



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ

**MANEJO QUÍMICO DO MOFO-CINZENTO-DA-  
MAMONA CAUSADA POR *Amphobotrys ricini***

**Rafael Neres de Oliveira**

Eng. Agrônomo

Urutaí, GO, março de 2019

**RAFAEL NERES DE OLIVEIRA**

**MANEJO QUÍMICO DO MOFO CINZENTO DA MAMONA  
CAUSADA POR *Amphobotrys ricini*.**

Orientador: Dr. Milton Luiz da Paz Lima

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de Mestre.

URUTAÍ, GO, MARÇO DE 2019



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA GOIANO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
PROTEÇÃO DE PLANTAS

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** Manejo químico do mofo cinzento da mamona (*Rhizus communis*) causado por *Amphobotrys ricini*.

**AUTOR:** Rafael Neres do Oliveira

Dissertação defendida e aprovada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.


**Banca Examinadora:**


Prof. Dr. Milton Luiz da Paz Lima (orientador)  
Instituto Federal Goiano - Campus Urutai

Prof. Dr. Luciano José Dias  
Universidade de Brasília

Dr. Rafael Calbieri  
Instituto Mato-Grossense do Algodão

Urutai, 07 de março de 2019

 ppgpp-ur1@ifgoiano.edu.br

 [64] 3465-1912

RODRIVIA GERALDO S. NASCIMENTO,  
KM 2,5  
CEP 75790-000, URUTAI - GO  
[www.ifgoiano.edu.br/urutai](http://www.ifgoiano.edu.br/urutai)

  
INSTITUTO  
FEDERAL  
Goiano

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

Oliveira, Rafael  
O48m MANEJO QUÍMICO DO MOFO CINZENTO-DA-MAMONA CAUSADA  
POR *Amphobotrys ricini*. / Rafael  
Oliveira; orientador Milton Lima. -- Urutai, 2019.  
57 p.  
  
Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Urutai, 2019.  
  
1. *Ricinus communis*. 2. mofo cinzento. 3. manejo  
químico. I. Lima, Milton, orient. II. Título.

## **DEDICATÓRIA**

À minha família pelo apoio ao meu esforço e dedicação na trajetória da vida, minha mãe Luzia Dias de Oliveira, pessoa guerreira que me educou da melhor maneira possível e a todos aqueles que de forma direta e indiretamente colaboraram para o meu crescimento pessoal e profissional.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus todo poderoso pelo simples fato de estar vivo, por ter me mantido forte e determinado nos propósitos e missões que a mim foi designado.

Ao Instituto Federal Goiano e ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas Campus Urutaí, pela oportunidade e apoio, que me amparou desde a alimentação, até a estadia de forma gratuita.

A todos os professores, com maestria e humildade transmitiram seus mais nobres conhecimentos agronômicos.

Ao Instituto Mato Grossense de Algodão (IMA) em especial ao agrônomo Dr. Rogério de Sá pela determinação e perseverança em ajudar-me na execução do projeto, doando seus conhecimentos agronômicos sobre a cultura da mamona, agradeço ao Dr. Rafael Galbieri pelas orientações de manejo fitossanitários no controle do patógeno estudado, enfim a todos da equipe que se dispuseram a ajudar no projeto da mamona.

Ao meu orientador Professor Dr. Milton Lima, por ter me acolhido e ajudado em todas as etapas e trajetória do curso de pós-graduação.

A todos os envolvidos que de alguma forma colaboraram para a conclusão deste projeto.

Minha gratidão a todos obrigado!

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	ix
RESUMO.....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUÇÃO.....	12
REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
MATERIAL E MÉTODOS .....	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
CONCLUSÕES .....	52
REFERÊNCIAS .....	54

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Escala diagramática adaptada para avaliação da severidade (%) do mofo-cinzento-da-mamona causada por *Amphobotrys ricini* (CHAGAS et al., 2010). .....26
- Figura 2.** Box plot para verificar o efeito dos tratamentos com fungicidas em racemos de mamona infectadas *Amphobotrys ricini*. **A.** severidade aos 89 dap, **B.** severidade aos 97 dap, **C.** severidade aos 103 dap, **D.** área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), **E.** taxa de infecção (TI).....29
- Figura 3.** Box plot para verificar o efeito sobre os diferentes racemos tratados com fungicidas para inibir a infecção por *Amphobotrys ricini*. **A.** severidade aos 89 dap, **B.** severidade aos 97 dap, **C.** severidade aos 103 dap, **D.** área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), **E.** taxa de infecção (TI).....30
- Figura 4.** Componentes principais entre as variáveis sanitárias não selecionadas de plantas de mamona infectadas por *Amphobotrys ricini*, submetida a diferentes tratamentos com fungicidas. **A.** Efeito dos tratamentos, **B.** efeito sobre os racemos, **C.** efeito dos blocos. 33
- Figura 5.** Componentes principais entre as variáveis sanitárias selecionadas de plantas de mamona infectadas por *Amphobotrys ricini*, submetida a diferentes tratamentos com fungicidas. **A.** Efeito dos tratamentos, **B.** efeito sobre os racemos, **C.** efeito dos blocos. 34
- Figura 6.** Correlações canônicas entre as variáveis sanitárias selecionadas de plantas de mamona infectadas por *Amphobotrys ricini* submetida a diferentes tratamentos com fungicidas. **A.** Efeito dos tratamentos, **B.** efeito sobre os racemos, **C.** efeito dos blocos. 35
- Figura 7.** Curvas de progresso da severidade do mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*) em plantas de mamona e seus efeitos. **A.** efeito dos tratamentos, **B.** efeito dos racemos. ....39
- Figura 8.** Médias da área abaixo da curva de progresso do mofo cinzento (AACPD) em plantas de mamona tratadas com diferentes fungicidas e seus efeitos\*. **A.** Efeito dos tratamentos, **B.** Efeito sobre os racemos.....41
- Figura 9.** Box plot para verificar o efeito dos diferentes tratamentos com fungicidas para inibir a infecção/colonização e reprodução por *Amphobotrys ricini*. **A.** altura de plantas (AP, cm), **B.** população de plantas por m<sup>2</sup> (Pop), **C.** produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), **D.** produtividade (sc ha<sup>-1</sup>)......44



- Figura 10.** Box plot para verificar o efeito sobre os diferentes blocos tratados com fungicidas para inibir a infecção por *Amphobotrys ricini*. A. altura de plantas (AP), B. população de plantas por m<sup>2</sup> (Pop). .....45
- Figura 11.** Box plot para verificar o efeito sobre os diferentes racemos tratados com fungicidas para inibir a infecção por *Amphobotrys ricini*. A. produtividade (Pr, Kg ha<sup>-1</sup>), B. Produtividade (Pr, sc ha<sup>-1</sup>).....45
- Figura 12.** Resíduos da regressão linear dos tratamentos com fungicidas e de todos os tratamentos simultaneamente aplicados com mamona. **A.** tratamento 1, **B.** tratamento 2, **C.** tratamento 3, **D.** tratamento 4, **E.** tratamento 5, **F.** tratamento 6, **G.** tratamento 7, **H.** tratamento 8, **I.** Todos os tratamentos.....49
- Figura 13.** Relação da AACPD (X) e Y real e Y estimado dos tratamentos individuais com fungicidas e todos os tratamentos simultaneamente aplicados em mamona. **A.** tratamento 1, **B.** tratamento 2, **C.** tratamento 3, **D.** tratamento 4, **E.** tratamento 5, **F.** tratamento 6, **G.** tratamento 7, **H.** tratamento 8, **I.** todos os tratamentos. ....50

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Descrição dos tratamentos (fungicidas e seus nomes comerciais), ingredientes ativos e datas de aplicações em dias após o plantio (dap), dosagens e volumes da calda. .....	25
<b>Tabela 2.</b> Médias da severidade de racemos a necroses provocadas por <i>Amphobotrys ricini</i> aos 89, 97 e 103 dap, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e taxa de infecção (TI)*. ....	37
<b>Tabela 3.</b> Médias dos efeitos tipos de racemos tratados com fungicidas na severidade de necroses provocadas por <i>Amphobotrys ricini</i> aos 89, 97 e 103 dap, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e taxa de infecção (TI)*. ....	38
<b>Tabela 4.</b> Médias dos efeitos tipos de fungicidas (tratamentos) na severidade de necroses provocadas por <i>Amphobotrys ricini</i> sobre a altura de plantas (AP), população de plantas por m <sup>2</sup> e produtividades em kg ha <sup>-1</sup> e sc ha <sup>-1</sup> *. ....	46
<b>Tabela 5.</b> Médias dos efeitos tipos de racemos tratados com fungicidas na severidade de necroses provocadas por <i>Amphobotrys ricini</i> sobre as produtividades em kg ha <sup>-1</sup> e sc ha <sup>-1</sup> *. ....	46
<b>Tabela 6.</b> Componentes da regressão linear entre a produtividade (Y) e a área abaixo da curva de progresso da doença (X) dos diferentes tratamentos aplicados com fungicidas.....	48
<b>Tabela 7.</b> Eficácia dos fungicidas aplicados sobre a severidade, [área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), altura de plantas (AP, cm), população de plantas (Pop) e produtividades em kg ha <sup>-1</sup> e sc ha <sup>-1</sup> . ....	52

## RESUMO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.- Euphorbiaceae) é uma planta de espécie oleaginosa de origem tropical severamente afetada pelo mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*) causando expressivos danos a produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o melhor manejo químico de fungicidas no controle do mofo cinzento da mamoneira. Delineamento experimental em blocos casualizados com oito tratamentos e quatro repetições, variáveis analisadas foram severidade da doença, densidade populacional e produtividade. O híbrido simples utilizado foi o AG IMA110204 ciclo de 140 dias, semeados no sistema de plantio direto de segunda safra (safrinha), espaçamento entre linhas de 0,9 cm, com densidade populacional de 66.000 sementes/ha<sup>-1</sup>. O tratamento T4 (carbendazin) reduziu com maior eficácia a severidade do mofo cinzento no período avaliado. O primeiro racemo foi mais afetado pelo mofo cinzento, necessitando atenção especial em pulverizações principalmente aos 91 dias após o cultivo, possivelmente a quarta aplicação possa ser direcionada ao primeiro racemo. Os tratamentos T3 (picoxitrobina + ciproconazol) e T4 (carbendazin) como mais eficazes para o controle do mofo cinzento no ciclo de cultivo.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis*; mofo cinzento; manejo químico.

## ABSTRACT

The castor bean (*Ricinus communis* L.- Euphorbiaceae) is an oil-bearing plant of tropical origin severely gripped by gray mold (*Amphobotrys ricini*) causing significant damage to productivity. The objective of this work was to evaluate the best chemical management of fungicides in the control of gray mold of castor bean. The hybrid was used in the AGIMA 110 204, sown in the no-tillage system of the crop (safrinha), 0.9 cm line spacing, with a population density of 66,000 seeds/ ha<sup>-1</sup>. The Experimental design in randomized blocks with eight treatments and four replicates, variables analyzed were incidence, severity, population density and productivity. The T4 treatment (carbendazim) reduced the severity of gray mold more efficiently in the period evaluated. The first racemic was more affected by the gray mold, requiring special attention in sprays mainly at 91 days after cultivation, possibly the fourth application could be directed to the first racemic. The treatments T3 (picoxitrobina + ciproconazol) and T4 (carbendazim) as more effective for the control of gray mold in the cultivation cycle.

Key-Words: *Ricinus communis*; gray mold; chemical manegement.

## INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.- Euphorbiaceae) é uma espécie oleaginosa, de origem tropical, de alta relevância para o setor agrônômico e socioeconômico no Brasil e no mundo (SOUZA-SCHLICK et al., 2014). O óleo extraído de suas sementes é composto principalmente do ácido ricinoleico que possui moléculas com propriedades bastante diversificadas, de certa forma, incomum entre os ácidos graxos existentes nos óleos vegetais. Essa característica confere ao óleo da mamona condições especiais, permitindo a sua utilização em mais de 400 processos industriais, tornando-o o seu principal produto comercial (ECHER et al., 2010; MARQUES et al., 2013).

