferiores ao desempenho médio nas duas classificações. No entanto, para evidenciar qual parâmetro em laboratório (principalmente os índices de vigor, crescimento e uniformidade - $SVIS^{\text{®}}$), possui maior relação com o de campo, foi feita uma adaptação, realizando-se a pontuação em cada teste de laboratório, comparando com o de campo,

para cada lote e época separadamente. Em seguida, foram obtidos os números de tratamentos presentes em grupos idênticos nos testes de laboratório e de campo, e calculada a taxa (%) de coincidência: $TC = \{n^{\circ} \text{ de tratamentos no mesmo grupo} \times (n^{\circ} \text{ total de tratamentos})^{-1} \times 100\}$.

e) Morfologia interna de sementes por meio de raios X

Para esta avaliação, quatro repetições de cinquenta sementes de cada tratamento foram colocadas sobre um recipiente plástico transparente, especialmente desenvolvido para a condução da análise. O recipiente foi colocado diretamente sobre um filme de raios X (Kodak MIN-R EV, tamanho de 18x24 cm), a uma distância de 53 cm da fonte de raios X. As imagens foram obtidas com intensidade de 20 kV e tempo de exposição de 60 segundos, estabelecidos em testes preliminares, utilizando-se um equipamento FAXITRON X-Ray, modelo MX-20. A revelação do filme foi efetuada numa processadora Hope X-Ray, modelo 319 Micromax. Posteriormente, as imagens dos filmes de raios X foram capturadas por um Scanner Umax, modelo PowerLook 1100, para ampliação e visualização em computador Pentium III (600 MHZ, memória de 256 MB, HD Ultra SCSI de 20GB e monitor de 21”).

Em seguida, as sementes, previamente identificadas, foram colocadas para germinar distribuídas em grupos de 10, sendo duas fileiras de cinco sementes espaçadas, sobre duas folhas de papel-toalha “germitest” (no terço superior do substrato), cobertas com mais uma folha de papel e enroladas; as folhas de papel foram umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. Os rolos foram colocados em germinador e mantidos a 20-30°C. Decorridos dez dias após a instalação do teste, as plântulas normais, bem como as plântulas anormais e as sementes mortas foram fotografadas, por meio de uma câmera fotográfica digital Nikon, modelo D1, acoplada ao computador.

Para as avaliações, as imagens de raios X das sementes foram disponibilizadas em computador, possibilitando o confronto da análise das imagens radiográficas com as respectivas imagens de plântulas normais, anormais ou sementes mortas resultantes do teste de germinação, correlacionando com a morfologia interna. Utilizou-se a

classificação das sementes de acordo com as categorias descritas por Carvalho et al. (2010): cheia e opaca (CO), cheia e manchada (CM), parcialmente cheia e opaca (PCO), parcialmente cheia e translúcida (PCT), parcialmente cheia com embrião deformado (PCDE), parcialmente cheia e manchada (PCM) e semente vazia (SV).

2.2.3 Delineamento experimental

Os dados foram analisados separadamente para cada cultivar. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 10 \times 2$ (ou 3), sendo duas épocas, dez tratamentos fungicidas e dois (ou três) lotes. Os dados de germinação e primeira contagem de germinação e dos testes de envelhecimento acelerado, emergência de plântulas, do vigor por meio da análise computadorizada de plântulas e de sanidade foram submetidos à análise da variância, por meio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2000) e transformados, quando necessário, para atender as exigências do modelo que preconiza homogeneidade de variâncias dos resíduos e distribuição normal. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os dados obtidos no teste de raios X não foram submetidos à análise estatística.

2.3 Resultados e Discussão

Nas avaliações sanitária e fisiológica, por meio da análise de variância, verificou-se que houve diferenças estatísticas significativas para todos os parâmetros dos dois cultivares avaliados ($P < 0,05$). A Tabela 2 apresenta a transformação utilizada, recomendada pelo programa estatístico SAS, para atender às exigências do modelo que preconiza homogeneidade de variâncias dos resíduos e distribuição normal, além do coeficiente de variação (CV) em porcentagem. Embora os dados tenham sido transformados para a execução das análises estatísticas, os resultados apresentados representam as médias dos dados originais.

Tabela 2 – Transformação utilizada para atender as exigências do modelo e coeficiente de variação (CV) em porcentagem, para cada parâmetro avaliado dos dois cultivares estudados, 'IAC-2028' e 'Guarani', em duas épocas de avaliação e dez tratamentos fungicidas, em esquema fatorial triplo

Parâmetro	'IAC-2028'		'Guarani'	
	Transformação	CV (%)	Transformação	CV (%)
<i>Fusarium</i> spp.	$\sqrt{x}$	24,69	$\sqrt{x}$	22,39
<i>Alternaria alternata</i>	$\sqrt{x}$	40,87	$1/\sqrt{x}$	37,99
<i>Alternaria ricini</i>	$1/\sqrt{x}$	38,93	Dados originais	48,85
<i>Cladosporium</i> spp.	$\sqrt{x}$	22,94	$\sqrt{x}$	19,99
<i>Aspergillus</i> spp.	$\sqrt{x}$	38,83	$\sqrt{x}$	37,80
<i>Penicillium</i> spp.	$1/\sqrt{x}$	36,04	$1/\sqrt{x}$	32,51
Germinação	x^2	9,84	x^2	16,16
Primeira contagem de germinação	x^2	25,16	Dados originais	19,58
Emergência de plântulas em campo	x^2	15,94	x^2	19,25
Envelhecimento acelerado	x^2	17,99	Dados originais	15,79

2.3.1 Cultivar 'IAC-2028'

Os resultados do teor de água inicial das sementes (TAI) e após seis meses de armazenamento (TA-A) de sementes de mamona do cultivar 'IAC-2028' são apresentados na Tabela 3. Observa-se pequena variação no teor de água (entre 5,5% e 7,4%), que não se constituiu em um fator importante de perda de qualidade e interferência nos resultados obtidos nos testes que avaliaram o potencial fisiológico, pois os lotes com menor grau de umidade não diferiram muito dos lotes com maior umidade, permanecendo dentro dos níveis considerados adequados para o armazenamento de sementes de espécies oleaginosas.

Tabela 3 – Teor de água inicial (TAI) e após seis meses de armazenamento (TA-A) de sementes de mamona dos lotes 1, 2 e 3, do cv. 'IAC-2028', submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Tratamentos	Lote 1		Lote 2		Lote 3	
	TAI	TA-A	TAI	TA-A	TAI	TA-A
	----- % -----					
Testemunha	6,2	6,0	5,9	6,2	6,5	6,0
Captan	6,3	6,4	6,1	6,2	6,2	6,2
Derosal Plus	6,0	5,6	5,6	6,2	6,4	6,1
Vitavax-Thiram	6,5	6,8	5,5	5,8	6,5	6,5
Maxim XL	6,8	6,2	6,5	5,9	6,3	6,1
Thiram	6,7	6,1	6,6	6,6	7,2	6,3
Captan+Derosal	6,7	6,3	7,1	6,5	6,6	6,5
Vitavax-Thiram+Terraclor	7,4	6,4	7,2	6,4	7,3	6,5
Fegatex	7,1	6,5	6,7	6,6	6,7	6,6
Trichodermil	6,2	6,7	5,9	6,3	6,4	6,3

Os resultados referentes à incidência de *Fusarium* spp. são apresentados na Tabela 4. Os fungicidas Captan, Derosal Plus, Vitavax-Thiram, Maxim XL, Thiram, Captan+Derosal e Vitavax-Thiram+Terraclor proporcionaram acentuada redução quando comparados com a testemunha, destacando-se o tratamento Vitavax-Thiram+Terraclor, com redução considerável na primeira época e redução da incidência deste patógeno a zero na segunda época. Por outro lado, os tratamentos Fegatex e Trichodermil não diferiram da testemunha, nas duas épocas, com exceção do lote 3 na segunda época para o tratamento Fegatex.

As sementes não tratadas dos lotes 1 e 2 apresentaram maior incidência de *Fusarium* spp. quando comparadas com o lote 3, na primeira época, enquanto na segunda época, apenas o lote 1 apresentou maior incidência quando comparado aos demais lotes; após o armazenamento houve diminuição na incidência do fungo apenas para o lote 2.

O tratamento Vitavax-Thiram+Terraclor se destacou, indicando que a combinação destes fungicidas foi eficaz e manteve-se estável (não houve diferença entre épocas), com controle total após seis meses de armazenamento.

Cabe ressaltar que a comparação dos diferentes lotes nas duas épocas visa validar o comportamento das amostras em cada tratamento fungicida. No entanto, ocorrem variações quando se compara lotes em cada época e entre épocas, sob efeito dos ingredientes ativos dos fungicidas e do armazenamento. Como as sementes de mamona são produzidas em diferentes racemos em intervalos de tempo distintos, as condições ambientais em que as sementes permanecem durante a formação e maturação também variam (umidade relativa do ar, temperatura, quantidade e fonte de inóculo), que associados à suscetibilidade do cultivar, podem influenciar o potencial sanitário e fisiológico das sementes.

A Tabela 5 apresenta os resultados da incidência de *Cladosporium* spp., que apresentou comportamento semelhante ao de *Fusarium* spp. A maioria dos tratamentos fungicidas proporcionou redução da incidência, sendo que Vitavax-Thiram+Terraclor reduziu a zero nas duas épocas de avaliação. Os tratamentos Fegatex (nas duas épocas) e Trichodermil (na primeira época) não diferiram da testemunha. Após seis meses de armazenamento, houve redução na maioria dos tratamentos fungicidas, principalmente para Vitavax-Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor, que reduziram a incidência a zero.

Os resultados da incidência de *Alternaria alternata*, apresentados na Tabela 6, mostram que os fungicidas Captan, Derosal Plus, Vitavax-Thiram, Maxim XL, Thiram, Captan+Derosal e Vitavax-Thiram+Terraclor proporcionaram, de maneira geral, redução na incidência deste patógeno nas duas épocas e nos três lotes avaliados; os tratamentos Vitavax-Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor se destacaram por reduzir a incidência a zero nas duas épocas para os três lotes, assim como o tratamento Thiram na segunda época. Os tratamentos Fegatex, nos três lotes e nas duas épocas, e Trichodermil, no lote 1 nas duas épocas e lote 2 na segunda época, não diferiram da testemunha. Após o armazenamento, verificou-se redução para as sementes não tratadas e os tratamentos Captan, Derosal Plus, Captan+Derosal, Fegatex e.

Tabela 4 – Resultados da incidência de *Fusarium* spp., em porcentagem, determinados para os três lotes do cultivar 'IAC-2028', durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	1	87 aAa ²	31 bAa	16 bcAa	19 bcAa	19 bcAa	27 bAa	17 bcAa	5 cAa	66 aAa	91 aAa
	2	76 abABa	18 cAa	5 cdAa	5 cdAa	9 cdAa	14 cABa	10 cdAa	2 dAa	45 bABa	92 aAa
	3	46 aBa	17 bAa	10 bcAa	11 bcAa	24 abAa	6 bcBa	15 bcAa	3 cAa	32 abBa	36 abBa
2	1	53 abAa	4 cAb	1 cAb	1 cAb	0 cAb	2 cAb	1 cAb	0 cAa	35 bAa	76 aAa
	2	19 abBb	3 bcAb	1 cAa	1 cAa	1 cAa	1 cAb	1 cAb	0 cAa	11 bBb	46 aABb
	3	21 aBa	1 bAb	1 bAa	1 bAb	1 bAb	1 bAa	0 bAb	0 bAa	4 bBb	35 aBa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Resultados da incidência de *Cladosporium* spp., em porcentagem, determinados para os três lotes do cultivar 'IAC-2028', durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	1	74 aAa ²	19 bABa	35 bABa	3 cAa	18 bABa	35 bAa	16 bABa	0 cAa	56 abABa	50 abABa
	2	85 aAa	7 cBa	18 cBa	1 dAa	7 cBa	24 bcAa	7 cBa	0 dAa	46 bBa	27 bcBa
	3	98 aAa	30 bAa	48 bAa	5 cAa	34 bAa	42 bAa	23 bAa	0 cAa	83 abAa	61 abAa
2	1	39aAb	1 cAb	2 cAb	0 cAa	2 cAb	4 bAb	1 cAb	0 cAa	30 abAa	11 bABb
	2	39 aAb	0 bAb	1 bAb	0 bAa	1 bAa	3 bAb	1 bAa	0 bAa	19 aBb	5 bBb
	3	70 aAa	2 cAb	7 cAb	1 cAa	4 cAb	8 cAb	3 cAb	0 cAa	74 aAa	26 bAb

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Trichodermil, excetuando-se aqueles que reduziram a incidência a zero ou próximo a zero na primeira época.

A Tabela 7 apresenta os resultados da incidência de *Alternaria ricini*. Nas duas épocas, os tratamentos Vitavax-Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor proporcionaram redução deste patógeno para níveis de zero a 1% nos três lotes. Na segunda época, apenas para o lote 1 os tratamentos fungicidas proporcionaram redução na incidência quando comparados com a testemunha; apesar de não ter havido diferença estatística para os lotes 2 e 3 na segunda época, os tratamentos Derosal Plus, Vitavax-Thiram, Maxim XL, Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor erradicaram o patógeno. Houve diferença entre lotes na segunda época nas sementes não tratadas. Com o armazenamento, houve redução em todos os tratamentos, com exceção daqueles que reduziram a incidência a zero ou valores mais baixos na primeira época (Vitavax-Thiram, Maxim XL, Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor).

A redução na incidência de *Fusarium* spp., *Cladosporium* spp., *Alternaria alternata* e *Alternaria ricini* nas sementes não tratadas após o armazenamento era esperada, pois sabe-se que fungos destes gêneros são considerados “fungos de campo”. Estes gêneros de fungo perdem a viabilidade gradualmente quando as sementes são armazenadas, pois as condições de umidade relativa do ar (abaixo de 90%) e temperatura são desfavoráveis à manutenção do inóculo infectivo (DINGRA, 1985). Este resultado foi análogo ao obtido por Fanan et al. (2009b) para o mesmo cultivar e gêneros de fungos, que permaneceram viáveis, mas com baixa sobrevivência até o final do período de armazenamento (12 meses), em condição de ambiente não controlado e, embora muitos outros gêneros de fungos possam estar associados às sementes de mamona, como *Arthrobotrys* spp., *Nigrospora* spp., *Helminthosporium* spp., *Rhizopus* spp., *Phoma* spp., *Curvularia* spp., *Verticillium* spp., entre outros de menor incidência, neste trabalho foram considerados os fungos potencialmente patogênicos.