Entre as espécies cultivadas economicamente no Brasil a mamoneira é uma das menos exigentes em termos de clima, solo e manejo cultural, existe uma tendência de expansão na área plantada para seu cultivo (SILVA et al., 2013). A cultura vem crescendo em importância no Estado do Mato Grosso por sua grande facilidade de adaptação às condições climáticas da região e devido às variadas formas de cultivo que a torna acessível a pequenos e grandes produtores por ser uma planta rústica. Aparece também como uma ótima opção para segunda safra, após a cultura da soja no Cerrado (RANGEL et al., 2003), na rotação de culturas para manejo de áreas infestadas com fitonematóides, por ser considerada má hospedeira (PARK et al., 2004; SANTOS; GOMES, 2011) e apresentar em sua composição química um alcaloide de elevada toxicidade, a ricina, o qual apresenta efeito nematicida (BANDEIRA et al., 2004).

Os maiores países produtores de mamona são Índia, China, Brasil e Moçambique (ambos os países com 60 mil toneladas produzidas/ano). No Brasil, há estimativas para a safra 2017/18, de aumento da área, a qual estima alcançar 34,5 mil hectares. Isso representa um acréscimo de 23,2% em relação à safra passada. O principal fator motivador do aumento da área plantada pode ser atribuído ao clima favorável e ao preço aliado à liquidez do produto no mercado (CONAB, 2018).

Apesar de sua alta produtividade, ascensão no mercado e rusticidade, a mamoneira, assim como as demais culturas agrícolas apresentam vulnerabilidade a ataques de patógenos, visto que esses comprometem seu crescimento e sua produtividade significativamente (MARQUES et al., 2013). Para tanto, destaca-se a doença chamada de mofo cinzento, causada pelo fungo *Amphobotrys ricini*, patógeno extremamente agressivo, o qual foi identificado pela primeira vez em 1918, nos EUA, infectando as partes florais e cápsulas dos frutos de mamona. No Brasil seu aparecimento ocorreu em 1932 em SP, sendo

considerado, a principal doença para a cultura da mamona em várias regiões produtoras, uma vez que sua ocorrência afeta diretamente a sua produção final (LIMA et al., 2007).

O mofo cinzento é uma doença policíclica, ou seja, o patógeno completa vários ciclos de vida em um mesmo ciclo do hospedeiro. A infecção do *A. ricini* ocorre principalmente sob condições ambientais favoráveis para seu desenvolvimento na qual é caracterizada por alta temperatura e umidade atmosférica. Nessas condições, o fungo pode penetrar e colonizar órgãos vegetais, chegando a cobrir grandes extensões dos racemos com uma massa micelial de aparência olivácea de aspecto pulverulento. Na fase inicial do parasitismo, surgem manchas azuladas com exsudação amarela nas áreas afetadas. Após sua colonização, o fungo produz esporos e ocorre deliberação de grande quantidade de massa de conídios com a agitação dos racemos pelo vento, facilmente a dispersão de inoculo para infecções secundárias (AMORIM et al., 2011).

Caso não seja controlado, o *A. ricini* pode causar injúrias nas inflorescências e racemos e, conseqüentemente, reduzir a quantidade de óleo dos frutos colhidos. Em casos mais graves, pode comprometer 100% da lavoura (PRAZERES, 2011). Este patógeno é particularmente destrutivo principalmente onde as condições climáticas são favoráveis ao seu desenvolvimento e disseminação, em especial quando o período de floração ou frutificação coincide com condições ambientais favoráveis (alta umidade relativa e temperatura em torno de 25 °C) ao progresso da doença (SANTOS; GOMES, 2011).

Diante disso, o mofo cinzento é considerado uma barreira biológica para o crescimento da cultura de mamona no agronegócio mundial (LIMA et al., 2006.; PRAZERES, 2011). Assim sendo, há necessidade de desenvolver tecnologias que auxiliem no combate do patógeno afim de romper as barreiras que impedem a expansão da cultura. Diante disso, a aplicação de manejo fitossanitário associado aos tratos culturais bem aplicados é uma estratégia de grande importância, visto que, na eventualidade da ocorrência epidêmica, além de controlar a doenças, pode diminuir a quantidade de inóculo na lavoura, reduzindo a incidência da mesma nas safras seguintes (SUSSEL et al., 2011).

Os fungicidas representam a principal ferramenta complementar no manejo de doenças de plantas, caracterizados por produtos modernos e compatíveis com os conceitos de manejo integrado de doenças, são economicamente viáveis quando aplicados de maneira corretas (RODRIGUES, 2006). Os grupos químicos dos triazóis (inibidores da síntese de esteróis - ISE) das estrobilurinas (inibidores da respiração mitocondrial - IQe), e benzimidazóis (inibidores da divisão celular) são utilizados no controle de doenças de plantas, isoladamente ou em misturas pré-fabricadas. Esses fungicidas podem ter ação protetora,

curativa ou erradicativa, sendo aplicado preventivamente no estágio de pré-infecção, inibindo a germinação ou impedindo a penetração do fungo nos tecidos do hospedeiro (BAMPI et al., 2012).

Dessa forma, acredita-se que o uso desses fungicidas pode ser uma alternativa viável para o manejo do mofo cinzento de ocorrência na mamona, porém, há necessidade de se conhecer a eficiência do fungicida a ser aplicada, bem como o momento eficiente de se fazer a aplicação, haja visto que não existe no mercado fungicidas registrados para o controle do mofo cinzento para a cultura da mamona, necessitando de mais estudos visando comprovar sua eficiência no manejo desta doença e consequentemente mostrando a necessidade de seu registro para a cultura.

Diante disso, objetivo desse trabalho foi avaliar o manejo químico no controle do fungo *Amphobotrys ricini* utilizando fungicidas dos grupos do triazóis, benzimidazóis e das estrobilurinas.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### **Mamoneira (*Ricinus communis* L.)**

A espécie pertencente ao gênero *Ricinus*, originária possivelmente da Abissínia no continente Africano (LIMA, 2007). É uma espécie preferencialmente autógama, no entanto, pode apresentar alta taxa de cruzamentos, podendo chegar a 40% (PRAZERES, 2011). Quanto a sua característica, apresenta-se na sua grande maioria com porte arbusto, podendo alcançar uma altura média de 10 metros. Coloração variando entre verde, arroxeadado, podendo chegar a cores avermelhadas. Tem caule roliço, grosso, com diâmetro em torno de 30 centímetros (CHAGAS, 2012).

O fruto possui cápsula de formato liso ou estrutura similar a espinhos, podendo-se ser deiscente ou indeiscente, quando o fruto sofre abscisão, as sementes são arremessadas diretamente ao solo, antes mesmo que ocorra a colheita, ocasionando assim, perdas de produtividade (RITZINGER et al., 2014). As folhas são simples, grandes, pecíolo longo, com inflorescência denominada de racemo, flores femininas posicionadas na parte de cima e masculinas na parte inferior (SOUZA-SCHLICK; SORATTO; ZANOTTO, 2014).

No Brasil, sobretudo, a produção de mamona origina-se de lavouras de sequeiro, onde a disponibilidade de água decorre em grande parte, oriunda das chuvas. Na safra normal, a mamona é semeada nos meses de outubro a dezembro, entretanto, na safrinha, a oleaginosa é plantada a partir do início de fevereiro até meados de março, em sucessão à soja ou ao milho, sendo submetida a curto período de chuva. Por ser uma planta rústica e pouco exigente em água, adapta-se perfeitamente ao clima e ao solo do Cerrado (MAFIA et al., 2006) .

Havendo estiagem, as plantas cultivadas estarão propícias a passarem por estresse hídrico, que pode ocorrer de 15 a 30 dias, acarretando uma alta taxa de evapotranspiração, impactando na produtividade final. Entretanto, recomenda-se nesse sentido, cultivares ou híbridos de ciclo curtos, com características de rusticidades expressivas no aparato genético (GAZZIERO et al., 2001). Sua importância denota, através de uma grande expansão de área plantada, devido seu potencial econômico ser muito expressivo, levando em consideração ao seu principal produto extraído ser um óleo rico no ácido ricinoléico, utilizado em diversos fins. (MORAES et al., 2015)

Em detrimento dos aspectos climáticos, a cultura precisa de uma precipitação média de 700 mm de água durante seu ciclo, para alcançar um patamar de produtividade



satisfatória, sendo, portanto, 100 mm por mês, distribuídos regularmente, preferencialmente na fase inicial e na floração. (ZUCHI et al., 2012).

O óleo da mamona é o principal produto explorado comercialmente, pois expressa um amplo uso no setor industrial, entretanto, inapropriado para alimentação humana. O ácido extraído de suas sementes chamado de ácido ricinoléico detém de uma alta viscosidade, com fortes adaptações e altas temperaturas e reações químicas. Em decorrência disso, o óleo é utilizado em vários segmentos, como por exemplo, em fabricação de tintas, vernizes, aditivos para combustíveis, plásticos, bactericidas fungicidas, detergentes, náilons, resinas de plástico, produtos sintéticos, fluídos especiais para transmitir pressões hidráulicas, próteses humanas para coluna vertebral, crânio, mandíbulas, dentes e mamas e principalmente no biodiesel. (COSTA et al., 2012)

O biodiesel, subproduto de origem vegetal e renovável, obtido a partir do óleo de mamona, é de suma importância para economia de um país, pode ser usado com objetivo de fabricação de combustível. O Governo Federal através do Programa Nacional de Biodiesel autorizou adição de 2% de biodiesel (B2) no combustível utilizados nos veículos. Com isso, a agricultura Familiar do Estado do Nordeste, teve um grande incentivo na expansão da produção de mamona, com objetivo de fazer torta de mamona, e fundamentada principalmente na produção de óleo (CHAGAS et al., 2014).

Além disso, no Brasil, a torta de mamona vem sendo utilizada como adubação orgânica, pois é uma excelente fonte de nutrientes, como por exemplo, nitrogênio, potássio e fósforo. A torta corresponde cerca de 55% do peso das sementes, podendo variar de acordo com o teor de óleo e também do processo industrial que é utilizado na sua extração (SILVA et al., 2013)

Contudo, em paralelo ao crescimento da cultura, fatores bióticos e abióticos podem interferir no desenvolvimento do vegetal, em decorrência disso, destaca-se um fungo chamado mofo-cinzento (*Amphobotrys ricini*), que se tornou o principal problema da mamona, quando não controlado, pode acarretar perdas de até 100% da produtividade (LIMA et al., 2011).

### **O patógeno - *Amphobotrys ricini*.**

O mofo-cinzento-da-mamoneira é uma doença cujo agente causal é o *A. ricini* o qual foi relatado pela primeira vez em 1918, nos EUA, infectando as partes florais e cápsulas dos frutos de mamona. No Brasil seu aparecimento ocorreu em 1932 no Estado de SP

(INDEX FUNGORUM, 2018).

O mofo cinzento foi considerado a principal doença para a cultura da mamona em várias regiões produtoras, uma vez que sua ocorrência afeta diretamente a sua produção final (LIMA et al., 2006). Além disso, o fungo já foi descrito em outras culturas a título de exemplo, *Euphorbia pulcherrima* (bico-de-papagaio), *E. heterophylla* (amendoim-bravo), *E. hirta* (erva-de-santa-luzia), *E. milii* (coroadade- cristo), *E. maculata* (sin. *E. supina*) e *Caperonia palustrisi* (erva-mexicana) (Holcomb et al., 1989; Whitney & Taber, 1986; Holcomb, 1990; Russo, 1991; Sanoamuang, 1996).

A disseminação dos esporos decorre através dos ventos e por sementes, entretanto, agente biótipo como insetos podem também disseminar o fungo (KIMATI, et al.,2012). O fungo pode sobreviver como escleródio no solo, em resto culturais, permanecendo-se instalado de um ano para o outro (SILVA et al., 2013).

O progresso da doença está relacionado diretamente com as condições climáticas favoráveis, pois temperaturas em torno de 25°C e umidade relativa do ar altas são condições ideais para a evolução da doença do mofo-cinzento da mamoneira estimulando-se assim, a esporulação do patógeno na superfície dos tecidos afetados, que em consequência disso, o fruto fica lesionado com aspecto pulverulento.

De acordo com Almeida et al. (2005), o fungo lesiona os frutos e inflorescências da mamoneira em qualquer fase do desenvolvimento da cultura, contudo, pode-se desenvolver nas folhas e caules com a queda dos esporos no local. Comumente surgem manchas de cor azuladas com excreções amarelas nas partes atacadas. Associado com as melhores condições climáticas, a doença pode evoluir em todo fruto formando uma massa olivácea com aspecto mofoso favorecendo a podridão da baga e a diminuição do teor de óleo podendo chegar à perda de produtividade acima 50 % (ARMENDÁRIZ et al., 2015). Todavia, os sintomas do mofo cinzento variam de acordo com o hospedeiro e do órgão atacado, caracterizados na sua grande maioria pela descoloração dos tecidos, aspectos úmido e necrótico das lesões sobre as áreas afetadas (LUZ, 2014).

As principais estratégias de controle se fazem necessárias com a utilização de sementes sadias, eliminação dos restos de culturais, época de plantio na data recomendada e cultivares resistentes. Entretanto, vale ressaltar que ainda não se encontra disponível no mercado Brasileiro cultivares que expressão o genótipo de resistência desse fungo. No entanto, medidas de controle alternativos com uso de produtos químico pode ser utilizados, com objetivo de mitigar os efeitos negativos que o fungo causa na cultura da mamona (CHAGAS et al., 2014).

## **Estratégia de manejo químico - fungicida**

O aumento da população mundial exige produções de maiores quantidades e variedades de alimentos, para suprir essa demanda o uso de produtos fitossanitários tem se intensificado. Para proteger a planta contra ataques de patógeno o controle químico é uma das ferramentas mais utilizadas na agricultura, de um total de 377 mil toneladas de ingredientes ativos os fungicidas representam apenas 16%. O Mato Grosso foi líder em utilização de agrotóxicos em 2016 com participação de 20,4% seguido por SP com 13,9% e Paraná com 13,6%. Entretanto, o estado que mais utilizou fungicidas foi o Rio Grande do Sul com 19,1% Mato Grosso com 17,9% e o Paraná com 17,2%. Os fungicidas utilizados na agricultura baseiam-se em usos de moléculas orgânicas e inorgânicas, de forma sintética ou natural. Visada pela agricultura moderna esse método tem uma alta relevância, pois proporciona um controle eficiente garantindo alcançar patamares altos de produtividades (JUNIOR; BEHLAU, 2018).

O primeiro agrotóxico utilizado pelo homem para controle de doença de plantas foi datado em 1000 A.C, esse relato ocorreu na Grécia, descoberto por meio de conhecimento empírico. Na França em 1885 foi descoberto o fungicida calda bordalesa constituía uma mistura de cobre com cal hidratada, considerado o primeiro produto usado para controle de doença e plantas (JUNIOR; BEHLAU, 2018). Na década de 1960 houve uma descoberta de produtos no controle de doenças de plantas, sobretudo de fungicidas sistêmicos bem como, a carboxamida e a oxicarboxina que fazem parte do grupo dos inibidores de uma enzima chamada succinato desidrogenase (SDHI). Contudo, nessa mesma década surgiram produtos importantes como por exemplo, benomil e o tiabendazol pertencente ao grupo metil carbamato. Na década de 70 foram surgindo fungicidas inibidores da desmetilação de esteróis (DMI) como os triazóis, propiconazol, pirimidinas etc. (JUNIOR; BEHLAU, 2018).

Entretanto, nos anos 1980 a relevância desses grupos tornou-se mais evidente devido seu amplo espectro de controle de doenças, a título de exemplo foram destaques os triazóis, como ciproconazol, difenoconazol, epoxiconazol, flutriafol, tebuconazol. Ademais, teve destaque outras importantes moléculas bem como, carbendazin, tiofanato – metílico, dicarboxamidas, iprodiona, procimidona, etc. (JUNIOR; BEHLAU, 2018).

Com a chegada das estrubilurinas e outros fungicidas inibidores de quinona externa nos anos de 1990, foram disponibilizados no mercado ativos de fungicidas como por exemplo; azoxitrobina e trifloxitrobina para controle de patógenos (FREITAS et al., 2016). Por conseguinte, nos anos 2000 o uso de misturas prontas de triazóis com estrubilurinas

passaram a ser os mais utilizados na história principalmente para controle das principais doenças de plantas. No entanto, a partir de 2010 as moléculas começaram a ter sua eficiência reduzidas para algumas doenças principalmente a ferrugem asiática da cultura soja, conseqüentemente a isso, novas misturas foram introduzidas no seguimento de manejo, como foi o caso das carboxamidas e uso de fungicidas multissítios a título de exemplo o mancozeb (JUNIOR; BEHLAU, 2018).

Os produtos fitossanitários podem ser classificados quanto a sua finalidade considerando o comportamento do patógeno alvo. Fungicidas, bactericidas e nematicidas atuam expressamente sobre fungos, bactéria e nematoides, respectivamente. Os principais fungicidas utilizados para controlar doenças de plantas pertencem aos grupos Qol, DMI, MBC, ditiocarbamatos e produtos inorgânicos e também a base de cobre (JUNIOR; BEHLAU, 2018).

Inibidores da Quinona externa pertencente as estrobilurinas foram biossintetizadas a partir de um metabólito secundário produzido pelo fungo *Strobilurus tenacellus* e, por isso, são assim chamadas. Este grupo começou a ser comercializado como fungicida em 1996, sendo amplamente usado de forma isolada e em mistura com os triazóis (RODRIGUES, 2006). As estrobilurinas agem inibindo a respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons entre o citocromo *b* e o citocromo *c1*, no sítio Qo, interferindo na produção de ATP (OLIVEIRA, 2016).

Os fungicidas deste grupo atuam preventivamente, inibindo a germinação dos esporos, agindo com ação curativa e erradicante, inibindo também o desenvolvimento de fungos nos estágios iniciais de pós-germinação, com atividade antiesporulante. As moléculas são absorvidas pelas folhas de forma gradual e constante, conferindo uma proteção por mais tempo e difundindo-se pela folha, com algumas apresentando uma distribuição sistêmica uniforme (RODRIGUES, 2009). Com o aumento da umidade, a redistribuição superficial e a absorção das moléculas são incrementadas. As moléculas deste grupo também apresentam difusão translaminar. São eficientes contra um grande número de fitopatógenos, em todas as classes de fungos, a baixas concentrações, permitindo um maior intervalo entre as aplicações (ALVES, 2016). Incluem-se neste grupo azoxistrobina, picoxistrobina, piraclostrobina, fluoxastrobina, trifloxistrobina, cresoxim-metílico, entre outros ativos (RODRIGUES, 2006).

Os triazóis por sua vez a depender da aplicação podem atuar como protetores ou curativos. Apresentam elevada fungitoxicidade, rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais. Possuem ação curativa e elevado poder residual (ZAMBOLIM, 2000). Agem, também, como protetores, com ação tóxica à germinação dos esporos e à formação do tubo

germinativo e do apressório. Entretanto, esta proteção é parcial, já que o patógeno pode penetrar em tecidos tratados. Como curativo, ocorre a inibição do desenvolvimento do haustório e/ou do crescimento micelial no interior do tecido do hospedeiro (ALVES, 2016).

Os triazóis são fungicidas que agem inibindo a biossíntese de ergosterol pela inibição da demetilação do carbono na posição 14 (C14). As células fúngicas quando entram em contato com fungicidas desse grupo acumulam esteróis, como o 4,4-dimetil e o 4  $\alpha$ -metil, ambos com radical 14 $\alpha$ -metil, promovendo, por sua vez, a inativação do processo de demetilação do lanosterol até compostos intermediários, precursores do ergosterol (FORCELINI, 1994; TOMLIN, 2002).

As carboxamidas exercem sua atividade inibitória na fosforilação da cadeia respiratória, inibindo o complexo II (succinato-desidrogenase) e interrompendo o transporte de elétrons atuando a partir da fosforilação oxidativa (ENCINAS, 2004). O complexo desidrogenase succinato, ou complexo II da cadeia transportadora de elétrons da mitocôndria, utiliza o aceptor de elétrons FAD (Dinucleotídeo de Adenosina e Flavina) para efetuar a transferência de elétrons de FADH<sub>2</sub> para a CoQ. Os inibidores do complexo II são fungicidas específicos para Basidiomicota. A especificidade provavelmente reflete a configuração estrutural única do sítio de ação em Basidiomicotas. Entretanto, diferenças entre espécies podem ser significativas, apesar de não serem consideradas consistentes (GRIFFIN, 1993).

Os principais representantes do grupo das carboxamidas são benodanil, fenfuran, flutolanil, mepronil, furametpyr, fluxaproxade e benzovindiflupir (RODRIGUES, 2006). Os estudos com o fluxaproxade mostram bons resultados no controle de *Corynespora cassicola* (TERAMOTO et al., 2012), além de *P. pachyrhizi*, *Cercospora kikuchii* e *Septoria glycines*, que constam na bula da mistura fluxaproxade + piraclostrobina (RODRIGUES, 2006).

A pressão de seleção exercida por fungicidas específicos contribui para o estabelecimento de populações resistentes. A seleção e a recombinação são, do ponto de vista populacional, mecanismos evolutivos que tem implicações para o manejo de doenças por interferirem na predominância de indivíduos resistentes a fungicidas. Muito embora a tática mais aceitável de manejo da doença em questão na cultura da mamoneira encontra-se baseada no emprego de cultivares resistentes, é de extrema importância conhecer alguns atributos inerentes ao patógeno, como variabilidade genética, modo de reprodução, compatibilidade vegetativa e resistência a fungicidas, de modo a implementar técnicas alternativas de manejo da doença, como uso de fungicidas e plantios em áreas desfavoráveis ao patógeno (REIS et al., 2006).

No AGROFIT (2019) um elemento relevante e importante na escolha de produtos

registrados no Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento, afirma que não existe recomendação de formulações e/ou combinações químicas para controle químico do mofo cinzento da mamoneira, visto a inexistência de produtos no mercado disponível direcionado para tal finalidade.

Chagas et al. (2014), em estudo sobre o controle de mofo-cinzento da mamoneira por métodos químico, biológico e com óleos essenciais, verificaram que os fungicidas azoxystrobina, mancozeb e carboxim + thiran foram considerados ineficientes ( $ED_{50} > 50 \mu\text{L/L}$ ), já os fungicidas tiofanato metílico, carbendazim, tebuconazole, iprodione e procimidione foram altamente eficientes quanto ao controle da doença quando comparados com os tratamentos biológico e alternativo (óleos essenciais).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Estrela Dalva, localizada na Rodovia BR 070, km 136, latitude 15°40'31.3" e longitude: 54°09'27.6", altitude 708 m), município de Primavera do Leste, MT. O solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico.

A semeadura foi realizada no dia 05 de março de 2018, utilizando o híbrido de mamona AG IMA110204, em sistema de plantio direto, com adubação de plantio correspondente ao adubo formulado 20-00-20 (200 kg ha<sup>-1</sup>), fornecido a lanço após 35 dias emergidos. Para controlar plantas daninhas usou-se 1 L por kg ha<sup>-1</sup> de Dual Gold® (S-metalocloro) com Gramocil® (paraquat + diuron) mais adjuvante, em pré-emergência. Contudo, em pós-emergência aplicou-se para controle de folha largas na dose de 30 g por kg ha<sup>-1</sup> de Gladium® (etoxissulfurom). Entretanto, para o manejo de pragas, sobretudo o ácaro utilizou-se 0,5 L por kg ha<sup>-1</sup> de Abamex® (abamectina) associado com controle de lagartas a dose de 150 ml por kg ha<sup>-1</sup> de Ampligo® (lambda-cialotrina), por fim, em que se refere a nutrição de plantas foi realizado um complexo de micro e micronutrientes.

O experimento foi realizado em blocos ao acaso (DBC) com oito tratamento e quatro repetições (Tabela 1) com total de 32 unidades experimentais (U.E.). Cada parcela apresentou as dimensões de 3,6 x 7,0 m, totalizando uma área útil de 25,2 m<sup>2</sup> (foram desconsideradas para avaliação as bordaduras de 1,0 m). Os tratamentos de fungicida foram aplicados aos 70, 79 e 91 dias após o plantio (DAP). As variáveis sanitárias foram avaliadas a partir dos 89, 97 e 103 (DAP) iniciando a partir da severidade do mofo cinzento no primeiro, segundo e terceiro racemo utilizando a escala diagramática (Figura 1), de acordo com Chagas et al. (2010), avaliando-se três racemos por plantas no total de dez por tratamento. Em seguida, levando em consideração os diferentes dias e a severidade (%) as curvas de progresso foram calculadas e integralizadas através da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).