Tabela 6 – Resultados da incidência de *Alternaria alternata*, em porcentagem, determinados para os três lotes do cultivar 'IAC-2028', durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	1	30 aAa ²	18 abAa	12 bAa	0 cAa	1 cAa	6 bcAa	25 abAa	0 cAa	29 abAa	15 abAa
	2	36 aAa	6 bcAa	2 bcBa	0 cAa	1 cAa	1 cAa	6 bcBa	0 cAa	15 abAa	8 bAa
	3	48 aAa	15 bAa	12 bAa	0 cAa	1 cAa	6 bcAa	16 bABa	0 cAa	30 abAa	14 bAa
2	1	8 aAb	0 bAb	1 bAb	0 bAa	0 bAa	0 bAa	2 abAb	0 bAa	5 abAb	3 abAb
	2	5 aAb	1 abAa	0 bAa	0 bAa	1 abAa	0 bAa	0 bAb	0 bAa	0 bAb	1 abAb
	3	10 aAb	3 abAb	1 bAb	0 bAa	1 bAa	0 bAa	1 bAb	0 bAa	5 abAb	2 bAb

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ²Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil

Tabela 7 – Resultados da incidência de *Alternaria ricini*, em porcentagem, determinados para os três lotes do cultivar 'IAC-2028', durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	1	26 aAa ²	9 aAa	8 abAa	1 bAa	2 abAa	1 bAa	14 aAa	0 bAa	15 aAa	17 aAa
	2	31 aAa	4 aAa	4 aAa	0 bAa	0 bBa	2 abAa	6 aAa	0 bAa	9 aAa	13 aAa
	3	11 aAa	3 aAa	1 abAa	0 bAa	1 abABa	0 bAa	4 aAa	0 bAa	3 aAa	5 aAa
2	1	17 aAa	1 cAa	1 cAb	0 dAa	0 dAa	0 dAa	3 bAb	0 dAa	6 bAb	6 bAb
	2	8 aBb	2 aAb	0 aBb	0 aAa	1 aAa	0 aAa	2 aAb	0 aAa	4 aAa	2 aAb
	3	8 aBb	1 aAb	0 aBb	0 aAa	0 aAa	0 aAa	1 aAb	0 aAa	2 aAa	2 aAb

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados da incidência de *Aspergillus* spp. (Tabela 8) mostram que na primeira época, para os lotes 1 e 2, os tratamentos fungicidas não diferiram das sementes não tratadas, no entanto, os tratamentos Captan+Derosal e Vitavax-Thiram+Terraclor reduziram a incidência a zero nos três lotes. Ainda na primeira época, para o lote 3, apenas os tratamentos Thiram, Fegatex e Trichodermil não diferiram da testemunha. Na segunda época, todos os tratamentos fungicidas diferiram da testemunha, com exceção do Fegatex (lotes 1 e 2), destacando-se os tratamentos Captan+Derosal, Vitavax-Thiram+Terraclor, Derosal Plus e Vitavax-Thiram, que reduziram a incidência a zero ou valores próximos a zero nos três lotes.

Nas duas épocas, as sementes não tratadas do lote 3 apresentaram elevada incidência de *Aspergillus* spp., diferindo dos lotes 1 e 2, o que também ocorreu, embora com menores médias, nos tratamentos Thiram e Trichodermil (nas duas épocas) e para os tratamentos Captan, Maxim XL e Fegatex (na primeira época). Com o armazenamento, verificou-se aumento na porcentagem média de sementes com fungos desse gênero no tratamento testemunha nos lotes 1 e 2.

Com relação à incidência de *Penicillium* spp. (Tabela 9), os resultados mostram que não houve diferença entre os tratamentos para o lote 1, na primeira época e para o lote 2, na segunda época. Os tratamentos Captan, Derosal Plus e Vitavax-Thiram+Terraclor (nas duas épocas), Maxim XL e Captan+Derosal (na segunda época) proporcionaram redução da incidência deste patógeno a zero ou valores próximos a zero. De modo similar à incidência de *Aspergillus* spp., verificou-se maior incidência deste patógeno no lote 3, nas duas épocas, nas sementes não tratadas, embora sem diferir estatisticamente. Os lotes 1 e 2 apresentaram baixa incidência nas duas épocas, e o efeito dos tratamentos fungicidas foi menos pronunciado. Este resultado pode ser explicado pelo alto coeficiente de variação deste parâmetro (36%), assim como para todos os resultados do teste de sanidade, cujos coeficientes de variação foram de 22 a 48% (Tabela 3) e que pode ser considerado natural no caso da incidência fúngica. Por isso houve grande variação na diferenciação entre a testemunha, tratamentos fungicidas e lotes, em que, mesmo com valores absolutos próximos a zero, não diferiram das sementes não tratadas.

Tabela 8 – Resultados da incidência de *Aspergillus* spp., em porcentagem, determinados para os três lotes do cultivar 'IAC-2028', durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	1	3abBb ²	0 bBa	1 abAa	0 bAa	1 abBa	7 aBa	0 bAa	0 bAa	4 abBa	3 abBa
	2	9 abBb	1 bBa	0 bAa	1 bAa	3 bBa	13 aBa	0 bAa	0 bAa	15 aBa	7 abBa
	3	43 aAa	11 bAa	2 cAa	5 bcAa	17 bAa	45 aAa	0 cAa	0 cAa	33 abAa	35 abAa
2	1	20 aBa	1 bAa	0 bAa	0 bAa	1 bAa	2 bBa	0 bAa	1 bAa	12 abAa	1 bBa
	2	37 aABa	2 bAa	0 bAa	0 bAa	2 bAa	4 bBa	0 bAa	0 bAa	19 aAa	3 bBa
	3	66 aAa	2 cdAb	1 dAa	2 cdAa	6 cdAb	22 bcAa	1 dAa	0 dAa	30 bAa	10 cAb

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9 – Resultados da incidência de *Penicillium* spp., em porcentagem, determinados para os três lotes do cultivar 'IAC-2028', durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	1	1 aAa ²	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	1 aAa	0 aAa	0 aAa	1 aAa	0 aBa
	2	2 aAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	1 abAa	1 abAa	0 bAa	0 bAa	1 abAa	0 bBa
	3	52 aAa	0 bAa	1 abAa	1 abAa	2 abAa	17 aAa	1 abAa	0 bAa	13 aAa	13 aAa
2	1	6 aAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	2 abAa	0 bAa
	2	6 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	1 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	7 aAa	0 aAa
	3	40 aAa	0 bAa	1 abAa	2 abAa	0 bAa	5 abAa	0 bAa	0 bAa	15 aAa	2 abAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para estes fungos de armazenamento, provavelmente as condições ambientais no momento da colheita do lote 3, no campo, eram mais propícias para o desenvolvimento destes patógenos. Comparando os lotes entre as duas épocas, observa-se para a testemunha considerável aumento após seis meses de armazenamento, enquanto os tratamentos fungicidas conseguiram controlar ou reduzir a incidência desses fungos de armazenamento, confirmando os resultados obtidos por Fanan et al. (2009b). Estes autores avaliaram diferentes tipos e épocas de colheita de sementes de mamona (parcelada ou única, em função dos diferentes racemos), quando armazenadas por doze meses e verificaram aumento significativo dos fungos de armazenamento (*Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.) a partir dos seis meses de armazenagem, principalmente para o gênero *Penicillium*, que coincidiu com o início da redução na porcentagem de germinação das sementes. Esse aumento da incidência desses fungos pode ser explicado pela afirmação de Dhingra (1985) de que a temperatura ótima para o crescimento da maioria dos fungos de armazenamento está situada entre 28°C a 35°C, o que favorece a infecção das sementes armazenadas e o desenvolvimento, com umidade relativa do ar de aproximadamente 70%; esse valor foi muito próximo à umidade relativa do ar média na sala em que as amostras de sementes deste experimento permaneceram durante o período de armazenamento, que foi de 62%.

Os resultados do teste de germinação são apresentados na Tabela 10. Nas duas épocas, com exceção do tratamento Maxim XL na primeira época e do Fegatex para o lote 3 na segunda época, observou-se porcentagem de germinação acima de 80% para os três lotes, não tendo sido observadas nem diferenças entre lotes, nem entre épocas. O fungicida Maxim XL, na primeira época, apresentou as menores médias, mas na segunda época, houve aumento na porcentagem de sementes germinadas, não diferindo dos demais tratamentos. Com o armazenamento, verificou-se que a germinação dos três lotes manteve-se praticamente inalterada. Comparando com a testemunha, todos os tratamentos fungicidas mantiveram a germinação. Para os três lotes deste cultivar, nas duas épocas, verificou-se para a maioria dos tratamentos germinação acima do padrão mínimo necessário para comercialização de sementes de mamona certificadas, que é de 85% (BRASIL, 2005).

Apesar do gênero *Fusarium* (e de outros patógenos) terem sido encontrados em alta porcentagem nas sementes, nas duas épocas, não houve prejuízo para a germinação dos tratamentos testemunha, Fegatex e Trichodermil, como pode ser constatado nos resultados do teste de germinação (Tabela 10). Este resultado corrobora com o trabalho de Fanan et al. (2009a), que analisou o efeito de diferentes épocas de colheita e racemos de mamona do mesmo cultivar, e verificou que as sementes dos lotes avaliados apresentaram alta porcentagem de germinação, não sendo influenciados negativamente pela presença de patógenos de sementes.

No teste de primeira contagem de germinação (Tabela 11), observou-se que as sementes não tratadas apresentaram boa porcentagem de sementes germinadas aos sete dias, apenas na primeira época, com visível diminuição na segunda época, embora apenas em valores absolutos. Com relação aos tratamentos fungicidas, na primeira época, Maxim XL e Vitavax-Thiram+Terraclor (nos lotes 1 e 2), Derosal Plus (lote 2) apresentaram as menores médias e, embora não tenham diferido da testemunha, os tratamentos Vitavax-Thiram e Maxim XL (no lote 3) e Vitavax-Thiram+Terraclor (no lote 3 na primeira época e no lote 1 na segunda época) também apresentaram médias menores. Na segunda época, apesar de não ter havido diferenças entre os tratamentos para os lotes 2 e 3, observou-se que alguns tratamentos resultaram em maior porcentagem de sementes germinadas no teste de primeira contagem de germinação, como o verificado no tratamento Maxim XL (para os três lotes), contrariando os resultados obtidos na primeira época e concordando com os resultados do teste de germinação para este tratamento (Tabela 10).

Os ingredientes ativos do tratamento Maxim XL podem ter causado efeito fitotóxico na primeira época, ou seja, logo após o tratamento das sementes. No entanto, este efeito não foi observado após seis meses de armazenamento, indicando que o efeito deletéreo deste fungicida ocorreu somente no início (Tabelas 10 e 11). Por outro lado, os baixos resultados de Vitavax-Thiram+Terraclor no teste de primeira contagem de germinação (Tabela 11) não influenciaram os resultados do teste de germinação nas duas épocas, assim como a emergência de plântulas em campo (Tabela 13).

Tabela 10 – Resultados de germinação, em porcentagem, determinados para os três lotes do cultivar ‘IAC-2028’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	1	96 aAa ²	90 aAa	94 aAa	90 aAa	76 bAb	96 aAa	96 aAa	89 aAa	94 aAa	95 aAa
	2	89 abAa	89 abAa	81 abAa	82 abAa	75 bAb	91 aAa	91 aAa	87 abAa	84 abAa	94 aAa
	3	87 abAa	90 aAa	94 aAa	86 abAa	75 bAb	90 aAa	93 aAa	85 abAa	87 abAa	93 aAa
2	1	86 aAa	95 aAa	97 aAa	89 aAa	95 aAa	98 aAa	93 aAa	90 aAa	88 aAa	90 aAa
	2	85 aAa	87 aAa	94 aAa	86 aAa	94 aAa	91 aAa	90 aAa	83 aAa	85 aAa	93 aAa
	3	88 abAa	97 aAa	95 aAa	88 abAa	94 aAa	99 aAa	93 abAa	92 abAa	79 bAa	93 abAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11 – Resultados de primeira contagem de germinação, em porcentagem, determinados para os três lotes do cultivar ‘IAC-2028’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	1	88 aAa ²	84 abAa	78 abAa	68 abAa	59 bAa	74 abAa	82 abAa	59 bAa	73 abAa	86 aAa
	2	78 aAa	76 aAa	38 bBa	57 abAa	48 bAa	74 abAa	76 aAa	46 bAa	65 abAa	70 abAa
	3	76 abAa	82 aAa	76 abAa	37 bAa	54 bAa	65 abAa	78 abAa	49 bAa	70 abAa	70 abAa
2	1	57 abAa	63 abAa	60 abAa	53 abAa	77 aAa	65 abAa	71 abAa	44 bAa	67 abAa	56 abAb
	2	67 aAa	59 aAa	66 aAa	55 aAa	73 aAa	67 aAa	69 aAa	57 aAa	54 aAa	44 aAa
	3	59 aAa	73 aAa	78 aAa	58 aAa	74 aAa	76 aAa	73 aAa	57 aAa	58 aAa	59 aAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na primeira contagem de germinação (Tabela 11) também não houve diferença entre lotes e nem entre épocas, embora tenha sido observada redução na porcentagem média de sementes germinadas na primeira contagem do teste, na segunda época, na maioria dos tratamentos, com exceção do tratamento Maxim XL, que mesmo após o armazenamento apresentou aumento considerável, e do tratamento Vitavax-Thiram+Terraclor que se manteve estável, inclusive com pequeno aumento. As sementes tratadas com o fungicida Maxim XL apresentaram o mesmo comportamento observado no teste de germinação, nas duas épocas; por outro lado, a baixa porcentagem de germinação na primeira contagem no tratamento Vitavax-Thiram+Terraclor não influenciou negativamente a germinação final (Tabela 10).

No teste de envelhecimento acelerado (Tabela 12), na primeira época, desempenho inferior em relação às sementes não tratadas foi observado para os tratamentos Vitavax-Thiram (em todos os lotes), Maxim XL (lotes 2 e 3), e para Vitavax-Thiram+Terraclor, Fegatex e Trichodermil (apenas para o lote 3); na segunda época, as menores médias foram observados para os tratamentos Vitavax-Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor (lote 1) e Fegatex (no lote 3). Novamente não houve diferença entre lotes nem entre épocas.

Na Tabela 13 são apresentados os resultados da emergência de plântulas em campo. Na primeira época, observa-se que a testemunha não diferiu dos demais tratamentos nos lotes 1 e 2, mas o tratamento Trichodermil diferiu da testemunha no lote 3 e apresentou as menores médias nos três lotes. Na segunda época, a testemunha não diferiu dos demais tratamentos para o lote 1, enquanto para os lotes 2 e 3, a testemunha apresentou pior desempenho e não diferiu apenas dos tratamentos Fegatex e Trichodermil, que apresentaram as menores médias para os três lotes. Apesar de não diferir estatisticamente, para o lote 1 o destaque no aumento da porcentagem de emergência de plântulas foi para os tratamentos Captan+Derosal (nas duas épocas), Derosal Plus, Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor (na primeira época), além de Captan e Maxim XL (na segunda época). Não houve diferença entre lotes dentro de épocas e nem entre épocas, apesar da emergência de plântulas em campo, nos tratamentos testemunha, Fegatex e Trichodermil ter sido reduzida (em valores absolutos) após seis meses de armazenamento, principalmente nas sementes

Tabela 12 – Resultados de envelhecimento acelerado, em porcentagem, determinados para os três lotes do cultivar ‘IAC-2028’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	1	89 aAa ²	87 aAa	89 aAa	62 bAa	72 abAa	78 abAa	81 abAa	71 abAa	78 abAa	82 abAa
	2	83 aAa	82 abAa	75 abAa	44 bAa	56 bAa	78 abAa	83 aAa	68 abAa	59 abAa	74 abAa
	3	81 abAa	94 aAa	84 abAa	57 bAa	62 bAa	81 abAa	90 abAa	51 bAa	74 bAa	72 bAa
2	1	84 aAa	84 aAa	88 aAa	63 bAa	81 abAa	81 abAa	73 abAa	51 bAa	70 abAa	84 aAa
	2	70 aAa	78 aAa	78 aAa	67 aAa	61 aAa	63 aAa	69 aAa	58 aAa	63 aAa	70 aAa
	3	79 abAa	88 aAa	86 aAa	77 abAa	74 abAa	80 abAa	74 abAa	74 abAa	62 bAa	79 abAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13 – Resultados de emergência de plântulas em campo, em porcentagem, determinados para os três lotes do cultivar ‘IAC-2028’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	1	88 abAa ²	89 abAa	92 aAa	91 abAa	88 abAa	97 aAa	95 aAa	93 aAa	83 abAa	70 bAa
	2	80 abAa	88 aAa	85 aAa	86 aAa	89 aAa	90 aAa	92 aAa	85 aAa	86 aAa	58 bAa
	3	80 aAa	93 aAa	90 aAa	93 aAa	90 aAa	94 aAa	90 aAa	85 aAa	76 abAa	64 bAa
2	1	75 abAa	91 aAa	87 abAa	86 abAa	93 aAa	87 abAa	92 aAa	90 abAa	69 bAa	70 bAa
	2	66 bAa	93 aAa	84 abAa	86 abAa	85 abAa	83 abAa	81 abAa	85 abAa	67 bAa	54 bAa
	3	59 bAa	90 aAa	87 aAa	85 aAa	86 aAa	89 aAa	89 aAa	80 abAa	60 bAa	49 bAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

não tratadas, ressaltando o efeito benéfico da utilização dos fungicidas quando as sementes são armazenadas e passam pelo processo de deterioração, com conseqüente diminuição do vigor. Os resultados obtidos nos testes de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado, realizados em laboratório, podem ter tido influência do efeito do substrato utilizado (papel de filtro), pois alguns tratamentos fungicidas provocaram redução no potencial fisiológico quando comparados com as sementes não tratadas, porém esse efeito fitotóxico não foi observado no teste de emergência de plântulas em campo, para todos os tratamentos fungicidas, excetuando-se os tratamentos Fegatex e Trichodermil, que não conseguiram proteger as sementes durante a fase de emergência de plântulas em campo, principalmente na segunda época. Essa toxicidade pode ser explicada, segundo Silva (1989) pelo fato das doses de fungicidas recomendadas para o tratamento de sementes serem provenientes de resultados de testes realizados em campo, em que, em condições naturais de ambiente (solo, água, temperatura), uma parte dos ingredientes ativos dos fungicidas são absorvidos pelas sementes, adsorvidos pelas partículas de solo ou lixiviados, o que não ocorre quando os testes são realizados em laboratório. No substrato papel, os fungicidas ficam mais concentrados ao redor das sementes e, dependendo dos ingredientes ativos e da dosagem, pode haver efeito fitotóxico que se reflete nos testes realizados em laboratório.

Os resultados dos índices de vigor, crescimento e uniformidade (Tabela 14), indicam que houve grande variação nos resultados da avaliação computadorizada de plântulas sob influência dos tratamentos fungicidas.

Com relação ao índice de vigor, na primeira época, em todos os lotes observou-se que, comparando-se os tratamentos, a maioria dos fungicidas não diferiu da testemunha. Após seis meses de armazenamento, o tratamento Captan+Derosal foi o que proporcionou as maiores médias, diferindo da testemunha, nos lotes 1, 2 e 3, que apresentou as menores médias, juntamente com os tratamentos Captan (lotes 1 e 2), Derosal Plus (lote 2), Vitavax-Thiram (lotes 2 e 3) e para Thiram, Fegatex e Trichodermil (lote 2). Este resultado pode ser explicado pelo fato das sementes, assim que foram tratadas com os respectivos fungicidas, terem apresentado certo grau de fitotoxicidade, que também foi verificado nos testes de primeira contagem de germinação, na primeira

época. Com relação ao tratamento Captan+Derosal, passado o efeito fitotóxico, a combinação destes fungicidas controlou fungos em sementes um pouco mais deterioradas, o que refletiu em melhor índice de vigor. Por isso, os resultados do índice de vigor (Tabela 14) mostram na primeira época, que a maioria dos tratamentos fungicidas foi igual ou inferior às sementes não tratadas, ou seja, o bom potencial fisiológico dos três lotes podem ter sido influenciados pelos produtos fungicidas.

Com relação ao índice de crescimento (Tabela 14), na primeira época, novamente a maioria dos tratamentos fungicidas não diferiram da testemunha; Trichodermil (nos lotes 2 e 3), Derosal Plus e Maxim XL (no lote 3) apresentaram índice de crescimento inferior à testemunha. Na segunda época, de maneira semelhante como ocorreu no índice de vigor, o tratamento Captan+Derosal apresentou as maiores médias nos três lotes, diferindo dos tratamentos testemunha e também dos tratamentos Captan (lotes 1 e 2), Derosal Plus, Thiram, Vitavax-Thiram+Terraclor, Fegatex e Trichodermil (lote 2) e Vitavax-Thiram (lotes 2 e 3).

O índice de uniformidade (Tabela 14) mostra que, na primeira época, a testemunha (nos lotes 2 e 3) apresentou as maiores médias em relação às sementes tratadas com fungicidas, assim como o tratamento Captan+Derosal (lote 1), diferindo do tratamento Vitavax-Thiram+Terraclor (nos três lotes), Derosal Plus (lote 1) e Maxim XL e Thiram (lote 3). Na segunda época, não houve diferença entre os tratamentos para os lotes 2 e 3; no lote 1, as sementes não tratadas e Vitavax-Thiram+Terraclor apresentaram as menores médias, diferindo somente de Derosal Plus e Thiram.

Tabela 14 – Resultados da avaliação do vigor por meio da análise computadorizada: valores médios do índice de vigor (IV), índice de crescimento (IC) e índice de uniformidade (IU) para as sementes de mamona, do cultivar 'IAC-2028', em duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Trat.	Lote 1			Lote 2			Lote 3		
		IV	IC	IU	IV	IC	IU	IV	IC	IU
1	Test ¹	813 ABa ²	827 ABa	784 ABab	756 ABa	746 ABa	782 Aa	864 Aa	908 Aa	762 Aa
	Capt	678 Ba	653 Ba	737 ABab	571 Bab	510 Bab	714 ABab	704 ABab	693 ABab	734 ABab
	Derp	565 Bb	540 Ba	627 Bb	549 Bab	501 Bab	662 ABab	520 Bb	478 Bb	621 ABab
	VT	652 Ba	658 Ba	638 ABab	608 Bab	589 Bab	654 ABab	802 ABab	835 ABa	726 ABab
	Maxi	720 ABa	738 ABa	679 ABab	577 Bab	546 Bab	651 ABab	492 Bb	472 Bb	540 Bb
	Thir	673 Ba	634 Ba	765 ABab	602 Bab	540 Bab	748 ABab	616 ABab	605 ABab	542 Bb
	Ca+Der	834 Aa	847 ABa	807 Aa	539 Bab	498 Bab	635 ABab	714 ABab	700 Bab	748 ABab
	VT+Ter	767 ABa	838 ABa	603 Bb	611 Bab	652 ABab	517 Bb	773 ABab	855 ABa	583 Bb
	Fega	800 ABa	829 ABa	733 ABab	616 Bab	616 Bab	618 ABab	720 ABab	739 ABab	679 ABab
2	Trich	569 Bb	539 Ba	643 ABab	433 Bb	370 Bb	581 ABab	550 Bb	479 Bb	718 ABab
	Test	598 Bc	602 Bb	589 Bb	548 Bb	480 Bb	707 ABa	569 Bb	527 Bb	668 ABa
	Capt	572 Bc	542 Bb	645 ABab	525 Bb	455 Bb	689 ABa	606 Bab	583 ABab	661 ABa
	Derp	821 ABb	828 ABab	805 Aa	596 Bb	577 Bb	640 ABa	781 ABab	798 ABab	745 ABa
	VT	718 ABb	745 ABab	657 ABab	619 Bb	579 Bb	715 ABa	546 Bb	521 Bb	606 ABa
	Maxi	830 Aab	876 ABab	724 ABab	771 ABab	771 ABab	770 Aa	722 ABab	713 ABab	743 ABa
	Thir	771 ABb	767 ABab	781 ABa	616 Bb	554 Bb	761 Aa	745 ABab	738 ABab	764 Aa
	Ca+Der	922 Aa	1000 Aa	741 ABab	881 Aa	923 Aa	784 Aa	859 ABa	899 Aa	765 Aa
	VT+Ter	706 ABb	768 ABab	565 Bb	689 ABab	694 ABb	678 ABa	756 ABab	802 ABab	650 ABa
	Fega	830 Aab	891 ABab	689 ABab	548 Bb	466 Bb	740 ABa	755 ABab	753 ABab	761 Aa
	Trich	827 ABb	883 ABab	696 ABab	628 Bb	617 Bb	656 ABa	709 ABab	745 ABab	625 ABa
CV (%)		12,58	16,58	9,34	13,71	19,65	12,88	14,12	18,60	9,62

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna nas duas épocas, minúscula na coluna na mesma época, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados desses índices refletem o comprimento (crescimento) e a uniformidade das plântulas de mamona aos 5 dias após a instalação do teste. Houve grande variação nesses parâmetros, que influenciaram diretamente nos índices avaliados. Do mesmo modo como no trabalho de Fanan et al. (2009a), avaliando o potencial fisiológico de plântulas de mamona do cv. 'IAC-2028', trimestralmente, ao longo de 12 meses de armazenamento, o comprimento médio das plântulas variou, apresentando redução ou aumento do comprimento médio. Neste caso, os autores avaliaram as plântulas aos dez dias, utilizando a metodologia convencional (régua) de avaliação do vigor por meio do crescimento de plântulas. Essa variação foi argumentada pelo fato de que sementes de mamona possuem dormência residual (LAGO et al., 1979), acarretando em germinação e crescimento inicial desuniforme e lento (CARVALHO, 2005). Apesar da análise computadorizada de plântulas ter sido desenvolvida para avaliar os índices de vigor de plântulas de alface com três dias, em plântulas de mamona foi realizada aos cinco dias, pois anteriormente a esse período, as sementes apresentavam apenas protrusão da raiz primária, impossibilitando uma avaliação mais acurada. Associado a essa característica intrínseca da espécie, os diferentes tratamentos fungicidas influenciaram diretamente os resultados obtidos, explicando porque houve grande variação nos índices de vigor, crescimento e uniformidade.

Dependendo dos testes de vigor utilizados, as informações obtidas podem ser distintas entre si (GRABE, 1976; MARCOS FILHO et al., 1987) e, em consequência, as comparações entre lotes ou tratamentos ficam prejudicadas na medida em que os desempenhos relativos variam de acordo com os parâmetros avaliados.

Os resultados da Tabela 15 indicam que a taxa de coincidência entre os testes de vigor em laboratório e o de emergência de plântulas em campo foi positiva e variou entre 10 a 60%, sendo acima de 40% e frequente para os três índices de vigor, no lote 1 (na primeira época) e lote 2 (na segunda época) e para o índice de crescimento no lote 3 (na primeira época). Nos testes de primeira contagem de germinação e de envelhecimento acelerado, a taxa de coincidência foi maior na segunda época. De acordo com os resultados obtidos para o cv. 'IAC-2028', verifica-se que a análise computadorizada de imagens (SVIS[®]) relacionou-se positivamente com a emergência

de plântulas em campo, e portanto, pode ser mais uma opção na avaliação do vigor de sementes de mamona deste cultivar.

Tabela 15 – Taxa de coincidência dos testes de vigor em laboratório relacionados com a emergência em campo, para sementes de mamona do cv. 'IAC-2028', submetidas a tratamentos fungicidas (adaptado de MARTINS; SILVA, 2005)

EC ¹	PCG	EA	IV	IC	IU
	-----%-----				
Lote 1 - Ep1 ²	30	30	40	50	60
Lote 1 - Ep2	40	20	20	50	10
Lote 2 - Ep1	10	10	10	10	10
Lote 2 - Ep2	60	60	50	40	60
Lote 3 - Ep1	20	20	30	50	20
Lote 3 - Ep2	10	40	30	30	10

¹EC = emergência de plântulas em campo; PCG = primeira contagem de germinação; EA = envelhecimento acelerado; IV = índice de vigor; IC = índice de crescimento; IU = índice de uniformidade;

²Ep1 = primeira época; Ep2 = segunda época

Os resultados da avaliação do teste de raios X estão apresentados nas Tabelas 16 a 21, para cada lote e época. De acordo com Simak (1991), o grau de umidade das sementes influencia a densidade ótica, ou seja, quanto menor o grau de umidade das sementes, maior a densidade ótica, o que possibilita maior diferenciação das estruturas internas das sementes visualizadas nas radiografias. Nas duas épocas avaliadas, os lotes de sementes de mamona do cultivar 'IAC-2028' apresentavam-se com teor de água entre 5,5% e 7,4%.

Tabela 16 – Porcentagem de sementes de mamona do Lote 1 (cv. 'IAC-2028'), na primeira época, avaliadas por meio do teste de raios X, classificadas de acordo com a morfologia interna e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) no teste de germinação

Tratamento	Categoria	Classificação						
		CO ²	CM	PCO	PCT	PCDE	PCM	SV
Test ¹	PN	70	1	21	-	-	2	-
	PA	4	-	1	-	-	-	-
	SM	1	-	-	-	-	-	-
Capt	PN	75	6	15	-	-	-	-
	PA	2	-	-	-	-	-	-
	SM	0	1	1	-	-	-	-
Derp	PN	68	3	27	-	-	-	-
	PA	-	-	2	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
VT	PN	74	2	17	-	-	3	-
	PA	3	-	-	-	1	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Maxi	PN	66	5	23	-	-	4	-
	PA	2	-	-	-	1	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Thir	PN	70	7	20	-	-	2	-
	PA	-	-	2	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Ca+Der	PN	63	4	29	-	-	-	-
	PA	2	-	2	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
VT+Ter	PN	67	3	24	-	-	-	-
	PA	10	-	-	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Fega	PN	67	6	19	-	-	-	-
	PA	6	2	-	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Trich	PN	74	-	20	-	-	-	-
	PA	3	-	-	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²CO=cheia e opaca; CM=cheia e manchada; PCO=parcialmente cheia e opaca; PCT=parcialmente cheia e translúcida; PCDE=parcialmente cheia com embrião deformado; PCM=parcialmente cheia e manchada; SV=semente vazia.

Tabela 17 – Porcentagem de sementes de mamona do Lote 1 (cv. 'IAC-2028'), na segunda época, avaliadas por meio do teste de raios X, classificadas de acordo com a morfologia interna e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) no teste de germinação

Tratamento	Categoria	Classificação						
		CO ²	CM	PCO	PCT	PCDE	PCM	SV
Test ¹	PN	62	2	24	-	-	2	-
	PA	1	-	-	1	1	-	-
	SM	1	-	3	-	1	2	-
Capt	PN	71	3	17	-	-	-	-
	PA	-	-	1	-	-	1	-
	SM	1	-	4	-	-	2	-
Derp	PN	62	5	23	-	-	1	-
	PA	4	-	1	-	-	-	-
	SM	2	-	1	1	-	-	-
VT	PN	67	-	16	-	-	3	-
	PA	4	-	-	-	-	-	-
	SM	6	2	-	-	-	2	-
Maxi	PN	66	1	14	-	-	1	-
	PA	1	-	1	-	-	1	-
	SM	5	-	3	-	-	7	-
Thir	PN	68	4	19	-	-	2	-
	PA	1	-	-	-	-	-	-
	SM	1	1	1	-	2	1	-
Ca+Der	PN	55	3	25	-	-	2	-
	PA	4	-	3	-	-	1	-
	SM	2	1	2	-	1	1	-
VT+Ter	PN	60	4	20	-	-	-	-
	PA	5	-	-	-	-	1	-
	SM	6	2	-	-	1	1	-
Fega	PN	64	1	23	-	-	1	-
	PA	4	-	-	-	-	-	-
	SM	-	-	2	-	-	5	-
Trich	PN	55	6	14	-	-	3	-
	PA	5	2	8	-	-	-	-
	SM	4	-	-	-	-	2	-

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²CO=cheia e opaca; CM=cheia e manchada; PCO=parcialmente cheia e opaca; PCT=parcialmente cheia e translúcida; PCDE=parcialmente cheia com embrião deformado; PCM=parcialmente cheia e manchada; SV= semente vazia.