A partir de sete medidas temporais da severidade (Sev) realizadas aos 89, 97 e 103 dias após o plantio (dap), calculou-se área abaixo da curva de progresso da severidade fitossanitária (AACPD), integrando a curva de progresso da doença para cada tratamento (severidade x sete dias de avaliação), por meio da fórmula:

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \frac{(X_i + X_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}{2}$$

Onde, n é o número de avaliações da severidade fitossanitária, Xi é a severidade fitossanitária e (ti+1-ti) é o número em dias entre as avaliações consecutivas (CAMPBELL e

MADDEN, 1990). O valor da AACPF sintetiza todas as avaliações de severidade em um único valor.

A taxa de infecção (TI) foi calculada através da regressão linear sendo os dias o valor de X e Y os valores de severidade fitossanitária, sendo o parâmetro de coeficiente angular obtido no Excel<sup>®</sup>, correspondente a taxa de crescimento dada em % de severidade fitossanitária dia<sup>-1</sup>.

As variáveis morfoagronômicas mensuradas foram a altura de plantas (AP), o qual tomou-se com auxílio de régua métrica 10 plantas por tratamentos por tratamento, tomando-se a partir da base do solo ao ápice apical, realizando-se assim uma média aritmética de cada parcela e bloco. A população de plantas (Pop) por bloco foi calculada, seguindo os mesmos procedimentos, o qual avaliou-se quatro linhas de sete metros de comprimentos e contabilizou-se o número de plantas por m<sup>2</sup>. A produtividade (Pr) foi avaliada em duas linhas centrais com uma área útil de 9 m<sup>2</sup>, descartando-se um metro de suas extremidades, portanto, foram colhidos até quatro racemos por plantas e suas respectivas bagas coletadas, pesadas em balança de precisão e calculada por regra de três simples, afim de obter a produtividade final por tratamento ha<sup>-1</sup>.

A eficácia do tratamento (EC) foi calculada a partir de regra de três comparando as severidades aos 89, 97 e 103 dap, AACPD, TI, AP, Pop e produtividades (kg ha<sup>-1</sup> e sc ha<sup>-1</sup>) dos tratamentos aplicados com as severidades e produtividades da testemunha, permitindo verificação de incrementos e/ou reduções das variáveis analisadas.

A eficácia do tratamento foi calculada a partir de regra de três comparando as severidades e produtividades dos tratamentos aplicados com as severidades e produtividades da testemunha que equivalem a 100 %. As médias acima (valores em positivo) ou abaixo (valores em negativo) de cada tratamento via regra de três, apontam os incrementos e/ou reduções das variáveis analisadas.

$$EC = \left( \frac{\mu_{tratamento} * 100}{\mu_{testemunha}} \right) - 100$$

Onde  $\mu_{tratamento}$  representa a média do tratamento para a variável considerada e  $\mu_{testemunha}$  representa a média obtida da testemunha para a variável considerada.

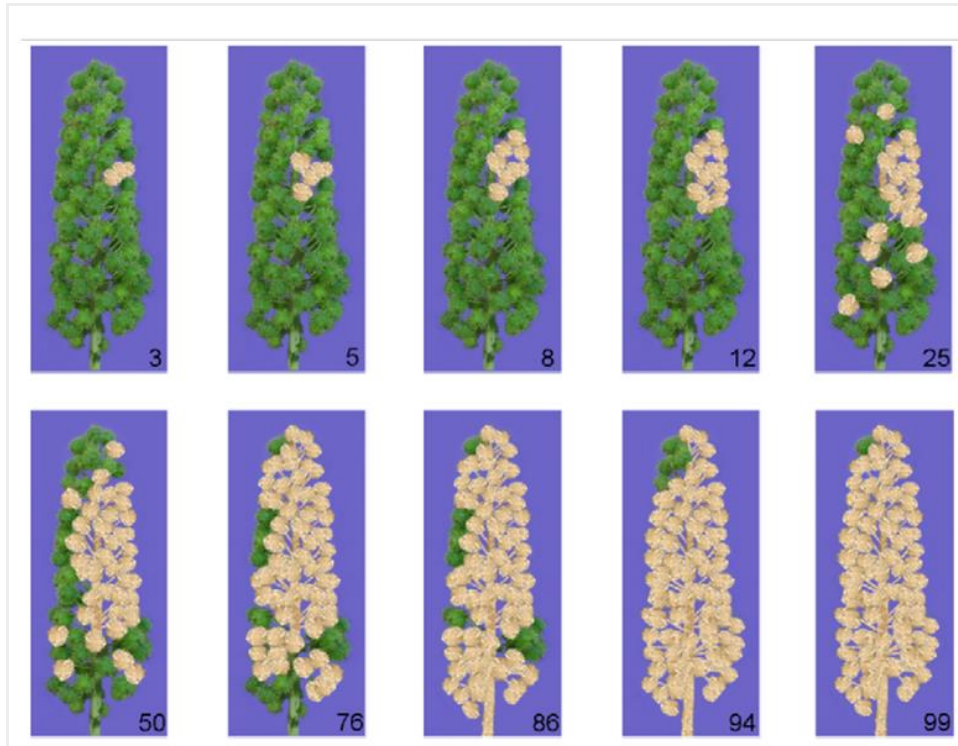
Utilizando o software R, tanto os parâmetros sanitários e morfoagronômicos utilizados para confecção de gráficos Box-Plot dos fatores tratamentos e Racemos, o teste de



hipótese paramétrico (ANOVA) seguido do teste de comparação de médias Skott-Knott, e teste não paramétrico Friedman, seguido do teste de comparação de médias Tukey, também para os fatores tratamentos e racemos, ambos à 5% de significância. Todas as variáveis dependentes foram submetidas a análise de componentes principais (CP) e a análise multivariada (MANOVA) biplot.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos (fungicidas e seus nomes comerciais), ingredientes ativos e datas de aplicações em dias após o plantio (dap), dosagens e volumes da calda.

Tratamentos (nomes comerciais de fungicidas)	Número de aplicações, datas de aplicação, ingredientes ativos (misturas)	Dosagens (L ha <sup>-1</sup> )	Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )
T1. Testemunha	Não aplicado	-	-
T2. Horos	1a. aplic. (70 dap) tebuconazol+picoxistrobina, 2a. aplic. (79 dap) tebuconazol+picoxistrobina, 3a. aplic. (91 dap) tebuconazol+picoxistrobina	0,50	150
T3. Aproach	1a. aplic. (70 dap) picoxistrobina +ciproconazole, 2a. aplic. (79 dap) picoxistrobina +ciproconazole, 3a. aplic. (91 dap) picoxistrobina+ciproconazole	0,30	150
T4. Carbendazin	1a. aplic. (70 dap) carbendazin, 2a. aplic. (79 dap) carbendazin, 3a. aplic. (91 dap) carbendazin	1,00	150
T5. Sumilex	1a. aplic. (70 dap) procimidona, 2a. aplic. (79 dap) procimidona, 3a. aplic. (91 dap) procimidona	1,00	150
T6. Celeiro	1a. aplic. (70 dap) flutriafol + tiofanato metílico, 2a. aplic. (79 dap) flutriafol + tiofanato metílico, 3a. aplic. (91 dap) flutriafol + tiofanato metílico	1,00	150
T7. Rovral	1a. aplic. (70 dap) iprodiona, 2a. aplic. (79 dap) iprodiona, 3a. aplic. (91 dap) iprodiona	0,40	150
T8 Alto 100	1a. aplic. (70 dap) ciproconazol, 2a. aplic. (79 dap) ciproconazol, 3a. aplic. (91 dap) Ciproconazol	0,30	150



**Figura 1.** Escala diagramática adaptada para avaliação da severidade (%) do mofo-cinzentoda-mamona causada por *Amphobotrys ricini* (CHAGAS et al., 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 89 e 97 DAP foi observado a presença de valores discrepantes em todos os tratamentos. O limite superior mostrou que somente no tratamento T1 (testemunha) apresentou variabilidade dos dados, já o limite inferior não demonstrou variabilidade. Ainda nesta data de avaliação, a mediana foi igual a zero para todos os tratamentos, podendo caracterizar uma medida falha para a dispersão dos mesmos (Figura 2AB).

Aos 103 DAP foi observado a presença de valores discrepantes somente nos tratamentos T4 (carbendazin), T5 (procimidona) e T6 (flutriafol + tiofanato). O limite superior indicou variabilidade dos dados nos tratamentos T1 (testemunha), T2 (tebuconazole + pixostrobina +), T3 (picoxistrobina + ciprocolazole), T4 – (Carbendazin) e T7 (Iprodiona). O limite inferior não indicou variabilidade dos dados. A mediana nos tratamentos variou de 0 à 10 % de severidade, sendo esta maior mediana observada para o tratamento T1 (testemunha - Figura 2C).

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) apresentou valores discrepantes em todos os tratamentos, exceto para os tratamentos T1 e T2. Os limites inferiores e superiores não indicaram variabilidade dos dados. A amplitude de variação da mediana da AACPD foi de aproximadamente de 0 à 60, sendo a maior mediana verificada no tratamento sem aplicação ou T1 (Figura 2D).

A taxa de infecção representada em % dia<sup>-1</sup>, não apresentou valores discrepantes entre os tratamentos. O limite superior indicou os tratamentos T2, T3, T4, T5, T7 e T8 com maior variabilidade entre os tratamentos. Já o limite inferior indicou os tratamentos T1 e T8 como os tratamentos com maior variabilidade. A mediana de maior amplitude no valor de 25 % dia<sup>-1</sup> observada para o tratamento T4 e a menor mediana no valor de 12 % dia<sup>-1</sup> foi observada no tratamento T5 e T7 (Figura 2E).

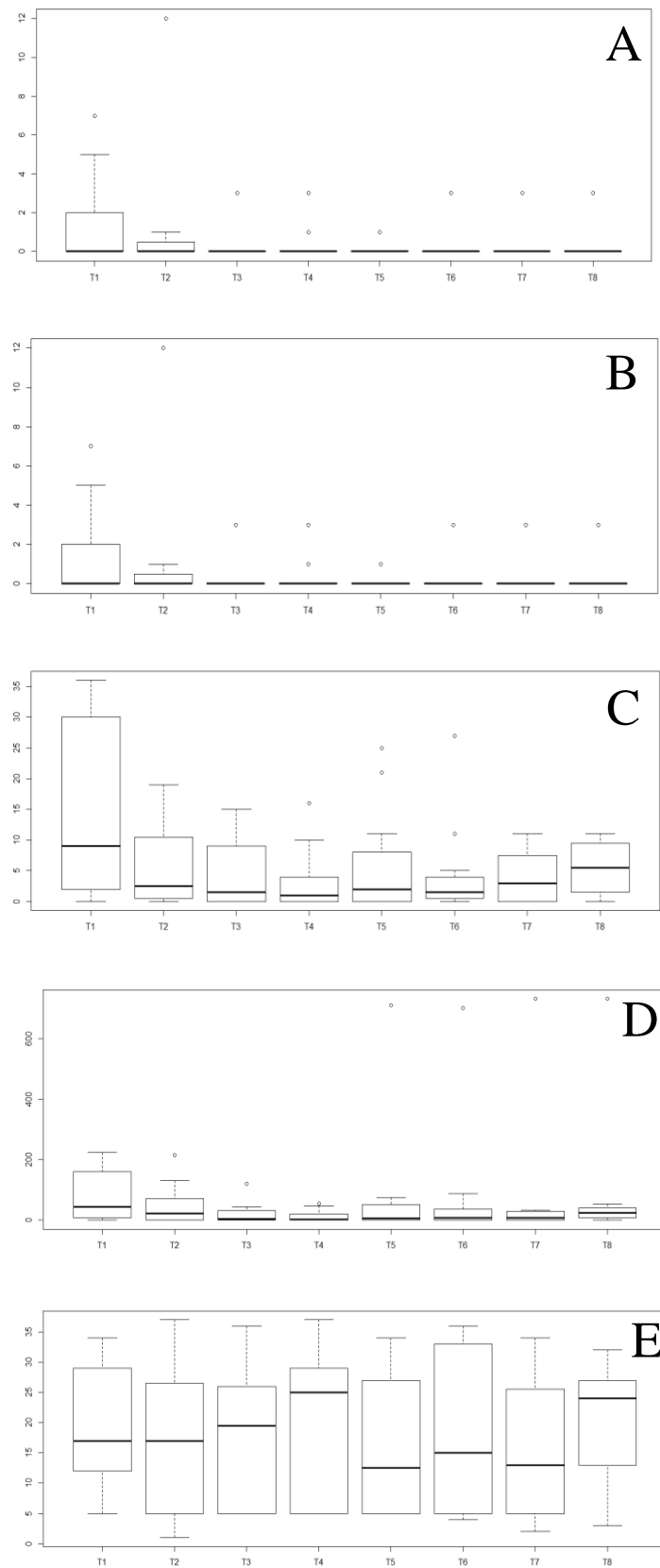
Aos 89 e 97 dap foi observado a presença de valores discrepantes em todos os racemos. O limite superior mostrou que somente o racemo 1 apresentou variabilidade dos dados, não sendo verificado variabilidade nos demais racemos para o limite inferior. Ainda nestas datas de avaliação, a mediana foi igual a zero em todos os racemos, não havendo variação entre os tratamentos (Figura 3AB).