Tabela 18 – Porcentagem de sementes de mamona do Lote 2 (cv. 'IAC-2028'), na primeira época, avaliadas por meio do teste de raios X, classificadas de acordo com a morfologia interna e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) no teste de germinação

Tratamento	Categoria	Classificação						
		CO ²	CM	PCO	PCT	PCDE	PCM	SV
Test ¹	PN	58	4	25	-	-	3	-
	PA	5	-	3	-	-	-	-
	SM	-	-	1	-	1	-	-
Capt	PN	66	6	17	-	-	1	-
	PA	7	-	3	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Derp	PN	52	2	21	-	-	-	-
	PA	10	-	2	-	1	-	-
	SM	2	-	-	-	-	-	-
VT	PN	53	1	23	-	-	1	-
	PA	17	-	3	-	-	1	-
	SM	-	-	1	-	-	-	-
Maxi	PN	61	-	28	-	-	3	-
	PA	6	-	2	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Thir	PN	65	3	22	-	-	2	-
	PA	6	-	2	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Ca+Der	PN	64	5	19	-	-	2	-
	PA	4	1	-	-	2	-	-
	SM	-	2	-	-	-	1	-
VT+Ter	PN	66	1	21	-	-	-	-
	PA	9	-	-	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	3	-
Fega	PN	70	4	25	-	-	-	-
	PA	5	-	5	-	-	1	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Trich	PN	66	2	17	-	-	1	-
	PA	7	-	3	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	1	3	-

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²CO = cheia e opaca; CM = cheia e manchada; PCO = parcialmente cheia e opaca; PCT = parcialmente cheia e translúcida; PCDE = parcialmente cheia com embrião deformado; PCM = parcialmente cheia e manchada; SV = semente vazia.

Tabela 19 – Porcentagem de sementes de mamona do Lote 2 (cv. 'IAC-2028'), na segunda época, avaliadas por meio do teste de raios X, classificadas de acordo com a morfologia interna e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) no teste de germinação

Tratamento	Categoria	Classificação						
		CO ²	CM	PCO	PCT	PCDE	PCM	SV
Test ¹	PN	62	1	19	-	-	3	-
	PA	2	-	6	-	-	2	-
	SM	2	1	1	-	1	-	-
Capt	PN	64	-	17	-	-	2	-
	PA	5	-	3	-	-	1	-
	SM	3	-	2	-	-	3	-
Derp	PN	68	3	19	-	-	-	-
	PA	4	-	2	-	-	-	-
	SM	2	-	1	-	-	1	-
VT	PN	63	2	20	-	-	2	-
	PA	4	-	-	-	-	-	-
	SM	4	-	2	-	1	2	-
Maxi	PN	67	-	10	-	-	-	-
	PA	7	-	3	-	-	1	-
	SM	2	-	7	-	-	3	-
Thir	PN	68	1	18	-	-	-	-
	PA	1	-	4	-	-	2	-
	SM	-	-	3	-	-	3	-
Ca+Der	PN	70	1	16	-	-	-	-
	PA	1	-	8	-	-	-	-
	SM	1	-	3	-	-	-	-
VT+Ter	PN	63	-	19	-	-	-	-
	PA	2	-	3	-	-	2	-
	SM	1	-	7	-	-	3	-
Fega	PN	57	-	22	-	-	-	-
	PA	6	-	7	-	-	1	-
	SM	2	-	2	-	-	3	-
Trich	PN	59	-	21	-	-	3	-
	PA	4	2	-	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	1	-

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²CO = cheia e opaca; CM = cheia e manchada; PCO = parcialmente cheia e opaca; PCT = parcialmente cheia e translúcida; PCDE = parcialmente cheia com embrião deformado; PCM = parcialmente cheia e manchada; SV = semente vazia.

Tabela 20 – Porcentagem de sementes de mamona do Lote 3 (cv. 'IAC-2028'), na primeira época, avaliadas por meio do teste de raios X, classificadas de acordo com a morfologia interna e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) no teste de germinação

Tratamento	Categoria	Classificação						
		CO ²	CM	PCO	PCT	PCDE	PCM	SV
Test ¹	PN	72	3	10	-	-	-	-
	PA	9	-	2	-	-	-	-
	SM	2	-	1	1	-	-	-
Capt	PN	75	1	19	-	-	1	-
	PA	-	-	-	-	-	2	-
	SM	-	-	-	-	-	2	-
Derp	PN	65	6	27	-	-	-	-
	PA	-	-	-	-	-	-	-
	SM	2	-	-	-	-	-	-
VT	PN	70	-	23	-	-	2	-
	PA	4	-	1	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Maxi	PN	76	2	16	-	-	-	-
	PA	5	-	-	-	-	-	-
	SM	-	1	-	-	-	-	-
Thir	PN	70	2	18	-	-	-	-
	PA	2	-	1	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Ca+Der	PN	75	-	20	-	-	-	-
	PA	3	-	-	-	1	1	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
VT+Ter	PN	68	5	17	-	-	-	-
	PA	4	-	-	-	-	1	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Fega	PN	70	3	19	-	-	-	-
	PA	12	2	-	-	-	2	-
	SM	2	-	-	-	-	-	-
Trich	PN	73	-	15	-	-	-	-
	PA	9	1	1	-	-	-	-
	SM	1	-	-	-	-	-	-

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²CO = cheia e opaca; CM = cheia e manchada; PCO = parcialmente cheia e opaca; PCT = parcialmente cheia e translúcida; PCDE = parcialmente cheia com embrião deformado; PCM = parcialmente cheia e manchada; SV = semente vazia.

Tabela 21 – Porcentagem de sementes de mamona do Lote 3 (cv. 'IAC-2028'), na segunda época, avaliadas por meio do teste de raios X, classificadas de acordo com a morfologia interna e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) no teste de germinação

tratamento	Categoria	Classificação						
		CO ²	CM	PCO	PCT	PCDE	PCM	SV
Test ¹	PN	68	2	17	-	-	-	-
	PA	4	-	-	-	1	1	-
	SM	3	-	3	-	-	1	-
Capt	PN	72	-	15	-	-	-	-
	PA	9	-	-	-	-	2	-
	SM	2	-	-	1	-	-	-
Derp	PN	69	3	24	-	-	-	-
	PA	2	-	-	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	2	-
VT	PN	66	-	14	-	-	-	-
	PA	4	-	1	-	-	-	-
	SM	6	-	2	-	-	7	-
Maxi	PN	68	-	9	-	-	-	-
	PA	2	-	4	-	-	3	-
	SM	2	-	4	-	-	8	-
Thir	PN	74	-	15	-	-	-	-
	PA	-	-	-	-	-	2	-
	SM	3	-	1	-	-	5	-
Ca+Der	PN	70	-	14	-	-	-	-
	PA	4	-	2	-	-	4	-
	SM	1	2	3	-	-	-	-
VT+Ter	PN	71	-	14	-	-	-	-
	PA	-	-	2	-	-	-	-
	SM	6	-	-	-	-	7	-
Fega	PN	71	-	8	-	-	-	-
	PA	-	-	-	-	1	1	-
	SM	11	-	2	-	-	6	-
Trich	PN	67	-	16	-	-	-	-
	PA	2	1	3	-	-	1	-
	SM	-	2	3	-	-	5	-

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²CO = cheia e opaca; CM = cheia e manchada; PCO = parcialmente cheia e opaca; PCT = parcialmente cheia e translúcida; PCDE = parcialmente cheia com embrião deformado; PCM = parcialmente cheia e manchada; SV = semente vazia.

Nos lotes de sementes utilizados nesta pesquisa não foram observadas sementes vazias e a ocorrência de sementes parcialmente cheias e translúcidas e parcialmente cheias com defeitos no embrião foram baixas. Observa-se que houve grande variação na porcentagem de sementes nas diferentes classificações e que resultaram nas categorias plântulas normais, anormais e sementes mortas. No entanto, de acordo com os resultados obtidos a partir da morfologia interna das sementes, para os três lotes de sementes do cv. 'IAC-2028', a maioria das sementes que resultaram em plântulas normais (Figura 1C) eram provenientes de sementes cuja avaliação no teste de raios X foram classificadas como cheia e opaca (Figura 1A) e parcialmente cheia e opaca (Figura 1B). Sementes classificadas como cheias e manchadas, com injúria no eixo embrionário (Figura 2A), em alguns casos, resultaram em sementes não germinadas (Figura 2B), e dependendo do local em que a injúria ocorreu, resultou em plântula anormal. Sementes classificadas como parcialmente cheias e manchadas (Figura 3A), parcialmente cheias e translúcidas (Figura 3B) e parcialmente cheias com defeitos no embrião (Figura 3C) frequentemente resultaram em sementes mortas (Figura 3D). No entanto, pode-se verificar nas tabelas que mesmo sementes classificadas como cheias e opacas também poderiam resultar em plântulas anormais ou em sementes não germinadas, quando possuíam trincas no tegumento, com danos no endosperma e no embrião, como pode ser visualizado na Figura 4A, cuja imagem radiográfica foi considerada cheia e opaca, mas resultou em uma semente morta (Figura 4B). Da mesma forma como no crescimento de plântulas avaliado pela análise computadorizada, o atraso no processo germinativo inicial não pode ser justificado pelo baixo potencial fisiológico das sementes, já que os três lotes apresentavam germinação acima de 80%, mas sim devido à desuniformidade e demora na germinação de sementes de mamona, dos tratamentos fungicidas aplicados (fitotoxicidade durante a embebição das sementes nos testes de laboratório), da presença de fungos decorrente da alta umidade relativa do ar e temperatura nas condições do teste de germinação, além de características intrínsecas desta cultura, principalmente com relação à formação dos racemos (inflorescências) e dos frutos, que, dependendo do cultivar e das condições edafoclimáticas, ocorre com intervalo entre 15 a 30 dias, que pode influenciar a qualidade das sementes.

Por outro lado, de acordo com as Tabelas 16 a 21, que mostram as porcentagens de sementes do cultivar 'IAC-2028' em cada classificação, é possível estimar o desempenho de plântulas e selecionar lotes de sementes de alta qualidade, concordando com os resultados de Carvalho et al. (2010), em que os resultados das imagens do teste de raios X evidenciam a eficiência da técnica, em que sementes cheias e opacas, consideradas perfeitas apresentaram vigor superior do que aquelas com dano morfológico interno.

Na segunda época, observou-se aumento do número de plântulas anormais resultantes de sementes parcialmente cheias e opacas, com defeito no embrião e manchadas e cheias e opacas. Esse comportamento ocorre devido à presença de sementes mortas, que não germinam por causas naturais e de sementes em estádios avançados de deterioração (SWAMINATHAN; KAMRA, 1961; VAN DER BURG et al., 1994), pois as condições ambientais não controladas em que as sementes permaneceram armazenadas, associada ao fato de sementes oleaginosas possuírem lipídeos em sua composição, ocasionam deterioração com maior velocidade. Dessa maneira, a classificação das sementes completamente cheias em morfolologicamente normais, pelo teste de raios X, pode ser questionável. Sementes que não apresentavam problemas na sua morfologia interna (raios X) apresentaram porcentagem de germinação inferior à maioria dos resultados dos testes fisiológicos, assim como descritos por et al. (2009b) estudando a viabilidade de sementes de pinhão manso (*Jatrophas curcas* L.). Estes autores verificaram ocorrência acentuada de sementes mortas e plântulas anormais, embora as imagens radiográficas das sementes fossem classificadas sem danos, tanto no embrião quanto no endosperma, atribuindo a alta incidência de patógenos nas sementes uma explicação para esta diferença. Sementes de mamona e de pinhão manso pertencem à mesma família botânica, Euphorbiaceae, e são semelhantes morfolologicamente.

Segundo Carvalho e Oliveira (2006), a técnica de radiografia não detecta todos os problemas de qualidade da semente, mas permite, na maioria dos casos, avaliar de forma rápida e não destrutiva, a morfologia interna, fornecendo informações atuais, úteis e essenciais para a pesquisa e controle de qualidade de sementes.

Figura 1 - Imagens radiográficas de sementes do cv. 'IAC-2028' classificadas como cheia e opaca - CO (A) e parcialmente cheia e opaca - PCO (B), resultando em uma plântula normal (C)

Figura 2 - Imagens radiográficas de sementes do cv. 'IAC-2028' classificada como cheia e manchada – CM (A), com dano próximo ao eixo embrionário, resultando em uma semente morta (B)

Figura 3 - Imagens radiográficas de sementes do cv. 'IAC-2028' classificada como parcialmente cheia e manchada – PCM (A), parcialmente cheia e translúcida - PCT (B) e parcialmente cheia com defeito no embrião - PCDE (C), resultando em uma semente morta (D)

Figura 4 - Imagens radiográficas de sementes do cv. 'IAC-2028' classificada como cheia e opaca – CO (A) com trincas no tegumento, com danos no endosperma e embrião, resultando em semente morta (B)

2.3.2 Cultivar ‘Guarani’

Os resultados do teor de água inicial das sementes (TAI) e após seis meses de armazenamento (TA-A) das sementes de mamona do cultivar ‘Guarani’ são apresentados na Tabela 22. Observa-se pequena variação no teor de água (entre 5,9 e 8,1%), que não se constituiu em um fator importante de perda de qualidade e interferência nos resultados obtidos nos testes que avaliaram o potencial fisiológico, pois os lotes com menor grau de umidade não diferiram muito dos lotes com maior grau de umidade, permanecendo dentro dos níveis considerados adequados para o armazenamento de sementes de espécies oleaginosas.

Tabela 22 – Teor de água inicial (TAI) e após seis meses de armazenamento (TA-A) de sementes de mamona dos lotes A e B, do cv. ‘Guarani’, submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Tratamentos	Lote A		Lote B	
	TAI	TA-A	TAI	TA-A
	----- % -----			
Testemunha	6,6	5,9	6,9	6,9
Captan	6,2	6,5	6,9	6,8
Derosal Plus	6,4	6,8	7,0	7,2
Vitavax-Thiram	6,7	6,8	7,4	7,6
Maxim XL	7,1	6,5	7,7	7,3
Thiram	6,7	6,3	6,9	7,1
Captan+Derosal	7,1	6,4	7,8	7,5
Vitavax-Thiram+Terraclor	8,0	6,9	8,1	7,5
Fegatex	6,4	7,2	7,0	7,0
Trichodermil	6,8	6,1	7,0	6,9

A incidência de *Fusarium* spp. do cv. ‘Guarani’ (Tabela 23) foi semelhante à do cv. ‘IAC-2028’ (Tabela 4). Para os dois lotes, nas duas épocas, os tratamentos Captan, Derosal Plus, Vitavax-Thiram, Maxim XL, Thiram, Captan+Derosal e Vitavax-

Thiram+Terraclor proporcionaram acentuada redução na incidência deste patógeno, destacando-se os tratamentos Derosal Plus, Vitavax-Thiram, Captan+Derosal e Vitavax-Thiram+Terraclor, nas duas épocas, além de Captan, Maxim XL e Thiram na segunda época, sendo que Vitavax-Thiram+Terraclor reduziu a incidência a zero na segunda época, mas não diferiu dos demais tratamentos mencionados, que apresentaram bons resultados; o lote B nos tratamentos Captan e Captan+Derosal, na segunda época reduziram a incidência a zero. No entanto, os tratamentos Fegatex e Trichodermil não diferiram da testemunha nos dois lotes nas duas épocas. Após seis meses de armazenamento, nas sementes não tratadas, houve redução da incidência deste patógeno nos dois lotes, que também ocorreu nos demais tratamentos fungicidas.

A incidência de *Cladosporium* spp. (Tabela 24) foi elevada na primeira época de avaliação e todos os tratamentos fungicidas proporcionaram redução, quando comparados com a testemunha, com exceção do tratamento Fegatex nas duas épocas (nos dois lotes) e do Trichodermil na segunda época (nos dois lotes). Nas duas épocas, os tratamentos Vitavax-Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor se destacaram por reduzir a incidência a zero nos dois lotes, assim como nos tratamentos Derosal Plus e Thiram na segunda época, no lote B. Comparando as épocas observou-se redução na segunda época da incidência nas sementes não tratadas e em todos os tratamentos fungicidas, com exceção daqueles que reduziram a incidência a zero logo na primeira época.

Na incidência de *Alternaria alternata* (Tabela 25), observa-se que os tratamentos Vitavax-Thiram, Maxim XL e Vitavax-Thiram+Terraclor reduziram a incidência a zero, nas duas épocas para os dois lotes; no entanto, os demais tratamentos não diferiram da testemunha na primeira época. Na segunda época, não houve diferença entre os tratamentos, embora todos os tratamentos fungicidas tenham reduzido a incidência a zero. Não houve diferença entre lotes nem entre épocas, e a incidência que já era baixa na primeira época reduziu a zero ou valores próximos de zero após o armazenamento.

Os resultados da incidência de *Alternaria ricini* (Tabela 26) mostram que somente o lote A diferiu na comparação entre os tratamentos. Na primeira época, os tratamentos fungicidas proporcionaram redução, excetuando-se o tratamento Trichodermil, com destaque para Derosal Plus e Vitavax-Thiram+Terraclor, que reduziram a incidência a zero. Na segunda época, no lote A, todos os fungicidas reduziram a incidência fúngica,

Tabela 23 – Resultados da incidência de *Fusarium* spp., em porcentagem, determinados para os dois lotes do cultivar ‘Guarani’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	A	91 aAa ²	44 bAa	15 cAa	16 cAa	37 bcAa	27 bcAa	15 cAa	8 cAa	73 abAa	73 abAa
	B	73 aAa	17 bcBa	7 cAa	6 cAa	31 bAa	11 cAa	5 cAa	6 cAa	42 abAa	57 abAa
2	A	48 aAb	8 bAb	3 bAb	2 bAb	1 bAb	4 bAb	2 bAb	0 bAb	24 aAb	45 aAa
	B	29 aAb	0 bAb	2 bAa	1 bAa	4 bAb	3 bAa	0 bAa	0 bAa	15 abAa	22 aAb

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 24 – Resultados da incidência de *Cladosporium* spp., em porcentagem, determinados para os dois lotes do cultivar ‘Guarani’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	A	61 aAa ²	21 bBa	22 bAa	0 dAa	6 cBa	19 bAa	21 bAa	0 dAa	39 abAa	28 bAa
	B	89 aAa	37 bcAa	31 cAa	3 dAa	24 cAa	22 cAa	19 cAa	0 dAa	54 bAa	26 cAa
2	A	10 bAb	2 cAb	2 cAb	0 cAa	1 cAb	1 cAb	0 cBb	0 cAa	25 aAa	12 abAb
	B	11 aAb	1 bAb	0 bAb	0 bAa	3 bAb	0 bAb	1 bAb	0 bAa	15 aAb	15 aAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 25 – Resultados da incidência de *Alternaria alternata*, em porcentagem, determinados para os dois lotes do cultivar ‘Guarani’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	A	4 aAa ²	1 abAa	1 abAa	0 bAa	0 bAa	1 abAa	1 abAa	0 bAa	2 abAa	1 abAa
	B	9 aAa	1 abAa	1 abAa	0 bAa	0 bAa	1 abAa	1 abAa	0 bAa	3 aAa	1 abAa
2	A	2 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa
	B	1 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 26 – Resultados da incidência de *Alternaria ricini*, em porcentagem, determinados para os dois lotes do cultivar ‘Guarani’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	A	27 aAa ²	7 bcAa	0 cAa	3 cAa	2 cAa	2 cAa	14 bAa	0 cAa	11 bcAa	24 aAa
	B	7 aBa	1 aAa	0 aAa	1 aAa	0 aAa	1 aAa	1 aBa	0 aAa	1 aBa	2 aBa
2	A	18 aAb	4 bAa	1 bAa	0 bAa	0 bAa	1 bAa	3 bAb	0 bAa	7 bAa	7 bAb
	B	2 aBa	1 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	0 aAa	1 aAa	0 aAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

quando comparados com a testemunha, com redução a zero para Vitavax-Thiram, Maxim XL e Vitavax-Thiram+Terraclor. Houve diferença entre lotes, observada nas sementes não tratadas (nas duas épocas) e nos tratamentos Captan+Derosal, Fegatex e Trichodermil (apenas na primeira época), em que o lote A apresentou maior incidência. Houve diferença após o armazenamento somente no lote A para os tratamentos testemunha e Trichodermil.

Os resultados da incidência de *Aspergillus* spp. (Tabela 27) mostram que os tratamentos Captan, Derosal Plus, Vitava-Thiram, Maxim XL, Captan+Derosal e Vitavax-Thiram+Terraclor, nas duas épocas foram os que proporcionaram redução na incidência, com destaque para os tratamentos Derosal Plus, Vitavax-Thiram, Captan+Derosal e Vitavax-Thiram+Terraclor (nas duas épocas e lotes), com redução a zero ou valores próximos a zero. Os tratamentos Fegatex e Trichodermil não diferiram da testemunha na primeira época, assim como o Thiram, na primeira época nos dois lotes. Com o armazenamento, apenas as sementes não tratadas tiveram aumento na incidência deste patógeno.

Em relação à incidência de *Penicillium* spp. (Tabela 28), verifica-se que os tratamentos fungicidas proporcionaram redução a zero nos tratamentos Captan, Derosal Plus, Maxim XL, Captan+Derosal e Vitavax-Thiram+Terraclor, nas duas épocas e nos dois lotes. Os fungicidas que não diferiram da testemunha foram Fegatex (na primeira época nos dois lotes e no lote A na segunda época) e Trichodermil (no lote A na primeira época). Não houve diferenças entre lotes nem entre épocas em todos os tratamentos.

No trabalho de Santos Neto (2008), os lotes de sementes de mamona do cv. 'AL Guarani' avaliados, apresentaram apenas incidência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., sendo a espécie *Aspergillus flavus* a de maior incidência nos lotes (média de 33,3%). Verificou-se que o tratamento das sementes com o fungicida Derosal Plus reduziu significativamente a incidência de *A. flavus*, concordando com este trabalho. Para o controle de *Penicillium* spp., os fungicidas Vitavax-Thiram, Maxim XL e Thiram reduziram significativamente a incidência do fungo nas sementes, resultado similar ao obtido neste trabalho (com exceção do Thiram na primeira época), embora outros fungicidas tenham propiciado redução da incidência do patógeno a zero. Possivelmente

Tabela 27 – Resultados da incidência de *Aspergillus* spp., em porcentagem, determinados para os dois lotes do cultivar ‘Guarani’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	A	18 aAa ²	1 bAa	1 bAa	0 bAa	2 bAa	12 aBa	0 bAa	0 bAa	9 abAa	13 aAa
	B	33 aAb	4 bAa	0 bAa	3 bAa	3 bAa	34 aAa	1 bAa	1 bAa	27 aAa	29 aAa
2	A	38 aAa	1 cAa	0 cAa	0 cAa	0 cAa	8 bcBa	0 cAa	1 cAa	18 abAa	9 bAa
	B	67 aAa	2 cAa	2 cAa	2 cAa	5 cAa	27 bAa	0 cAa	0 cAa	25 bcAa	15 bcAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 28 – Resultados da incidência de *Penicillium* spp., em porcentagem, determinados para os dois lotes do cultivar ‘Guarani’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	A	4 aAa ²	0 bAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	2 aAa	0 bAa	0 bAa	2 aAa	2 aAa
	B	7 aAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	2 abAa	0 bAa	0 bAa	1 abAa	0 bBa
2	A	19 aAa	0 bAa	0 bAa	1 bAa	0 bAa	1 bAa	0 bAa	0 bAa	4 abAa	1 bAa
	B	9 aAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	0 bAa	2 bAa	1 bAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

os lotes de sementes de mamona avaliados por Santos Neto (2008) estavam armazenados por um período de tempo superior à desta pesquisa (mais de um ano), e desse modo, não houve incidência de fungos de campo, pois estes perdem a viabilidade em condições de armazenamento. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza (2007), avaliando cinco lotes de sementes de mamona do cultivar 'AL Guarani'. O controle destes patógenos é importante, uma vez que é comum sua invasão nas sementes após a colheita, principalmente quando esta for retardada ou o início da secagem for moroso. Esses fatores podem resultar na redução de germinação das sementes e de emergência de plântulas no campo (GOULART, 2005; MARCOS FILHO, 2005).

A incidência de fungos considerados patogênicos em sementes de qualquer espécie é dependente das condições do campo de produção de sementes, incluindo vários fatores, principalmente das condições edafoclimáticas (tipo de solo, temperatura, umidade relativa do ar), da fonte e quantidade de inóculo, do manejo fitossanitário na cultura, histórico da área, entre outros, que podem variar de acordo com a região, ano de cultivo, cultivar utilizado (resistência a doenças), e desse modo, influenciar a qualidade de sementes de um lote, interferindo tanto no potencial fisiológico quanto no sanitário. Por essa razão, é imprescindível o controle de qualidade em todas as etapas da produção de sementes, que se inicia muito antes da semeadura.

O tratamento com o produto biológico *Trichoderma* precisa ser melhor elucidado, pois este fungo antagonico, de ocorrência natural em solos de região tropical, teve efeito menor do que o esperado, pois no teste de sanidade, a temperatura utilizada ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) é baixa em relação à observada em condições naturais, considerada ótima para o bom desenvolvimento deste microrganismo benéfico (acima de 25°C). Deste modo, a ação bioprotetora de *Trichoderma harzianum* não pôde ser avaliada de maneira eficiente, pois a baixa temperatura, associada à alta umidade relativa do ar dentro das placas de Petri favoreceu o crescimento e desenvolvimento dos fungos patogênicos e não a ação antagonista deste fungo bioprotetor, mesmo tendo sido observado o crescimento deste nas sementes de mamona submetidas a este tratamento. O conhecimento de mecanismos de ação deste fungicida é de fundamental importância para a correta aplicação, de modo a aumentar a vantagem competitiva no

ambiente e, assim, garantir o sucesso em casos em que a aplicação de defensivos químicos não é permitida, como por exemplo, em cultivos orgânicos.

Na avaliação de sanidade de sementes de soja, os tratamentos com fungicida químico Vitavax-Thiram, isolado ou em combinação com bioprotetor (*Trichoderma harzianum*), apresentaram os menores valores de incidência de fungos (BRAND et al., 2009). Segundo Luz (2003), uma vantagem da interação de um fungicida químico com um antagonista parece ser o controle inicial de patógenos pelo fungicida químico e a habilidade do bioprotetor de se desenvolver e persistir nas raízes, reduzindo uma futura infecção dos patógenos e atrasando o desenvolvimento de resistência destes ao fungicida, desde que exista compatibilidade entre o ingrediente ativo do produto químico e o microrganismo.

Os resultados obtidos com essa pesquisa são análogos aos de outros trabalhos utilizando tratamentos fungicidas em sementes de mamona. Bezerra et al. (2010) concluíram que o fungicida Captan na dose de $100 \text{ g} \cdot 100^{-1} \text{ kg}$ de sementes foi eficiente no controle de patógenos associados às sementes de mamona e observou efeito fitotóxico quando utilizou o ingrediente ativo fludioxonil (Maxim XL), do mesmo modo como observado nos resultados obtidos neste estudo. Tropaldi et al. (2010) avaliaram outros fungicidas e concluíram que Derosal e Vitavax-Thiram também foram eficientes no controle de fungos patogênicos em sementes de mamona, concordando com Ueno (2007), em que estes fungicidas, assim como Derosal Plus também proporcionaram aumento da taxa de emergência de plântulas, sem afetar o vigor das plântulas emergidas. O tratamento de sementes é importante porque existem muitos fungos associados às sementes, que podem ser disseminados, ou que estejam presentes no solo, afetando a germinação.

Os resultados do teste de germinação (Tabela 29) indicam que houve diferenças entre os tratamentos somente para o lote B na primeira época, em que o tratamento Captan foi inferior aos tratamentos Derosal Plus, Thiram, Captan+Derosal e Vitavax-Thiram+Terraclor. Houve diferença entre os lotes, nas duas épocas, no tratamento testemunha, em que o lote A obteve as maiores médias no teste de germinação. Não houve diferenças entre épocas, exceto para o lote B no tratamento Captan, que apresentou aumento com o armazenamento. O lote B apresentou baixa porcentagem

de germinação (66% nas sementes não tratadas), abaixo do padrão mínimo para comercialização de sementes certificadas de mamona, que é de 85% (BRASIL, 2005) e, embora os tratamentos com fungicidas possam ter aumentado a porcentagem de germinação, esta não passou de 75%, permanecendo ainda abaixo do padrão mínimo para comercialização de sementes desta espécie.

Na primeira contagem do teste de germinação (Tabela 30), observou-se que apenas o lote A, nas duas épocas, apresentou diferenças entre os tratamentos, apesar dos tratamentos fungicidas não diferirem da testemunha, com a obtenção de maiores médias quando utilizou-se Captan, Derosal Plus, Fegatex (na primeira época) e Captan+Derosal (nas duas épocas), que diferiram de Vitavax-Thiram e Trichodermil (nas duas épocas) e de Thiram e Fegatex (na segunda época). Houve diferenças entre lotes na maioria dos tratamentos, confirmando os resultados do teste de germinação, e entre épocas, apenas no tratamento Fegatex (lote A), ainda que tenha havido redução em valores absolutos para a maioria dos tratamentos.

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 31) mostram que os tratamentos fungicidas não diferiram da testemunha. Captan (no lote A na primeira época), Vitavax-Thiram (nos dois lotes na primeira época e no lote A na segunda época), Maxim XL (nos dois lotes na primeira época), Thiram (para o lote B na primeira época) e Vitavax-Thiram+Terraclor (lote A na primeira época e lote B na segunda época) foram os que apresentaram as menores médias, enquanto Derosal Plus (nas duas épocas e nos dois lotes), testemunha, Captan, Thiram e Trichodermil (na segunda época no lote A), apresentaram as maiores médias em valores absolutos. Mais uma vez o lote A apresentou maior vigor do que o lote B para a maioria dos tratamentos. Não houve diferenças entre épocas para um mesmo lote após o período de armazenamento.

Em campo (Tabela 32), observou-se que a maioria dos tratamentos fungicidas proporcionou boa porcentagem de emergência de plântulas, próximo ou acima do padrão mínimo para comercialização de sementes de mamona que é de 85% (BRASIL, 2005), com exceção do tratamento Trichodermil (nas duas épocas para os dois lotes) e do Fegatex (nos dois lotes na segunda época). Na segunda época esses dois tratamentos, juntamente com a testemunha, não diferiram entre si. A diferença entre os lotes foi mais evidente na primeira época, em que novamente o lote A apresentou maior

Tabela 29 – Resultados de germinação, em porcentagem, determinados para os dois lotes do cultivar ‘Guarani’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	A	87 aAa ²	81 aAa	93 aAa	87 aAa	90 aAa	93 aAa	91 aAa	90 aAa	86 aAa	86 aAa
	B	66 abBa	42 bBb	74 aBa	61 abBa	67 abAa	71 aBa	75 aAa	70 aBa	66 abBa	61 abBa
2	A	91 aAa	89 aAa	88 aAa	84 aAa	88 aAa	86 aAa	90 aAa	89 aAa	85 aAa	89 aAa
	B	66 aBa	73 aAa	71 aAa	57 aBa	65 aBa	68 aBa	61 aBa	67aBa	58 aBa	59 aBa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 30 – Resultados de primeira contagem de germinação, em porcentagem, determinados para os dois lotes do cultivar ‘Guarani’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	A	68 abAa ²	77 aAa	76 aAa	45 bAa	69 abAa	59 abAa	78 aAa	71 abAa	76 aAa	46 bAa
	B	31 aBa	27 aBa	35 aBa	24 aAa	30 aBa	32 aBa	37 aBa	26 aBa	32 aBa	19 aBa
2	A	67 abAa	63 abAa	68 abAa	53 bAa	64 abAa	49 bAa	79 aAa	59 abAa	45 bAb	40 bAa
	B	23 aBa	31 aBa	31 aBa	20 aBa	25 aBa	27 aAa	26 aAa	29 aBa	18 aBa	16 aBa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

vigor em relação ao lote B. Não houve diferenças após o armazenamento, mas é possível observar manutenção (lote A) ou redução (lote B) na porcentagem de plântulas emergidas após seis meses de armazenamento na maioria dos tratamentos.