Aos 103 dap foi observado a presença de valores discrepantes somente nos racemos avaliados. O limite superior indicou variabilidade dos dados nos racemos 1 e 2. O limite

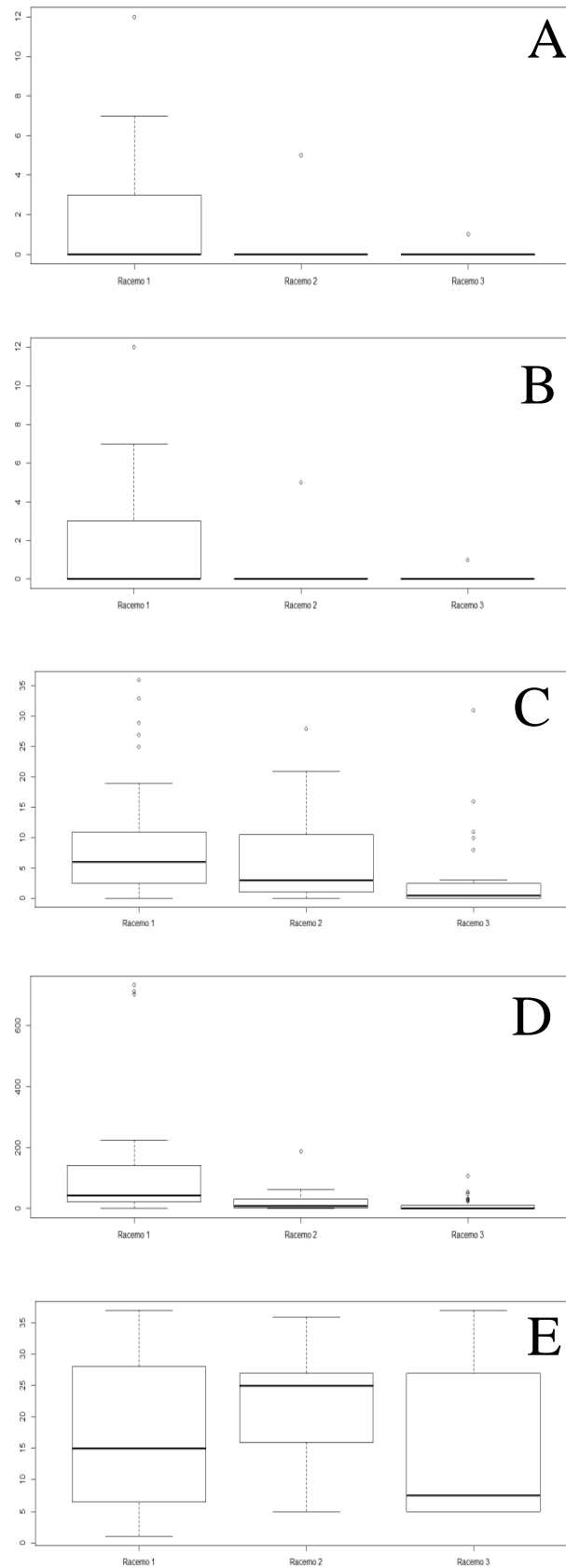
inferior não indicou variabilidade dos racemos. A mediana nos tratamentos variou de 0 à 5 % de severidade, sendo esta maior mediana observada no racemo 1 (Figura 3C).

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) apresentou valores discrepantes em todos os racemos. O limite superior apresentou maior variabilidade dos dados no racemo 1, não havendo variabilidade dos dados mediada pelo limite inferior. A amplitude de variação da mediana da AACPD foi de aproximadamente de 0 à 60 entre os racemos, sendo a maior mediana verificada no racemo 1 (Figura 3D).

A taxa de infecção representada em % dia<sup>-1</sup>, não apresentou valores discrepantes entre os racemos. O limite superior indicou os três racemos com maior variabilidade dos dados. Já o limite inferior indicou os racemos 1 e 2 com maior variabilidade. A mediana de maior amplitude no valor de 25 % dia<sup>-1</sup> observada no racemo 2 e a menor mediana no valor de 7 % dia<sup>-1</sup> foi observada no racemo 3 (Figura 2E).



**Figura 2.** Box plot para verificar o efeito dos tratamentos com fungicidas em racemos de mamona infectadas *Amphotryps ricini*. **A.** severidade aos 89 dap, **B.** severidade aos 97 dap, **C.** severidade aos 103 dap, **D.** área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), **E.** taxa de infecção (TI).



**Figura 3.** Box plot para verificar o efeito sobre os diferentes racemos tratados com fungicidas para inibir a infecção por *Amphobotrys ricini*. **A.** severidade aos 89 dap, **B.** severidade aos 97 dap, **C.** severidade aos 103 dap, **D.** área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), **E.** taxa de infecção (TI).

Sem selecionar as variáveis sanitárias, aquelas que mais explicaram as diferenças entre os tratamentos com fungicidas foram a severidade aos 103 dap (X103), AACPD e a severidade aos 97 dap (X97). Os tratamentos que menos sofreram danos pelo fitopatógeno foram o tratamento T4, T3 e T2. O tratamento T1 apresentou maior severidade na avaliação aos 103 dap (Figura 4A), contudo, pode vir a ser uma opção para diminuir o dano causado pela doença o uso de cultivares resistentes, tratamento das sementes antes do plantio, eliminação de restos culturais e hospedeiros alternativos, evitando que as fases de florescimento e enchimento dos frutos coincidam com as épocas chuvosas, além da aplicação de fungicidas (LIMA et al., 2001; SOARES, 2012).

As variáveis que mais explicaram as diferenças entre os racemos foram a AACPD e TI, sendo o racemo 3, aquele que no experimento sofreu menor incidência do mofo cinzento. O racemo mais afetado foi o racemo 1 pois apresentou maior AACPD (Figura 4B).

Apresentou índices elevados da doença entre os blocos, sendo a maior AACPD observada no bloco 2 (B), os blocos 3 e 4 (C e D) apresentaram maiores severidades aos 103 dap, diferenciando conseqüentemente do bloco 1 (Figura 4C).

Ao considerar o fator tratamento, racemo e blocos destacaram-se as variáveis AACPD, TI e severidade aos 103 dap (Figura 4).

Ao selecionarmos as variáveis que indicaram maior dissimilaridade entre os três fatores considerados, novamente os tratamentos T4, T3 e T2 apresentaram as maiores AACPD, diferenciando dos demais tratamentos com fungicidas (Figura 5A). O racemo 1 apresentou maior AACPD, diferenciando dos racemos 2 e 3 que apresentaram severidades menores (Figura 5B). O bloco 2 (B) que apresentou maior AACPD, diferenciando dos blocos 1(A), 3 (C) e 4 (D) (Figura 5C).

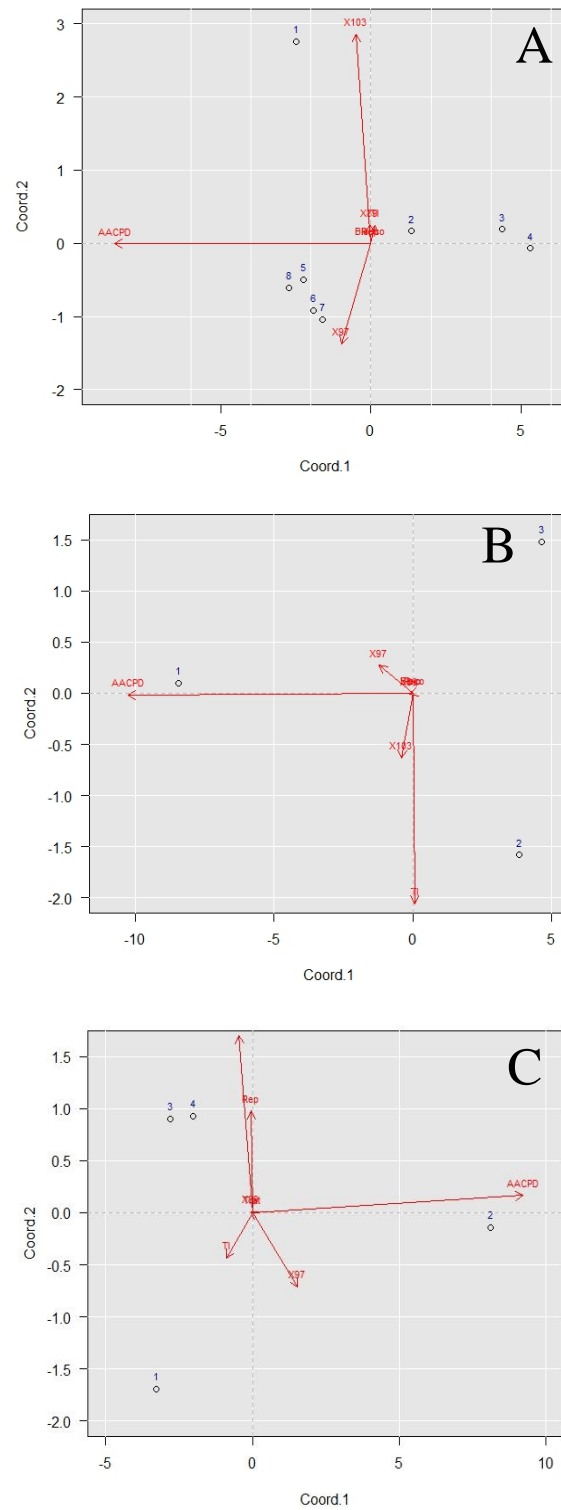
Através das correlações canônicas foi possível verificar que as variáveis sanitárias que mais explicaram as diferenças entre os tratamentos com fungicidas foram a severidade aos 89, 97 e 103 dap, AACPD e TI. Todos os tratamentos com aplicação de fungicidas foram correlacionados apresentando as menores médias das variáveis sanitárias, com exceção da testemunha T1 que apresentou maior média de severidade aos 103 dap, divergindo dos demais (Figura 6A).

As variáveis sanitárias apresentadas pelas correlações canônicas indicaram a severidade aos 89, 97 e 103 dap, AACPD e TI, que mais explicaram as diferenças entre os racemos. Todos os racemos apresentaram comportamentos distintos sendo o racemo 1 mais afetado pelo mofo cinzento, diferenciando dos racemos 2 e 3 que foram pouco afetados pela doença. Os racemos maduros assim como órgãos maduros e/ou senescentes são mais afetados

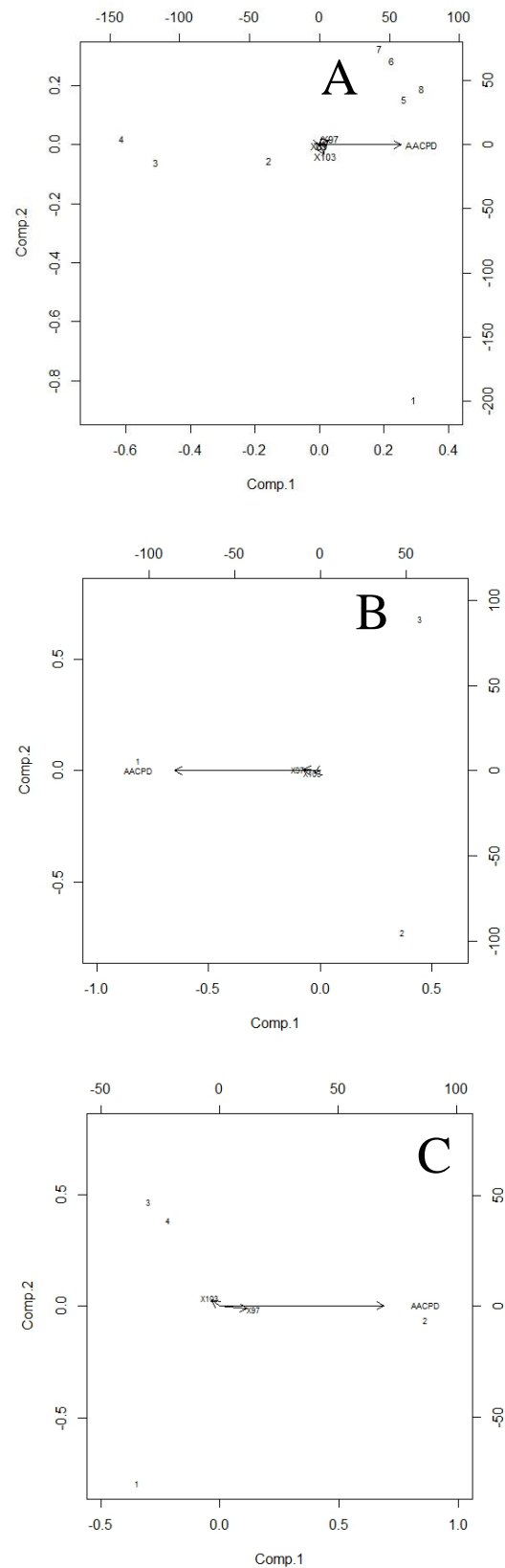


por fitopatógenos devido à redução de enzimas como quitinases produzidas pelo hospedeiro e redução da espessura da parede celular permitindo a infecção, somado ao fato a localização do primeiro racemo num local do tecido vegetal com microclima favorável (umidade na forma de molhamento, ar e sombreamento) permitindo a infecção (BEDENDO et al., 2018).