Apesar de não ter sido significativa a diferença entre tratamentos para os lotes do cv. 'Guarani', é possível observar aumento na porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas em campo, quando as sementes foram tratadas com os fungicidas, evidenciando que sementes com vigor médio respondem melhor ao tratamento com fungicidas do que sementes com alto ou baixo vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). No entanto, ao contrário do verificado por Lago et al. (1979), nos cultivares 'Guarani', 'IAC-38' e 'Campinas', a boa germinação (acima de 80%) até os 21 meses após a colheita, em armazenamento em condições não controladas, foi argumentada pela dormência pós colheita em sementes de mamona, mas que não foi constatada nos lotes utilizados neste experimento, com baixa germinação e vigor após os tratamentos fungicidas (inicial) e acentuada redução da germinação após seis meses de armazenamento.

A Tabela 33 apresenta os resultados do vigor avaliado pelo SVIS[®]. Com relação ao índice de vigor, não houve diferença para o lote B na segunda época; nos outros lotes e épocas, não houve diferença dos tratamentos fungicidas em relação às sementes não tratadas. Os tratamentos Captan+Derosal (nas duas épocas, no lote A e na primeira época no lote B), Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor (nos dois lotes na primeira época) e Derosal Plus e Fegatex (no lote A na segunda época) se destacaram e diferiram de Maxim XL (no lote B, na primeira época) e Fegatex (no lote A, na primeira época) e de Captan, Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor (no lote A na segunda época), que apresentaram as menores médias. Observa-se para o lote A que os tratamentos Thiram e Fegatex (na primeira época), assim como Derosal Plus (nas duas épocas) e Captan+Derosal (na segunda época) apresentaram as maiores médias e diferiram de Trichodermil (na primeira época), Captan, Thiram e Vitavax-Thiram+Terraclor. Para o lote B, somente o tratamento Thiram (na primeira época) apresentou a maior média que diferiu de Maxim XL, Captan e das sementes não tratadas (ambos na segunda época). Com relação ao índice de crescimento (Tabela 33), também não houve diferença entre tratamentos para o lote B na segunda época; nos outros lotes e épocas,

Tabela 31 – Resultados de envelhecimento acelerado, em porcentagem, determinados para os dois lotes do cultivar ‘Guarani’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	A	69 abAa ²	60 bAa	86 aAa	59 bAa	62 bAa	67 abAa	81abAa	58 bAa	68 abAa	77 abAa
	B	28 abBa	25 abBa	50 aBa	20 bBa	23 bBa	24 bBa	46 abBa	35 abBa	41 abBa	41 abBa
2	A	72 aAa	80 aAa	68 aAa	43 bAa	69 aAa	76 aAa	63 abAa	54 abAa	58 abAa	72 aAa
	B	38 abBa	37 abBa	47 aAa	28 abAa	25 abBa	29 abBa	33 abBa	20 bBa	30 abBa	38 abBa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 32 – Resultados de emergência de plântulas em campo, em porcentagem, determinados para os dois lotes do cultivar ‘Guarani’, durante duas épocas de avaliação, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Lotes	Tratamentos									
		Test ¹	Capt	Derp	VT	Maxi	Thir	Ca+Der	VT+Ter	Fega	Trich
1	A	82 abAa ²	89 abAa	82 abAa	93 aAa	86 abAa	90 abAa	93 aAa	84 abAa	84 abAa	72 bAa
	B	57 abBa	75 aAa	68 abAa	57 abBa	66 abBa	63 abBa	65 abBa	65 abBa	59 abBa	48 bAa
2	A	70 bAa	88 abAa	91 aAa	84 abAa	85 abAa	85 abAa	92 aAa	84 abAa	72 bAa	58 bAa
	B	47 bAa	60 abBa	67 abBa	63 abBa	74 aAa	72 abAa	65 abBa	57 abBa	39 bBa	32 bAa

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil. ²Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas, maiúscula nas colunas dentro de cada época e minúscula em itálico nas colunas, para um mesmo lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

não houve diferença dos tratamentos em relação às sementes não tratadas. Observa-se que as maiores médias foram obtidas com os tratamentos Derosal Plus (nas duas épocas para o lote A), Thiram (nos dois lotes na primeira época), Captan+Derosal, Vitavax-Thiram+Terraclor e Fegatex (os últimos três no lote A na segunda época) que diferiram de Trichodermil (no lote A na primeira época), de Captan, Thiram, e Vitavax-Thiram+Terracor (todos no lote A na segunda época), e de Maxim (no lote A na primeira época). As menores médias foram semelhantes aos do índice de vigor. Comparando as duas épocas, observa-se comportamento similar ao do índice de vigor. Isto se explica devido ao fato do índice de vigor ser função do índice de crescimento (70%) e do índice de uniformidade (30%), sendo essa similaridade mais pronunciada no lote B do cv. 'Guarani', por possuir baixo vigor, o que não ocorreu para os lotes do cv. 'IAC-2028'.

Os resultados do índice de uniformidade mostram que também não houve diferença entre tratamentos para o lote B na segunda época; nos outros lotes e épocas, não houve diferença dos tratamentos em relação às sementes não tratadas. As maiores médias foram observadas nos tratamentos Captan+Derosal (nos dois lotes na primeira época e no lote A na segunda época) e Thiram (no lote A na primeira época), que diferiram de Vitavax-Thiram (Lote A na primeira época), Trichodermil (lote A nas duas épocas), Maxim XL (lote B na primeira época) e Vitavax-Thiram+Terraclor (lote B na primeira época e lote A na segunda época). Os tratamentos Captan+Derosal (nas duas épocas no lote A e na primeira época no lote B) e Thiram (lote A na primeira época) foram os que apresentaram as maiores médias e diferiram de Vitavax-Thiram e Trichodermil (no lote A na primeira época) e de Vitavax-Thiram+Terraclor e Trichodermil (no lote A na segunda época), de Maxim XL e Vitavax-Thiram+Terraclor (no lote B na primeira época).

Tabela 33 – Resultados da avaliação do vigor por meio da análise computadorizada: valores médios do índice de vigor (IV), índice de crescimento (IC) e índice de uniformidade (IU), para as sementes de mamona, do cultivar ‘Guarani’, durante 2 épocas de avaliação, submetidas a diferentes tratamentos fungicidas

Época	Trat	Lote A			Lote B		
		IV	IC	IU	IV	IC	IU
1	Test	540 ABab	500 ABab	633 ABab	532 ABab	535 ABab	525 ABab
	Capt	563 ABab	490 ABab	734 ABab	575 ABa	581 ABab	563 ABab
	Derp	674 Aa	638 Aa	760 ABab	492 ABab	493 ABab	491 ABab
	VT	514 ABab	486 ABab	581 Bb	515 ABab	511 ABab	526 ABab
	Maxi	552 ABab	517 ABab	637 ABab	322 Bb	284 Bb	413 Bb
	Thir	688 Aa	647 Aa	785 Aa	587 Aa	611 Aa	532 ABab
	Ca+Der	660 ABa	607 ABa	784 Aa	543 ABa	519 ABab	601 Aa
	VT+Ter	623 ABa	617 ABa	640 ABab	559 ABa	612 Aa	437 Bb
	Fega	677 Aa	669 Aa	697 ABab	397 ABab	370 ABab	463 ABab
	Trich	407 Bb	360 Bb	518 Bb	373 ABab	309 ABab	522 ABab
2	Test	573 ABab	528 ABab	680 ABab	351 Ba	285 Ba	507 ABa
	Capt	453 Bb	358 Bb	678 ABab	360 Ba	299 Ba	505 ABa
	Derp	691 Aa	661 Aa	764 ABab	487 ABa	486 ABa	489 ABa
	VT	595 ABab	571 ABab	651 ABab	509 ABa	529 ABa	463 ABa
	Maxi	562 ABab	527 ABab	646 ABab	379 ABa	476 ABa	542 ABa
	Thir	476 Bb	369 Bb	728 ABab	379 ABa	323 ABa	508 ABa
	Ca+Der	670 Aa	622 ABab	784 Aa	485 ABa	494 ABa	465 ABa
	VT+Ter	443 Bb	387 Bb	573 Bb	498 ABa	500 ABa	494 ABa
	Fega	560 ABab	520 ABab	655 ABab	405 ABa	372 ABa	484 ABa
	Trich	516 ABab	485 ABab	591 Bb	517 ABa	543 ABa	458 ABa
CV (%)		12,46	17,22	10,82	17,57	25,92	12,01

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna nas duas épocas, minúscula na coluna na mesma época, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como houve uma variação muito grande com relação aos resultados dos testes de vigor sob efeito dos tratamentos fungicidas, realizou-se a taxa de coincidência, adaptada de Martins e Silva (2005), conforme relatado anteriormente para o cv. ‘IAC-2028’ e os resultados são apresentados na Tabela 34.

Os resultados da interpretação de dados de testes de vigor (Tabela 34) apresentam relação positiva e acima de 40% em relação à emergência de plântulas em campo, para os parâmetros primeira contagem de germinação, índices de vigor e de uniformidade, para os dois lotes nas duas épocas. Por meio dos resultados da taxa de coincidência, para o cultivar ‘Guarani’ verifica-se que o teste de primeira contagem de germinação e os índices de vigor, por meio da análise computadorizada de plântulas, se relacionam positivamente com a emergência de plântulas em campo, sendo portanto, mais uma opção de utilização na avaliação do vigor de sementes de mamona do cv. ‘Guarani’.

Tabela 34 – Taxa de coincidência de testes de vigor em laboratório relacionados com a emergência em campo, para sementes de mamona do cv. ‘IAC-2028’, submetidas a tratamentos fungicidas (adaptado de Martins e Silva, 2005)

EC ¹	PCG	EA	IV	IC	IU
	----- % -----				
Lote A - Ep1 ²	50	30	40	40	70
Lote A - Ep2	50	20	40	30	60
Lote B - Ep1	50	20	40	30	60
Lote B - Ep2	60	40	60	60	60

¹EC = emergência de plântulas em campo; PCG = primeira contagem de germinação; EA = envelhecimento acelerado; IV = índice de vigor; IC = índice de crescimento; IU = índice de uniformidade;

²Ep1 = primeira época; Ep2 = segunda época

Por se constituir em um método rápido e eficiente para a obtenção de resultados, a análise computadorizada foi validada por outros pesquisadores, em lotes de sementes de soja envelhecidas artificialmente (SEKHARAN, 2005), comparando o vigor de sementes de melão e de soja com os testes de vigor rotineiramente utilizados (MARCOS FILHO et al., 2006, 2009), assim como para sementes de milho doce sob efeito do condicionamento fisiológico (GOMES JUNIOR et al., 2009) e de fungicidas e inseticidas em sementes de amendoim (MARCHI, 2010).

Assim como observado nos resultados dos testes fisiológicos nos dois cultivares de mamona avaliados nesta pesquisa, determinados produtos fungicidas, em algumas situações podem ser negativos às sementes, causando redução na germinação e aparecimento de plântulas anormais (DHINGRA et al., 1980). Silva (1989) observou que sementes de milho tratadas com Thiabendazol apresentaram, no teste de germinação, redução no número de plântulas normais e elevação no número de plântulas anormais, embora a dosagem empregada estivesse dentro do intervalo recomendado. Segundo o mesmo autor, uma explicação seria devido ao fato da dosagem ser a recomendada para o tratamento de sementes, quando em condições naturais, ou seja, tendo o solo como substrato de germinação e então, a movimentação da água, colabora para reduzir a concentração do produto químico nas proximidades das sementes, que a princípio deve ocorrer em menor intensidade no substrato de papel. Tal afirmação está de acordo com os resultados obtidos por Cicero et al. (1990), que observaram efeito fitotóxico dos produtos Vitavax-Thiram e Vitavax-Thiram em sementes de milho quando o substrato para condução dos testes foi o papel, enquanto no teste de emergência de plântulas em campo, a fitotoxicidade não foi observada.

Em sementes de milho (MORAES et al., 2003), a qualidade fisiológica não foi afetada pela presença de *Fusarium moniliforme*, concordando com resultados obtidos por diversos autores (VON PINHO et al., 1995; PINTO, 2000), provavelmente porque as amostras utilizadas neste experimento apresentavam alto e médio vigor. Trabalhos realizados têm demonstrado que sementes com alto vigor repondem com menor intensidade ao tratamento químico em termos de aumento significativo da germinação, enquanto as de baixo vigor são praticamente insensíveis (TANAKA, 1988). No entanto, pode-se optar pelo tratamento quando essas sementes são portadoras de patógenos importantes, principalmente se destinadas ao plantio em áreas ainda isentas de doenças. Apenas as sementes de médio vigor respondem ao tratamento (MENTEN, 1991; VON PINHO et al., 1995; PINTO, 1996). Com relação ao vigor, uma observação importante que deve ser mencionada é o fato de algumas sementes dos três lotes do cv. 'IAC-2028' apresentarem protrusão da raiz primária, durante o teste de sanidade, mesmo em temperaturas consideradas baixas para a germinação de sementes de mamona. Os lotes deste cultivar apresentaram maior vigor em comparação com os

lotes do cv. 'Guarani' (nos lotes utilizados nesta pesquisa), comprovados com os resultados dos outros testes de vigor.

Os resultados da avaliação do teste de raios X do cv. 'Guarani' são apresentados nas Tabelas 35 a 38, para cada lote e época separadamente. De acordo com Simak (1991), o grau de umidade das sementes influencia a densidade ótica, ou seja, quanto menor o grau de umidade das sementes, maior a densidade ótica, o que possibilita maior diferenciação das estruturas internas das sementes visualizadas nas radiografias. Nas duas épocas avaliadas, os lotes de sementes de mamona do cultivar 'Guarani' apresentavam-se com teor de água entre 5,9% e 8,1%.

Assim como no cv. 'IAC-2028', nos lotes de sementes utilizados do cv. 'Guarani' também não foram observadas sementes vazias, e a ocorrência de sementes parcialmente cheias e translúcidas e parcialmente cheias com defeitos no embrião foram baixas. Observa-se que houve grande variação na porcentagem de sementes nas diferentes classificações e que resultaram nas categorias plântulas normais, anormais e sementes mortas. De acordo com os resultados obtidos a partir da morfologia interna das sementes, para os dois lotes de sementes do cv. 'Guarani', assim como no cv. 'IAC-2028', a maioria das sementes que resultaram em plântulas normais eram provenientes de sementes cuja avaliação no teste de raios X foram classificadas como cheias e opacas e parcialmente cheias e opacas (Figura 1). Sementes classificadas como cheias e manchadas, com dano próximo ao eixo embrionário (Figura 5A), resultaram em uma plântula anormal (Figura 5B). Imagens radiográficas de sementes classificadas como parcialmente cheias com defeitos no embrião (Figura 6A) e parcialmente cheias e translúcidas (Figura 6B), resultaram em sementes mortas (Figura 6C). Por outro lado, algumas sementes classificadas como parcialmente cheias e opacas (Figura 7A), também podem resultar em semente morta (Figura 7B). Um caso que ocorreu frequentemente nas sementes do cv. 'Guarani' foi a presença de plântulas anormais infectadas resultante de uma semente classificada como cheia e opaca ou parcialmente cheia e opaca (Figuras 8A e 8B). Marchi (2010) relacionou, por meio do critério de notas, imagens radiográficas de sementes de amendoim com manchas, que poderiam ser provenientes de tecidos deteriorados por

patógenos; no entanto, em sementes de mamona não foi possível estabelecer esta relação.

Assim como observado nas imagens radiográficas do cv. 'IAC-2028', os resultados do cv. 'Guarani' mostram que foi possível estimar o desempenho de lotes de sementes de alta qualidade, conforme esclarecido na discussão do cv. 'IAC-2028'. A relação do teste de raios X com o teste de germinação foi eficiente para detectar danos e anormalidades nas sementes de pimentão (DELL'AQUILA, 2007; GAGLIARDI, 2009), tomate (VAN DER BURG et al., 1994), milho (CÍCERO et al., 1998), cipreste italiano (BATTISTI et al., 2000), canafístula (OLIVEIRA et al., 2003) e aroeira-branca (MACHADO; CÍCERO, 2003).