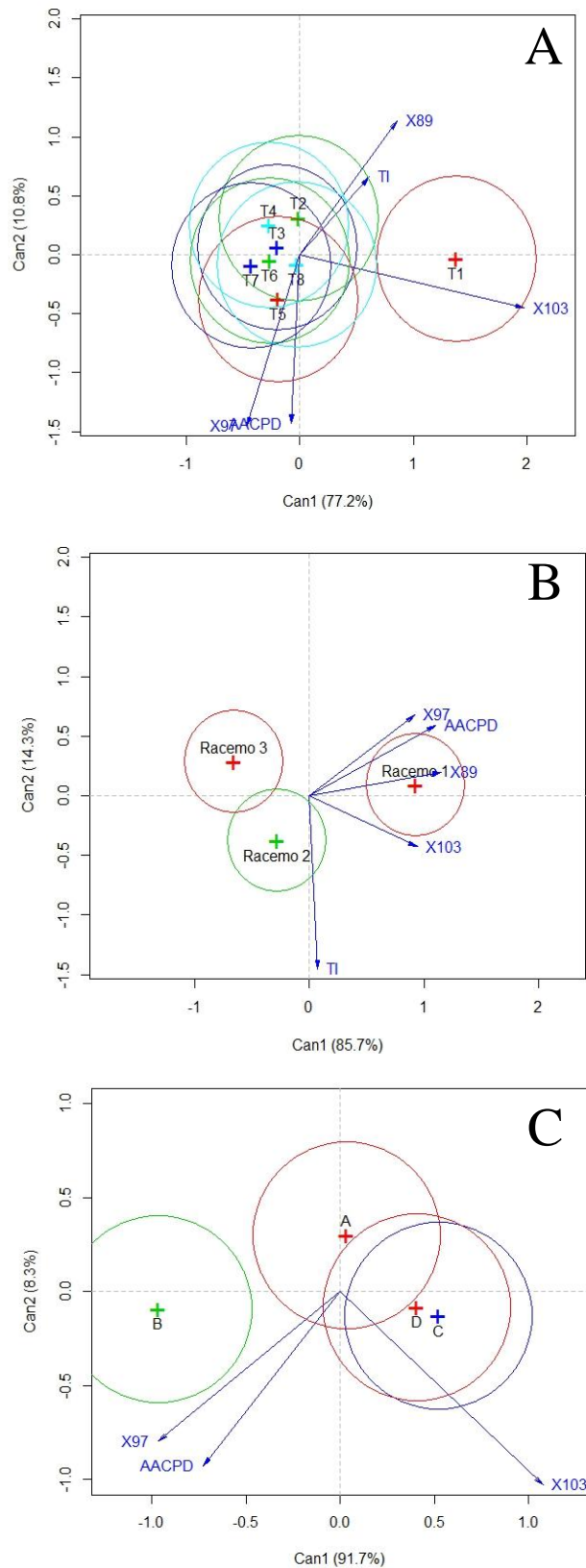
Apresentou diferença significativa entre todos os fatores analisados, sendo que, as variáveis sanitárias que mais explicaram as diferenças entre os blocos foram a severidades aos 97 e 103 dap e a AACPD. Os blocos C e D apresentaram similaridades quanto as variáveis consideradas, ficando parcialmente similar ao bloco A, no entanto, os três blocos diferenciaram do bloco B que diferenciou grandemente dos demais. Todos os blocos apresentaram severidades do mofo cinzento reduzidas (Figura 6C).



**Figura 4.** Componentes principais entre as variáveis sanitárias não selecionadas de plantas de mamona infectadas por *Amphobotrys ricini*, submetida a diferentes tratamentos com fungicidas. **A.** Efeito dos tratamentos, **B.** efeito sobre os racemos, **C.** efeito dos blocos.



**Figura 5.** Componentes principais entre as variáveis sanitárias selecionadas de plantas de mamona infectadas por *Amphobotrys ricini*, submetida a diferentes tratamentos com fungicidas. **A.** Efeito dos tratamentos, **B.** efeito sobre os racemos, **C.** efeito dos blocos.



**Figura 6.** Biplot de scores médios entre as variáveis sanitárias selecionadas de plantas de mamona infectadas por *Amphobotrys ricini* submetida a diferentes tratamentos com fungicidas. A. Efeito dos tratamentos, B. efeito sobre os racemos, C. efeito dos blocos.

A severidade aos 89, 97 e 103 dap, AACPD e TI, não apresentaram distribuição Normal e Homogeneidade de variâncias não sendo permitido a aplicação de um teste de

hipótese paramétrico, rejeitando-se via teste não paramétrico (valor de Friedman) apenas as variáveis severidade aos 89, 97 e 103 dap, e AACPD (Tabela 2).

Aos 89 dap, período após 19 dias da primeira aplicação dos fungicidas, e 10 dias após a segunda aplicação o tratamento T5 (Procimidona) reduziu estatisticamente a severidade do mofo-cinzeno-da-mamona. O experimento *in vitro* realizado com o objetivo de verificar a sensibilidade do fungo *A. ricini* quanto a sua fungitoxicidade de fungicidas descrito por Prazeres (2011) revela que os fungicidas Azoxistrobina, Procimidone, Iprodiona apresentam alta fungitoxicidade no patógeno, em que a ED<sub>50</sub> destes ml<sup>-1</sup> produtos químicos foi < 1 µg, pode-se concluir que os mesmos foram altamente eficientes no controle do *A. ricini* esse mesmo fato foi constatado por Chagas (2009) para os fungicidas tebuconazol, carbendazim, tiofanato metílico e iprodione.

Os demais tratamentos apresentaram medias de severidades iguais estatisticamente a testemunha. Aos 97 DAP de avaliação da severidade, aos 18 dias após a segunda aplicação dos tratamentos com fungicidas novamente destacou-se estatisticamente o tratamento T5, comportamento similar aos 89 DAP (Tabela 2). Aos 103 DAP de avaliação da severidade, aos 12 dias após a terceira aplicação dos tratamentos com fungicidas destacaram-se diferencialmente os tratamentos T3 (picoxistrobina+ciproconazole) e T4 (carbendazin), sendo os demais tratamentos estatisticamente similares a testemunha (Tabela 2). Em incidência de aproximadamente de 20 % de *Botrytis ricini*, ao tratar as sementes de mamona com captam, tiofanato metílico e tiabendazol diferenciaram estatisticamente da testemunha (incidência de fungos de 11-12%, tratamentos 0-3,4% de incidência) (COSTA et al., 2014).

O tratamento T4 (carbendazim) foi mais promissor para reduzir a epidemia do mofo-cinzeno nos diferentes racemos para reduzir a epidemia, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 2). Não houve diferença significativa da TI entre os tratamentos.

Não houve distribuição normal e homogeneidade das variâncias das variáveis sanitárias para diferenciar os racemos (observa-se coeficiente de variação muito alto para o valor de F), restando o teste não paramétrico (valor de Friedman). Aos 89 e 97 DAP a menor incidência da doença ocorreu nos racemos 2 e 3, diferindo estatisticamente do racemo 1. Aos 103 DAP a menor severidade do mofo cinzeno ocorreu no racemo 3, diferindo estatisticamente dos racemos 1 e 2. A menor AACPD ocorreu nos racemos 2 e 3, diferindo estatisticamente do racemo 1 (Tabela 3). Não houve diferença significativa entre os racemos quanto a taxa de infecção (TI).

Dos 89 dias aos 97 DAP em todos os tratamentos as amplitudes de medias de severidades variaram de 0-2%, sem progresso elevado. O pico de elevação do progresso do

mofo cinzento ocorreu aos 97 DAP entre os tratamentos sendo o maior progresso observado para a testemunha, e o menor progresso observado no tratamento T4. Neste trabalho o momento crítico de aplicação de fungicidas para resposta de controle está próximo dos 97 DAP (Figura 7A).

**Tabela 2.** Comparações múltiplas entre médias da severidade de racemos a necroses provocadas por *Amphobotrys ricini* aos 89, 97 e 103 dap, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e taxa de infecção (TI)\*.

Tratamentos	Severidade (%) em diferentes dias após o plantio (dap)			AACPD
	89	97	103	
T1. Não aplicado fungicida	1,33 a	1,33 a	15,25 a	80,25 a
T2. Tebuconazol+picoxistrobina	1,67 a	1,16 ab	5,75 ab	47,58 ab
T3. Picoxistrobina +ciproconazole	0,25 ab	0,25 ab	4,58 b	21,75 ab
T4. Carbendazin	0,33 ab	0,33 ab	3,25 b	14,00 b
T5. Procimidona	0,08 b	0,08 b	5,91 ab	78,17 ab
T6. Flutriafol + tiofanato metílico	0,50 ab	0,50 ab	4,42 ab	75,33 ab
T7. Iprodiona	0,50 ab	0,50 ab	3,92 ab	72,67 ab
T8. Ciproconazol	0,50 ab	0,50 ab	5,75 ab	82,25 ab
Shapiro-Wilk (Normalidade)	0,5526 <sup>ns</sup>	0,6256 <sup>ns</sup>	0,9426 <sup>ns</sup>	0,6713 <sup>ns</sup>
Bartlett (Homogeneidade)	62,17 <sup>ns</sup>	58,13 <sup>ns</sup>	24,38 <sup>ns</sup>	36,53 <sup>ns</sup>
Valor F <sub>7,21</sub>	0,9253 <sup>ns</sup>	0,9253 <sup>ns</sup>	2,6778*	0,6519 <sup>ns</sup>
Coefficiente de Variação (%)	2749,37	3296,31	1107,02	2267,38
Valor de Friedman	<b>6,1400*</b>	<b>6,1463**</b>	<b>7,3143**</b>	<b>8,6667**</b>

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si ao teste Tukey à 5% de significância; coeficiente em negrito representam o teste de hipótese considerado para interpretação e análise.

O ambiente interfere no progresso de uma epidemia por influenciar as várias fases do ciclo de vida do patógeno, bem como a interação com fases específicas de crescimento com o hospedeiro (BERGAMIM FILHO et al., 2002). As severidades de racemos a necroses provocadas por *Amphobotrys ricini* observadas na Tabela 2 para todos os tratamentos é considerada baixa (máximo de 15,25% na testemunha), o que pode ter influência direta com o clima regional predominante no período de condução do experimento.

Suassuna et al. (2004), quando avaliaram o efeito da temperatura sobre o crescimento micelial e a esporulação de cinco isolados de *A. ricini*, observaram que quatro isolados apresentaram maior crescimento micelial na faixa de temperatura entre 20 °C e 25 °C e apenas um dos isolados apresentou maior crescimento micelial na faixa de 15 °C a 20 °C. Em trabalho realizado na Embrapa Clima Temperado, estudando o crescimento micelial de três isolados de *A. ricini* obtidos na região, Ueno (2007) detectou que a temperatura ótima

para o crescimento micelial foi de 20,1°C. No presente experimento, as faixas de temperatura verificadas pela Estação Meteorológica da empresa BASF na região de desenvolvimento da cultura ficaram em média de 33,1 °C em março; 32,8 °C em abril; 29,05 °C em maio; 22,2 em junho; e °C em julho; demonstrando que apenas os meses de junho e julho apresentaram temperaturas ideais ao desenvolvimento do patógeno, o que não beneficiou para que uma quantidade de inóculo inicial causasse maior severidade da doença nas plantas avaliadas.

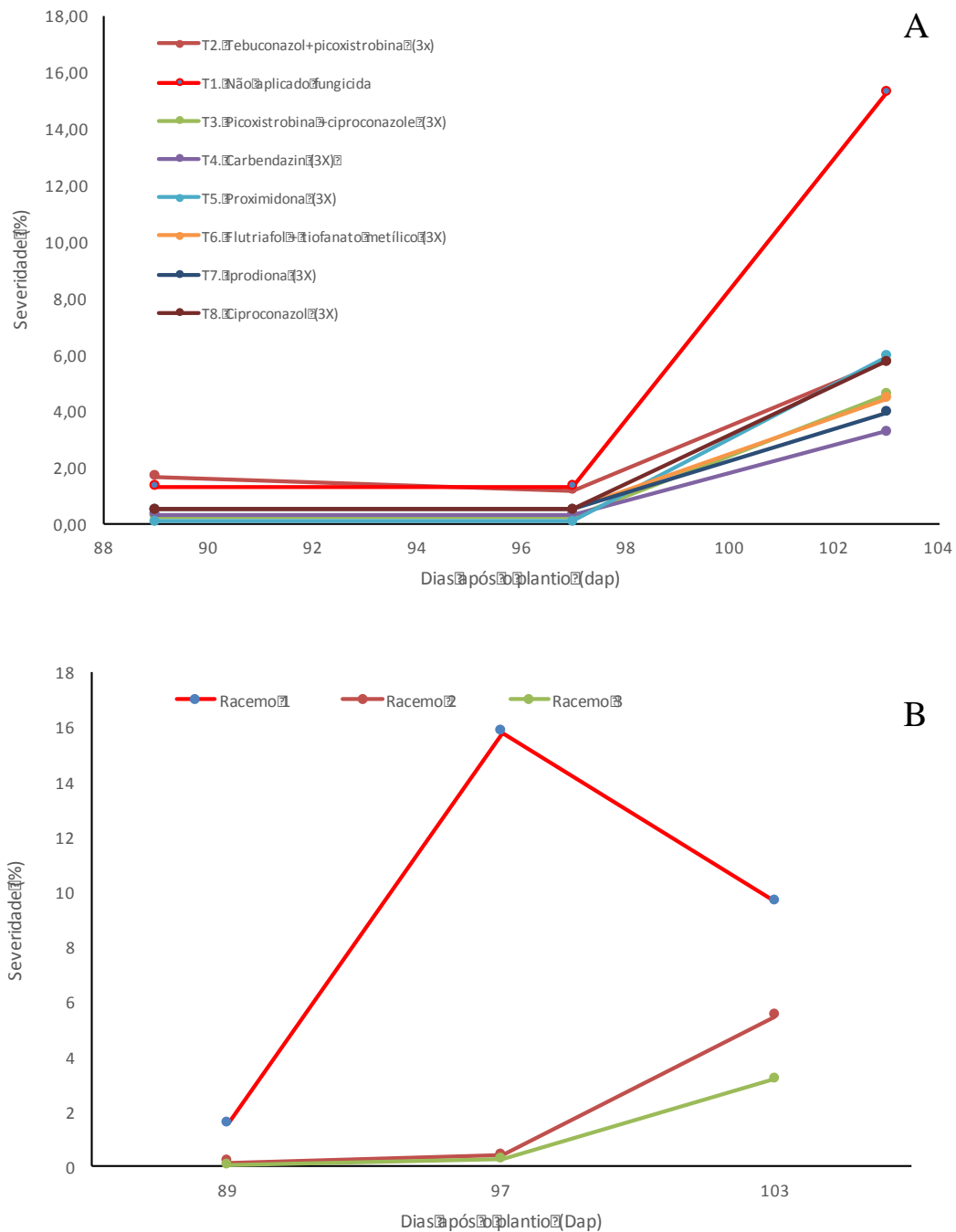
No entanto, Araújo et al. (2004) quando estudou o efeito da temperatura sobre a germinação de conídios de cinco isolados de *A. ricini*, verificou que m dos isolados estudados apresentou maior geminação a 20 °C, enquanto três isolados apresentaram maior germinação a 25 °C, e outro a 30 °C, ou seja, o patógeno tem alta plasticidade, com germinação dos conídios em ampla faixa de temperatura.

**Tabela 3.** Comparações múltiplas entre médias dos efeitos tipos de racemos tratados com fungicidas na severidade de necroses provocadas por *Amphobotrys ricini* aos 89, 97 e 103 dap, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e taxa de infecção (TI) \*.

Tipos de Racemos	Severidade (%) em diferentes dias após o plantio (dap)			AACPD	TI (% dia <sup>-1</sup> )
	89	97	103		
Racemo 1	1,56 a	15,78 a	9,65 a	145,69 a	17,37 a
Racemo 2	0,15 b	0,4 b	5,46 a	19,87 b	21,53 a
Racemo 3	0,03 b	0,25 b	3,18 b	11,44 b	15,28 a
Shapiro-Wilk (Normalidade)	0,6327 <sup>ns</sup>	0,6187 <sup>ns</sup>	0,8518 <sup>ns</sup>	0,7108 <sup>ns</sup>	0,8863 <sup>ns</sup>
Bartlett (Homogeneidade)	101,59 <sup>ns</sup>	101,59 <sup>ns</sup>	8,80**	65,12 <sup>ns</sup>	5,31 <sup>ns</sup>
Valor F <sub>3,21</sub>	0,9253 <sup>ns</sup>	1,4242*	6,3407*	2,1128 <sup>ns</sup>	4,2675 <sup>ns</sup>
Coefficiente de Variação (%)	2571.81	2521,3	1170,12	2070,31	1453,9
Valor de Friedman	<b>6,1400**</b>	<b>7,5384**</b>	<b>6,5000**</b>	<b>6,5000**</b>	<b>2,0000<sup>ns</sup></b>

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si ao teste Tukey à a 5% de sindicância; coeficiente em negrito representam o teste de hipótese considerado para interpretação e análise.

Observa-se que a severidade da doença no racemo 1 (Tabela 3, Figura 7) é maior quando comparado aos racemos 2 e 3 na maioria das avaliações. Tal fato possivelmente ocorreu pelo racemo 1 ser o primeiro emitido pela planta, o que fez com que ele tivesse contato com o inóculo antes dos demais racemos que foram emitidos posteriormente. Outra possibilidade dessa ocorrência é de que o racemo 1 encontra-se na parte média-inferior da planta, sendo mais sombreado que os demais, o que pode ocasionar uma micro clima mais ameno e favorável ao desenvolvimento do patógeno em questão.



**Figura 7.** Curvas de progresso da severidade do mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*) em plantas de mamona e seus efeitos. A. efeito dos tratamentos, B. efeito dos racemos.

A tendência é que o manejo químico com fungicida diminua a severidade da doença e conseqüentemente aumente a produtividade devido à sanidade da planta quando aplicado corretamente e em condições ideais. Em tecnologia de aplicação, os fatores do ambiente e hospedeiro podem auxiliar ou prejudicar a deposição dos produtos fitossanitários, sobre os seus alvos no momento da pulverização (BOLLER; FERREIRA; COSTA, 2011). Há

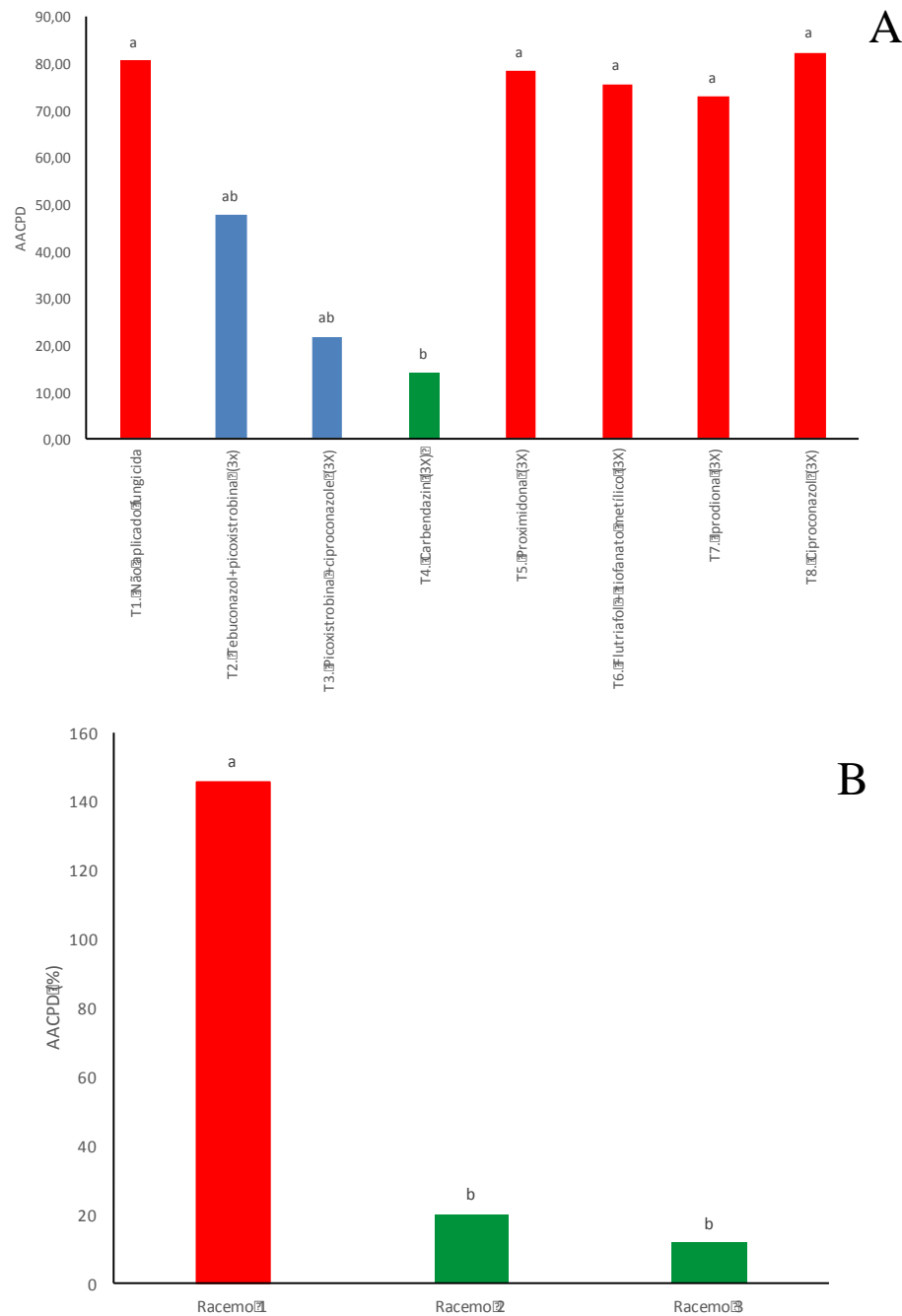


uma deficiência de literaturas que tratem da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários na cultura da mamoneira, o que pode levar a crer que a forma como é comumente realizada não seja eficiente em atingir o alvo (patógeno) pela má distribuição na planta e nos órgãos afetados pela arquitetura da planta e localização dos racenos, o que pode explicar o fato observado na Figura 7, em que o racemo 1 apresenta maior AACPD possivelmente devido a sua localização na planta.

As médias dos tratamentos T1 (testemunha), T5, T6, T7 e T8 apresentaram as maiores áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) diferindo estatisticamente do tratamento T4 que mais reduziu a severidade dos racemos (Figura 8A). A maior AACPD foi reconhecida no racemo 1, diferindo estatisticamente dos racemos 2 e 3 (mais jovens) que foram menores (Figura 8B).