Tabela 35 – Porcentagem de sementes de mamona do Lote A (cv. ‘Guarani’), na primeira época, avaliadas por meio do teste de raios X, classificadas de acordo com a morfologia interna e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) no teste de germinação

Tratamento	Categoria	Classificação						
		CO ²	CM	PCO	PCT	PCDE	PCM	SV
Test ¹	PN	62	5	21	-	-	-	-
	PA	2	2	-	-	-	2	-
	SM	4	-	2	-	-	-	-
Capt	PN	79	-	13	-	-	2	-
	PA	4	2	-	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Derp	PN	70	-	23	-	-	1	-
	PA	4	-	1	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
VT	PN	75	-	17	-	-	-	-
	PA	6	-	2	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Maxi	PN	70	2	22	-	-	4	-
	PA	2	-	-	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Thir	PN	71	-	25	-	-	-	-
	PA	4	-	-	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Ca+Der	PN	73	2	20	-	-	-	-
	PA	-	-	5	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
VT+Ter	PN	77	3	16	-	-	-	-
	PA	2	-	2	-	-	-	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Fega	PN	70	1	18	-	-	-	-
	PA	4	-	2	-	-	1	-
	SM	1	3	-	-	-	-	-
Trich	PN	66	-	15	-	-	-	-
	PA	15	-	3	-	-	1	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²CO = cheia e opaca; CM = cheia e manchada; PCO = parcialmente cheia e opaca; PCT = parcialmente cheia e translúcida; PCDE = parcialmente cheia com embrião deformado; PCM = parcialmente cheia e manchada; SV = semente vazia.

Tabela 36 – Porcentagem de sementes de mamona do Lote A (cv. 'Guarani'), na segunda época, avaliadas por meio do teste de raios X, classificadas de acordo com a morfologia interna e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) no teste de germinação

Tratamento	Categoria	Classificação						
		CO ²	CM	PCO	PCT	PCDE	PCM	SV
Test ¹	PN	57	4	15	-	-	-	-
	PA	1	-	-	-	-	1	-
	SM	2	-	6	-	1	13	-
Capt	PN	63	-	9	-	-	-	-
	PA	1	-	2	-	-	1	-
	SM	1	1	2	-	2	18	-
Derp	PN	68	3	19	-	-	-	-
	PA	2	-	1	-	-	-	-
	SM	1	-	2	-	-	4	-
VT	PN	67	-	10	-	-	-	-
	PA	1	-	2	-	-	1	-
	SM	4	-	5	-	1	9	-
Maxi	PN	64	-	15	-	-	-	-
	PA	1	1	1	-	-	1	-
	SM	2	-	5	-	2	8	-
Thir	PN	63	-	17	-	-	-	-
	PA	3	1	1	-	-	1	-
	SM	1	-	4	-	1	8	-
Ca+Der	PN	73	1	11	-	-	-	-
	PA	5	-	1	-	-	1	-
	SM	1	-	2	-	-	5	-
VT+Ter	PN	68	1	13	-	-	1	-
	PA	3	-	2	-	-	-	-
	SM	1	-	3	-	1	7	-
Fega	PN	69	2	14	-	-	-	-
	PA	5	-	1	-	-	2	-
	SM	4	-	4	-	1	8	-
Trich	PN	71	-	12	-	-	-	-
	PA	8	-	6	-	-	3	-
	SM	2	1	5	-	-	2	-

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²CO = cheia e opaca; CM = cheia e manchada; PCO = parcialmente cheia e opaca; PCT = parcialmente cheia e translúcida; PCDE = parcialmente cheia com embrião deformado; PCM = parcialmente cheia e manchada; SV = semente vazia.

Tabela 37 – Porcentagem de sementes de mamona do Lote B (cv. ‘Guarani’), na primeira época, avaliadas por meio do teste de raios X, classificadas de acordo com a morfologia interna e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) no teste de germinação

Tratamento	Categoria	Classificação						
		CO ²	CM	PCO	PCT	PCDE	PCM	SV
Test ¹	PN	49	-	19	-	-	-	-
	PA	2	2	1	2	3	2	-
	SM	3	-	2	4	2	9	-
Capt	PN	63	-	20	-	-	-	-
	PA	3	2	5	-	-	4	-
	SM	-	-	1	-	1	1	-
Derp	PN	61	-	26	-	-	-	-
	PA	4	1	2	-	-	3	-
	SM	-	-	-	1	1	1	-
VT	PN	60	2	25	-	-	-	-
	PA	9	-	-	-	1	2	-
	SM	1	-	-	-	-	-	-
Maxi	PN	59	1	19	-	-	-	-
	PA	3	-	2	-	2	3	-
	SM	-	-	-	1	1	9	-
Thir	PN	62	1	24	-	-	-	-
	PA	7	-	-	-	-	6	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Ca+Der	PN	67	-	21	-	-	-	-
	PA	4	-	-	-	-	8	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
VT+Ter	PN	64	-	17	-	-	1	-
	PA	4	2	6	-	-	6	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-
Fega	PN	58	-	22	-	-	-	-
	PA	4	-	7	-	-	8	-
	SM	-	-	1	-	-	-	-
Trich	PN	51	-	23	-	-	-	-
	PA	20	2	-	-	-	4	-
	SM	-	-	-	-	-	-	-

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²CO = cheia e opaca; CM = cheia e manchada; PCO = parcialmente cheia e opaca; PCT = parcialmente cheia e translúcida; PCDE = parcialmente cheia com embrião deformado; PCM = parcialmente cheia e manchada; SV = semente vazia.

Tabela 38 – Porcentagem de sementes de mamona do Lote B (cv. 'Guarani'), na segunda época, avaliadas por meio do teste de raios X, classificadas de acordo com a morfologia interna e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) no teste de germinação

Tratamento	Categoria	Classificação						
		CO ²	CM	PCO	PCT	PCDE	PCM	SV
Test ¹	PN	47	-	11	-	-	-	-
	PA	3	-	4	2	7	3	-
	SM	2	-	6	-	2	13	-
Capt	PN	60	-	14	-	-	1	-
	PA	4	-	-	-	-	-	-
	SM	6	-	5	-	3	7	-
Derp	PN	58	-	7	-	-	-	-
	PA	2	5	-	-	-	3	-
	SM	5	-	4	-	5	11	-
VT	PN	52	-	9	-	-	-	-
	PA	5	1	-	-	-	5	-
	SM	4	-	4	-	6	14	-
Maxi	PN	51	-	15	-	-	-	-
	PA	1	-	-	-	1	3	-
	SM	4	-	10	-	6	9	-
Thir ²	PN	56	-	13	-	-	-	-
	PA	1	-	-	-	1	6	-
	SM	1	-	4	-	5	13	-
Ca+Der	PN	51	-	9	-	-	-	-
	PA	7	1	3	-	-	5	-
	SM	7	1	2	-	3	11	-
VT+Ter	PN	52	-	10	-	-	-	-
	PA	5	-	1	-	-	3	-
	SM	7	-	5	1	4	12	-
Fega	PN	49	-	4	-	-	2	-
	PA	9	1	5	-	-	5	-
	SM	3	-	4	-	7	11	-
Trich	PN	45	-	14	-	-	2	-
	PA	-	6	9	-	-	3	-
	SM	2	-	4	-	-	15	-

¹Test = testemunha; Capt = Captan; Derp = Derosal Plus; VT = Vitavax-Thiram; Maxi = Maxim XL; Thir = Thiram; Ca+Der = Captan + Derosal; VT+Ter = Vitavax-Thiram + Terraclor; Fega = Fegatex; Trich = Trichodermil.

²CO = cheia e opaca; CM = cheia e manchada; PCO = parcialmente cheia e opaca; PCT = parcialmente cheia e translúcida; PCDE = parcialmente cheia com embrião deformado; PCM = parcialmente cheia e manchada; SV = semente vazia.

Figura 5 - Imagens radiográficas de sementes do cv. 'Guarani' classificada como cheia e manchada – CM (A), com dano próximo ao eixo embrionário, resultando em uma plântula anormal (B)

Figura 6 - Imagens radiográficas de sementes do cv. 'Guarani' classificada como parcialmente cheia com defeito no embrião – PCDE (A) e parcialmente cheia e translúcida = PCT (B), resultando em uma semente morta (C)

Figura 7 - Imagens radiográficas de sementes do cv. 'Guarani' classificada como parcialmente cheia e opaca – PCO (A), resultando em semente morta (B)

Figura 8 - Imagens radiográficas de sementes do cv. 'Guarani' classificada como cheia e opaca – CO (A), resultando em plântula anormal infectada (B)

2.3.3 Considerações gerais

O tratamento de sementes é importante porque existem muitos fungos associados às sementes, que podem ser disseminados ou presentes no solo, afetando a germinação. A ricinocultura é ainda considerada uma cultura com manejo fitossanitário insuficiente, pois até o momento não existem defensivos registrados para a cultura no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). A partir de dados de pesquisa e testes em campo, será possível recomendar produtos fitossanitários para esta cultura. Apesar de crescentes os estudos visando o tratamento de sementes de mamona, ainda é necessário avaliar fungicidas e doses, além de misturas (fungicidas de contato e sistêmico), de modo a permitir maior eficiência agrônômica. Além disso, verifica-se que há variações na metodologia de avaliação do teste de sanidade (congelamento ou uso de produtos para inibir a germinação, período de condução do teste, por exemplo) que possam estar afetando os resultados.

De modo geral, o tratamento de sementes com fungicidas químicos reduziram a incidência da maioria dos patógenos associados às sementes de mamona dos cultivares 'IAC-2028' e 'Guarani', nas doses utilizadas, nas duas épocas, demonstrando ser um procedimento importante para o eficiente controle de fungos nas sementes armazenadas, além de contribuir para a preservação do potencial fisiológico. No entanto, os tratamentos com os fungicidas Fegatex e Trichodermil não acrescentaram benefícios ao desempenho das sementes e não foram eficientes quanto ao controle de fungos, quando comparados com os demais tratamentos fungicidas, assim como o fungicida Maxim XL que causou redução da germinação nos testes conduzidos em laboratório, utilizando-se o papel como substrato.

Muitos estudos para avaliação do vigor de sementes de mamona têm sido realizados, no entanto, ainda faltam pesquisas para padronização dos resultados, como por exemplo, do teste de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica, de crescimento de plântulas, que podem ser influenciados pelo cultivar e composição química das sementes, além da deterioração inerentes a um lote de sementes.

A interpretação dos dados por meio da taxa de coincidência, permitiu o estabelecimento de relação entre o teste de emergência de plântulas em campo com os

resultados da análise computadorizada de plântulas, das sementes submetidas ou não aos tratamento fungicidas. Assim, o programa computacional mostrou-se uma alternativa interessante para a avaliação do vigor de sementes de mamona, por ser um método rápido, preciso e de fácil execução.

Os lotes do cv. 'IAC-2028' apresentaram maior vigor quando comparado aos dois lotes do cv. 'Guarani', que proporcionou rápida germinação, comprovado nos testes rotineiros e no teste de sanidade. Mesmo a 20°C, temperatura considerada baixa para a germinação de sementes de mamona, verificou-se o início da germinação (emissão da raiz primária, de comprimento considerável) nas placas de Petri, dez dias após a instalação do teste de sanidade em câmara de incubação. No cv. 'Guarani' nenhum dos lotes apresentou emissão da raiz primária. Apesar de não influenciar a avaliação do teste de sanidade, se o vigor desse cultivar for muito alto, a ponto de atrapalhar a visualização dos fungos na placa de Petri, a opção de congelamento das sementes devesse ser considerada.

A utilização do teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de mamona permitiu identificar anormalidades na morfologia interna e estabelecer relações com a ocorrência de anormalidades de plântulas ou de sementes mortas.

3 CONCLUSÕES

O tratamento das sementes de mamona com fungicidas propicia bom controle de fungos, destacando-se Vitavax-Thiram+Terraclor, Vitavax-Thiram, Captan+Derosal, Derosal Plus, Captan e Thiram.

A análise computadorizada de plântulas apresenta eficiência equivalente aos testes de primeira contagem de germinação e de emergência de plântulas em campo, na identificação de diferenças entre tratamentos fungicidas nas sementes.

O teste de raios X em sementes de mamona permite identificar, com eficiência, anormalidades na morfologia interna que interferem no seu potencial fisiológico.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lasing, 1983. 88 p. (Handbook on Seed Testing. Contribution, 32).

AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2007. 504 p.

BALARDIN, R.S.; LOCH, L.C. Efeito de thiram sobre a germinação de sementes de centeio e aveia. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 1, p. 113-117, 1987.

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3. ed. Minneapolis: Burgess, 1972. 241 p.

BATTISTI, A.; CANTINI, R.; FECI, E.; FRIGIMELICA, G.; GUIDO, M.; ROQUES, A. Detection and evaluation of seed damage of cypress, *Cupressus sempervirens* L., in Italy. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 28, n. 3, p. 729-738, 2000.

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, L.C. Os múltiplos usos do óleo da mamona (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. **Fibras e óleos**, Campina Grande, n. 31, p. 7, 1999.

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, L.C.; VASCONCELOS, O.L.; AZEVEDO, D.M.P.; VIEIRA, D.J. Fitologia. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2001. p. 37-61.

BEZERRA, A.K.D.; BRUNO, R.A.; FERRARI, C.S.; SILVA, G.Z.; BRAGA JUNIOR, 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. **Anais...** p. 2180-2185.

BINO, R.J.; AARTSE, J.W.; BURG, W.J. van der. Non-destructive X-ray of Arabidopsis embryo mutants. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, n. 2, p. 167-170, 1993.

BITTENCOURT, S.R.M.; MENTEN, J.O.M.; ARAKI, C.A.S.; MORAES, M.H.D.; RUGAI, A.D.; DIEGUEZ, M.J.; VIEIRA, R.D. Eficiência do fungicida Caboxin + Thiram no tratamento de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 214-222, 2007.

BRAND, S.C.; ANTONELLO, L.M.; MUNIZ, M.F.B.; BLUME, E.; SANTO, V.J.; REINIGER, L.R.S. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja submetidas a tratamento com bioprotetor e fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 87-94, 2009.

BRASIL. Padrões para produção e comercialização de sementes de mamona. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 243, Seção 1, p. 21-22, 2005.

_____. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1992. 365 p.

CALIARI, M.F.; SILVA, W.R. Interpretação de dados de testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 239-251, 2001.

CARVALHO, B.C.L. **Manual do cultivo da mamona**. Salvador: EBDA, 2005. 65 p.

CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, L.M. Raios X na avaliação da qualidade de sementes. **Informativo Abrates**, Brasília, v. 16, n. 1/3, p.93-99, 2006.

CARVALHO, M.L.M.; ALVES, R.A.; OLIVEIRA, L.M. Radiographic analysis in castor bean seeds (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1 p. 170-175, 2010.

CARVALHO, M.L.M.; VAN AELST, A.C.; VAN ECK, J.W.; HOEKSTRA, F.A. Preharvest stress cracks in maize (*Zea mays* L.) kernels as characterized by visual, X-ray and low temperature scanning electron microscopical analysis: effect on kernel quality. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 9, n. 3, p. 227-236, 1999.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

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

CICERO, S.M.; BANZATTO JUNIOR, H.L. Avaliação do relacionamento entre danos mecânicos e vigor, em sementes de milho, por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 29-36, 2003.

CICERO, S.M.; HEIJDEN, G.W.A.M.V.D.; BURG, W.J.V.D.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damage in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X-ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, Wallingford, v. 26, p. 603-612, 1998.

CICERO, S.M.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; MORAES M.H.D. **Efeitos da aplicação de alguns produtos fungicidas sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Agricultura, 1990. 21 p. Relatório Técnico.

COPELAND, L.O. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis: Burges Publishing, 1976. 369 p.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; SOUZA, E.P. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

D'ARCE, M.A.B.R. **Matérias-primas oleaginosas e biodiesel**. Piracicaba: ESALQ, Setor de Açúcar e Alcool, 2005. (Documento, 44).

DELL'AQUILA, A. Pepper seed germination assessed by combined X-radiography and computer-aided imaging analysis. **Biologia Plantarum**, Praha, v. 51, n. 4, p. 777-781, 2007.

DELOUCHE, J.C. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. In: SINCLAIR, J.B.; JACKOBS, J.A. (Ed.). **Soybean seed quality and stand establishment**. [s.l.]: Intsoy, 1982. p. 57-66.

_____. Observaciones sobre deterioracion de semillas. **Semillas**, v. 1, n. 1, p. 8-11, 1986.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, p. 427-452, 1973.

DHINGRA, O.D. Prejuízos causados por microrganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 139-146, 1985.

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

ELLIS, M.B. **Dematiaceous hyphomycetes**. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1971. 608 p.

FANAN, S.; MEDINA, P.F.; CAMARGO, M.B.P.; RAMOS, N.P. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 150-159, 2009a.

FANAN, S.; MEDINA, P.F.; CAMARGO, M.B.P.; ITO, M.F.; DUDIENAS, C.; RAMOS, N.P.; GALBIERI, R. Influência da colheita e períodos de armazenamento na qualidade sanitária de sementes de mamona. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 3, p. 202-209, 2009b.

FONSECA, N.R.; MYCZKOWSKI, M.L.; PRIOR, M.; SÁ, R.O.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; ZANOTTO, M. D. Testes de avaliação da viabilidade e do vigor em sementes de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Energia e sustentabilidade: anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 7-12.

FORTI, V.A.; CICERO, S.M.; PINTO, T.L.F.. Análise de imagens na avaliação de danos mecânicos e causados por percevejos em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, p. 121-130, 2008.

_____. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 123-133, 2010.

GAGLIARDI, B. **Procedimentos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de pimentão e relações com a emergência de plântulas**. 2009. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

GALLI, J.A.; FESSEL, S.A.; SADER, R.; COSTA, R.C.R.R. Influência do tratamento químico na população de fungos, na germinação e no vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 245-249, maio/ago. 2000.

GOMES JUNIOR, F.G. **Injúrias mecânicas em sementes de milho doce**. 2009. 129 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

GOMES JUNIOR, F.G.; CHAMMA, H.M.C.P. Eficiência de um sistema computadorizado de processamento de imagens para avaliação do vigor de sementes de feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. p. 685-688.

GOMES JUNIOR, F.G.; MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M.; McDONALD, M.B.; BENNETT, M.A. Evaluation of priming effects on sweet corn seeds by SV/S. **Seed Technology**, Lansing, v. 31, n. 1, p. 95-100, 2009.

GONÇALVES, N.P.; BENDEZU, J.M.; LIMA, C.A.S. Colheita e armazenamento da mamona. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 82, n. 7, p. 44-45, 1981.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. 2. ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 72 p.

_____. Efeito do tratamento de sementes de algodoeiro com fungicidas no controle do tombamento em relação à densidade do inóculo de *Rhizoctonia solani*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 4, p. 360-366, jul./ago. 2006.

_____. Suscetibilidade de cultivares de algodoeiro a *Rhizoctonia solani* e benefícios do tratamento de sementes com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 222-228, maio/jun. 2007.

GRABE, D.F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v. 1, n. 2, p. 18-31, 1976.

HOFFMASTER, A.L.; FUJIMURA, K.; McDONALD, M.B.; BENETT, M.A. An automated system for vigour testing three-day-old soybean seedling. **Seed science and technology**, Zurich, v. 33, n. 1, p. 701-713, 2003.

HOFFMASTER, A.L., XU, L.; FUJIMURA, K.; McDONALD, M.B., BENNETT, M.A.; EVANS, A.F. The OSU Seed Vigor Imaging System (SVIS) for soybean and corn seedlings. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v. 27, p. 7-23, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200901_4.shtm>. Acesso em: 28 jan 2009.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International Rules for Seed Testing Association**. Zurich, 2004. 174 p.

KIMATI, H. Doenças da mamoneira. In: GALLI, F. **Manual de fitopatologia**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v. 2, p. 347-351.

_____. Princípios gerais de controle de doenças aplicados em campos de produção de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1986, Campinas. **Resumos...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.17-19.

KROHN, N.G.; MALAVASI, M.M. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicidas durante e após o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 91-97, maio/ago. 2004.

KRUGNER, T.L.; BACCHI, L.M.A.A. Fungos. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 46-96.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; MIRANDA, Z.F.S. Relatório do comitê de vigor da ABRATES. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n.1, p. 7-25, 1990.

LAGO, A.A.; ZINK, E.; RAZERA, L.F.; BANZATTO, N.V.; SAVY FILHO, A. Dormência em sementes de três cultivares de mamona . **Bragantia**, Campinas, v. 38, p. XLI-XLIV, 1979.

LOHMANN, T.R.; PAZUCH, D.; STANGARLIN, J.R.; SELZLEIN, C.; NACKE, H. Seleção de isolados de *Trichoderma* spp. para controle de *Sclerotium rolfsii* em soja. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Londrina, v. 2, n. 2, p. 1665-1668, 2007.

LOPES, J.C.; JARDIM, I.C.; SOBREIRA, D.G.; FORDE, G.H.A.; TATAGIBA, J.S. Associação entre germinação, vigor e sanidade em sementes de milho precoce e normal, produzidos na área experimental do Centro Agropecuário da UFES. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 1, n. 4, p. 1-55, 1991.

LUZ, W.C. Efeito de bioprotetores em patógenos de sementes e na emergência e rendimento de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 16-20, 2001.

_____. Avaliação dos tratamentos biológico e químico na redução de patógenos em sementes de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 93-95, 2003.

MACEDO, E.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 454-461, 1998.

MACHADO, C.F.; CICERO, S.M. Aroeira-branca (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. - Anacardiaceae) seed quality evaluation by the X-ray test. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 393-397, 2003.

MACHADO, J.C. Tratamento de semente de feijão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1986, campinas. **Resumos...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. 64 p.

_____. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS; UFLA; FAEPE, 2000. 138 p.

MARCHI, J.L. **Avaliação da qualidade de sementes de amendoim tratadas com fungicida e inseticida, incluindo a análise de imagens**. 2010. 88 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MARCOS FILHO, J. Testes de Vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 1, p. 1-21.

_____. Avaliação do potencial fisiológico das sementes. In: _____. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 459-495.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P.; LIMA, L.B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARCOS FILHO, J.; BENETT, M.A.; McDONALD, M.B.; EVANS, A.F.; GRASSBAUGH, E.M. Assessment of melon seed vigour by an automated computer imaging system compared to traditional procedures. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 34, p. 485-497, 2006.

MARIOTTO, P.R.; BARROS, B.C.; SUGIMORI, M.H.; MENTEN, J.O.M., MORAES, S.A.; SAVY FILHO, A. Efeito do tratamento químico de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) avaliado por diferentes métodos de patologia de sementes. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 54, n. 1/4, p. 37-44, 1987.

MARTINS, L.; SILVA, W.R. Interpretação de dados obtidos em testes de vigor para a comparação qualitativa entre lotes de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 19-30, 2005.

MARTINS-CORDER, M.P.P.; MELO, I.S. Antagonismo "in vitro" de *Trichoderma* spp. a *Verticillium dahliae* KLEB. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 1-7, 1998.

MASSOLA, N.S.; BEDENDO, I.P. Doenças da mamoneira (*Ricinus communis* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 497-500.

McCORMACK, A.C.; KEEFE, P.D. Cauliflower seed vigour: imbibition effects. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 41, n. 1, p. 893-899, 1990.

MELO, I.S. de. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Porto Alegre, v. 4, p. 261-296, 1996.

MENDES, R.C.; DIAS, D.C.F.S.; PEREIRA, M.D.; DIAS, L.A.S. Testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 114-120, 2010.

MENEZES, M. Avaliação de espécies de *Trichoderma* no tratamento de feijão e do solo, visando o controle de *Macrophomina phaseolina*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 159, 1992. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 25., 1992, Gramado.

MENTEN, J.O.M. Importância do tratamento de sementes. In: MENTEN, J.O.M. (Ed.). **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: FEALQ. 1991. p. 203-224.

MENTEN, J.O.M.; LIMA, L.C.S.F.; FRARE, V.C.; RABALHO, A.A. Evolução dos produtos fitossanitários para tratamento de sementes no Brasil. In: ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, DFP, 2005. p. 333-374.

MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M. Análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 9-18, 2005.

MORAES, M.H.D.; MENTEN, J.O.; GRAVENA, J.C.; ALVES, C.A. Controle químico de *Fusarium moniliforme* em sementes de milho: metodologia de avaliação e efeitos sobre a qualidade fisiológica. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 6, p. 626-632, 2003.

MORAES, S.A. Doenças. In: SAVY FILHO, A. **Mamona: tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. p. 61-65.

MYCZKOWSKI, M.L. **Seleção para aumento da porcentagem de flores femininas na população de mamona (*Ricinus communis* L.)**. 2006. 34 p. Tese (Doutorado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2006.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-24.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. 2nd ed. London: MacMillan Press, 1979. v. 2.

NOBREGA, F.V.A.; SUASSUNA, N.D. Análise sanitária de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) armazenadas em algumas áreas do estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 2-3, 2004.

OBANDO-FLOR, E.P.; CICERO, S.M.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 68-76, 2004.

OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, C.A. Utilização do teste de raios-x na avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 116-120, 2003.

OTONI, R.R.; McDONALD, M.B. Moisture and temperature effects on maize and soybean seedlings using the seed vigor imaging system. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v. 27, p. 243-247, 2005.

PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; ALMEIDA, A.M.R.; FRANÇA NETO, J.B.; FILIOLI, J.L.; HENNING, A.A. Tratamento de sementes de soja com fungicida e ou antibiótico, sob condições de semeadura em solo com baixa disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 241-246, 1993.

PINTO, N.F.J.A. Tratamento fungicida de sementes de milho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 4., 1996, Gramado. **Tratamento químico de sementes**: Anais... Gramado, 1996. p. 52-57.

_____. Viabilidade de sementes de milho tratadas com fungicidas e armazenadas em condições ambientais. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 26, p. 47-52. 2000.

_____. Controle químico de fungos associados a sementes de sorgo e proteção contra fungos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 723-728, 2002.

PINTO, T.L.F.; CICERO, S.M.; FRANÇA-NETO, J.B.; FORTI, V.A. An assessment of mechanical and stink bug damage in soybean seed using X-ray analysis test. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 37, p. 110-120, 2009a.

PINTO, T.L.F.; MARCOS FILHO, J.; FORTI, V.A.; CARVALHO, C.; GOMES JUNIOR, F.G. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelos testes de tetrazólio e de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 195-2001, 2009b.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

_____. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGRIPLAN, 1985. 289 p.

PUPIM, T.L.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CARVALHO, M.L.M.; CICERO, S.M. Adequação do teste de raios X para avaliação da qualidade de sementes de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 28-32, 2008.

RAMOS, N.P.; AMORIM, E.P.; SAVY FILHO, A. Potencial da cultura da mamona como fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção e uso de biodiesel. In: CÂMARA, G.M.S.; HEIFFIG, L.S. **Agronegócio de plantas oleaginosas**: matérias-primas para o biodiesel. Piracicaba: ESALQ, LPV, 2006. p. 81-104.

REIS, A.; SATELIS, J.F.; PEREIRA, R.S.; NASCIMENTO, W.M. Associação de *Alternaria dauci* e *A. alternata* com sementes de coentro e eficiência do tratamento químico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 107-111, 2006.

SAKO, Y.; McDONALD, M.B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A.F.; BENETT, M.A. A system for automated seed vigour assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 29, n. 2, p. 625-636, 2001.

SANTOS, S.A.; SILVA, R.F.; PEREIRA, M.G.; MACHADO, J.C.; MACHADO, C.F.; BOREM, F.M.; GOMES, V.M.; TONETTI, O.A.O. X-ray technique application in evaluating the quality of papaya seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 37, n. 3, p. 776-780, 2009.

SANTOS NETO, A.L. **Qualidade de sementes de mamona beneficiadas e tratadas com fungicidas**. 2008. 97 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**: SAS online Doc: version 8.2. Cary, 2000. 1 CD-ROM.

SAVY FILHO, A. **Mamona**: tecnologia agrícola. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.

SEKHARAN, S. **Aged soybean seeds - their physiology and vigor assessment**. 2006. 180 p. Tese (Ph.D) - The Ohio State University, Columbus, 2005.

SILVA, W.R. **Relações entre disponibilidade de água, tratamento fungicida e germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1989. 113 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

SIMAK, M. Testing of forest tree and shrub seeds by X-radiography. In: GORDON, A.G.; GOSLING, P.; WANG, B.S.P. (Ed.). **Tree and shrub seed handbook**. Zurich: ISTA, 1991. p. 1-28.

SIMAK, M.; GUSTAFSSON, A. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. **Hereditas**, Lund-Sweden, v. 39, p. 458-468, 1953.

SOUZA, A.A.; BRUNO, R.L.A.; ARAUJO, E. Micoflora e qualidade fisiológica de sementes do algodoeiro tratadas com fungicidas químicos de extrato de aroeira. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 56-64, 2003.

SOUZA, L.A. **Teste de condutividade elétrica para avaliar a qualidade de sementes de mamona**. 2007. 53p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SOUZA, L.A.; CARVALHO, M.L.M.; KATAOKA, V.Y.; CALDEIRA, C.M.; SILVA, C.D. Germinação de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006. Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2006. 1 CD-ROM.

SWAMINATHAN, M.S.; KAMRA, S.K. X-ray analysis of the anatomy and viability of seeds of some economic plants. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v. 4, n. 2, p. 129-135, 1961.

TANAKA, M.A.S. Tratamento de sementes de arroz. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1988, Campinas. **Palestras...** Campinas, Fundação Cargill, 1988. p. 19-129.

TEIXEIRA, E.F.; CICERO, S.M.; DOURADO NETO, D. Noções básicas sobre imagens digitais: captura, processamento e reconhecimento voltados para a pesquisa em tecnologia de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 59-65, 2003.

TROPALDI, L.; CAMARGO, J.A.; SMARSI, R.C.; KULCZYNSKI, 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, 2010.

UENO, B. **Manejo integrado de doenças**. Embrapa Clima Temperado. 2007. (Sistemas de Produção, 11). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/SistemaProducaoMamona/manejo_integrado.htm>. Acesso em: 22 jan. 2011.

VALLARINI, P.J.; LASCA, C.C.; VECHIATO, M.H.; SCHIDT, J.R.; DION, P.; CHIBA, S. Tratamento de semente de sorgo (*Sorghum* sp.) com fungicidas visando controle de *Colletotrichum graminicola* e outros fungos associados às sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 13, p. 238-243, 1998.

VAN DER BURG, W.J.; AARTSE, J.W.; VAN ZWOL, R.A.; BINO, R.J. Predicting tomato seedling morphology by X-ray analysis of seeds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n. 2, p. 258-263, 1994.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em genótipos de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 178-183, 1998.

VON PINHO, E.V.R.; CAVARIANI, C.; ALEXANDRE, A.D.; MENTEN, J.O.M.; MORAES, M.H.D. Efeitos do tratamento fungicida sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, p. 23-28, 1995.

WEISS, E. A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. 660 p.

ZARELA, G.C.N.Z.; UENO, B.; SILVA, S.D.A.; GOMES, A.C. Fungos associados às sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivadas na região de Pelotas, RS, safra 2003/2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2004.