Chagas et al. (2014) avaliando fungicidas, óleos essenciais e agentes biológicos no controle de *A. ricini* em mamoneira, verificou os fungicidas mais eficientes na na diminuição do diâmetro de colônias do patógeno foram os ingredientes ativos tiofanato metílico, carbendazim, tebuconazole e iprodione, semelhante ao observado no presente estudo para o fungicida carbendazim em campo. Quanto à inibição da germinação dos conídios de *A. ricini*, os fungicidas tebuconazole e clorotalonil foram os melhores em todas as concentrações testadas, sendo a média dos conídios germinados destes fungicidas de 0,0 e 0,15%, respectivamente, contra 100% da testemunha; o clorotalonil demonstrou resultado interessante no trabalho dos autores supracitados podendo entrar como um novo tratamento em novos estudos a serem desenvolvidos. No campo, no mesmo trabalho supracitado, o tratamento com o fungicida iprodione foi o melhor quanto ao controle da doença quando comparados com os tratamentos biológico e alternativo, diferente do observado neste estudo em que apresentou resultados intermediários.

É de extrema importância também conhecer alguns atributos inerentes ao patógeno, como variabilidade genética e de resistência a fungicidas, o que pode fazer com que determinadas raças e *formae specialis* sejam mais resistentes a determinados produtos do que outros (REIS et al., 2006). Tais características podem também ter influenciado no efeito de tratamentos que poderiam ser promissores, como o T2, e não apresentaram bons resultados no presente estudo.



**Figura 8.** Médias da área abaixo da curva de progresso do mofo cinzento (AACPD) em plantas de mamona tratadas com diferentes fungicidas e seus efeitos\*. A. Efeito dos tratamentos, B. Efeito sobre os racemos. \*Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ao teste Tukey à 5% de significância.

A concentração de propágulos infectivos dispersos no ar pode influenciar o progresso de epidemias de doenças em plantas em períodos próximos ou subsequentes às epidemias (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Uma maior quantidade de inóculo nas plantas

avaliadas possibilitaria uma maior confiabilidade dos resultados de eficiência dos fungicidas testados, sendo importante um estudo complementar em condições ideais para o desenvolvimento do patógeno para observar o comportamento, por exemplo, do fungicida presente no T4 frente a uma maior pressão visando comprovar sua eficiência na diminuição de severidade e progresso de doença (Figuras 7 e 8).

Descritivamente a altura de plantas (AP) não apresentaram valores discrepantes. O limite superior e inferior indicou os tratamentos T3 e T4 com maiores variabilidades. A menor mediana que dividem o conjunto de dados em partes iguais no valor de 100 cm agrupa os tratamentos T1 e T5, indicando o efeito dos tratamentos. A maior mediana no valor de 113 cm foi observada no tratamento T3 (Figura 9A).

Esperou-se que a população de plantas (Pop) não houvesse variação no experimento, no entanto, a maior mediana no valor de 24 plantas  $m^{-2}$  foi verificada no tratamento T7, e menor mediana foi de 21 plantas  $m^{-2}$ , representando assim a amplitude da mediana. Os dados não apresentaram valores discrepantes. A maior variabilidade dos tratamentos mediada pelo limite superior foi observada nos tratamentos T1 e T8, e a maior variabilidade mediada pelo limite inferior foi observado nos tratamentos T5, T6 e T8 (Figura 9B).

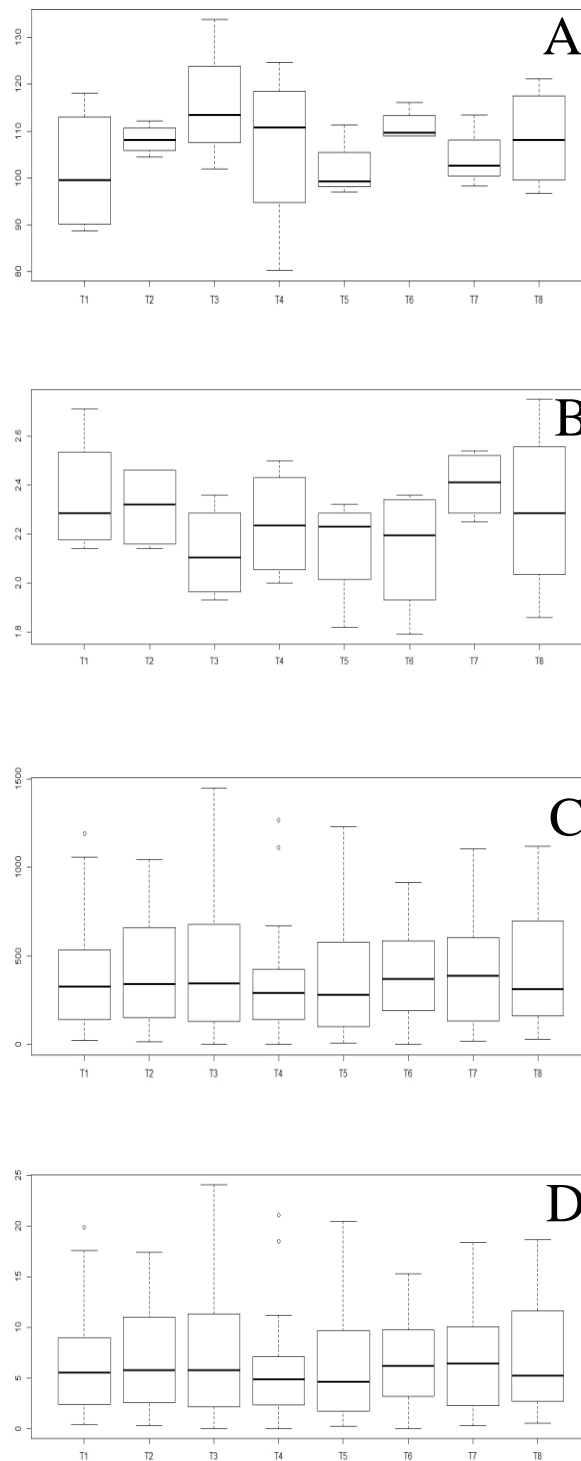
As médias de produtividade em  $Kg\ ha^{-1}$  e  $sc\ ha^{-1}$  foram detectados valores discrepantes nos tratamentos T1 e T4. Todos os tratamentos apresentaram variabilidade dos dados demonstrados pelo limite superior ao contrário do limite inferior que não indicou variabilidade dos tratamentos (Figura 9CD).

Ao avaliar o efeito da altura de plantas nos blocos foi verificado a presença de valor discrepante no bloco D. A maior variabilidade dos dados foi mediada pelo limite superior no bloco D. O limite inferior demonstrou maior variabilidade dos dados no bloco A. A mediana demonstrou pouca variação da altura de plantas (Figura 10A).

Na população de plantas não foi observado a presença de valores discrepantes. O limite superior indicou maior variabilidade dos dados nos blocos A e C. O limite inferior apontou a maior variabilidade dos dados nos blocos A e B. A mediana apontou o bloco B apresentando a menor população de plantas, ficando os demais com valores próximos (Figura B).

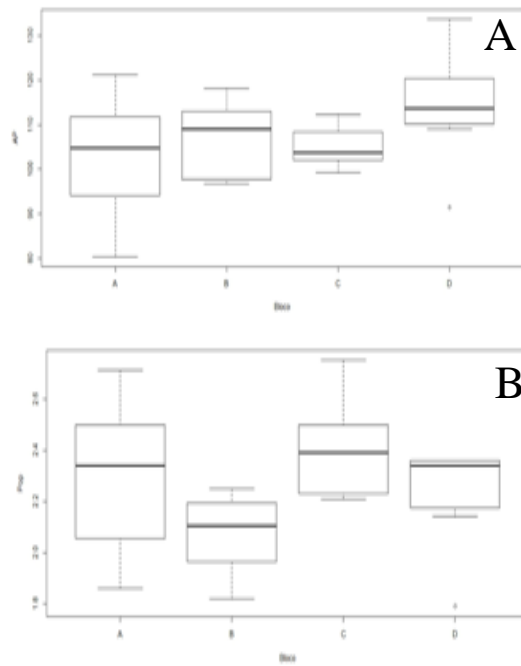
Dos quatro racemos avaliados quanto a produtividade (tanto em  $kg\ ha^{-1}$  como  $sc\ ha^{-1}$ ) foi verificada a presença de valores discrepantes nos racemos 1, 2 e 3. O limite superior indicou variabilidade da produtividade em todos os racemos, sendo que o limite inferior não

indicou variabilidade das médias. As medianas das produtividades foram similares em todos os racemos avaliados (Figura 11AB).



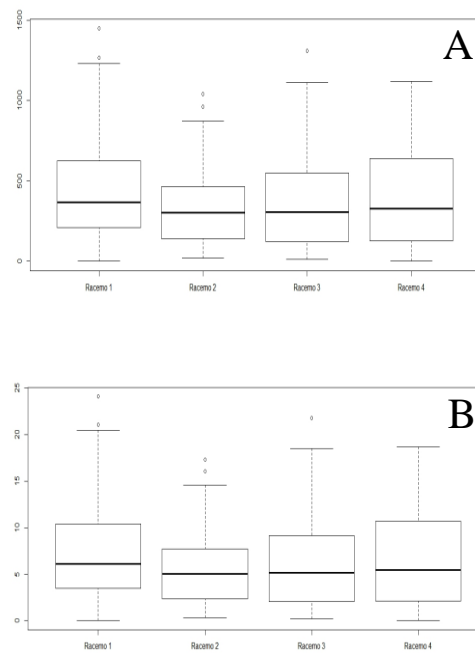
### Tratamentos com fungicidas

**Figura 9.** Box plot para verificar o efeito dos diferentes tratamentos com fungicidas para inibir a infecção/colonização e reprodução por *Amphobotrys ricini*. **A.** altura de plantas (AP, cm), **B.** população de plantas por m<sup>2</sup> (Pop), **C.** produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), **D.** produtividade (sc ha<sup>-1</sup>).



### Blocos

**Figura 10.** Box plot para verificar o efeito sobre os diferentes blocos tratados com fungicidas para inibir a infecção por *Amphobotrys ricini*. A. altura de plantas (AP), B. população de plantas por m2 (Pop).



### Tipos de Racemos

**Figura 11.** Box plot para verificar o efeito sobre os diferentes racemos tratados com fungicidas para inibir a infecção por *Amphobotrys ricini*. A. produtividade (Pr, Kg ha<sup>-1</sup>), B. Produtividade (Pr, sc ha<sup>-1</sup>).

Estatisticamente todas as variáveis morfoagronômicas não apresentaram distribuição Normal entre os tratamentos com fungicidas sendo aplicados teste de hipótese não paramétrico. A maior altura de planta (AP) e população de plantas (Pop) entre os tratamentos foi observada em todos os tratamentos, com exceção do tratamento T5 que estatisticamente foi menor (Tabela 4), mesmo assim, não houve reflexo dessas variáveis influenciando numa menor produtividade quando comprado aos demais tratamentos, visto que não verificou-se diferença significativa da produtividade entre os tratamentos (Pr kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Comparações múltiplas entre médias dos efeitos tipos de fungicidas (tratamentos) na severidade de necroses provocadas por *Amphobotris ricini* sobre a altura de plantas (AP), população de plantas por m<sup>2</sup> e produtividades em Kg ha<sup>-1</sup>\*.

Tratamentos	AP	Pop	Pr (kg ha <sup>-1</sup> )
T1. Não aplicado fungicida	115,65 ab	2,35 ab	392,31 a
T2. Tebuconazol+picoxistrobina	115,65 ab	2,31 ab	424,47 a
T3. Picoxistrobina +ciproconazole	115,65 a	2,12 ab	469,72 a
T4. Carbendazin	106,63 ab	2,24 ab	379,17 a
T5. Procimidona	101,75 b	2,15 b	395,87 a
T6. Flutriafol + tiofanato metílico	111,10 ab	2,13 ab	405,82 a
T7. Iprodiona	104,25 ab	2,40 a	422,31 a
T8. Ciproconazol	105,52 ab	2,29 ab	413,22 a
Shapiro-Wilk (Normalidade)	0,9732 <sup>ns</sup>	0,9617 <sup>ns</sup>	0,9639 <sup>ns</sup>
Bartlett (Homogeneidade)	15,95 <sup>ns</sup>	8,03 <sup>ns</sup>	10,57 <sup>ns</sup>
Valor F <sub>7,21</sub>	0,8507 <sup>ns</sup>	1,0057 <sup>ns</sup>	0,1410 <sup>ns</sup>
Coefficiente de Variação (%)	50,23	43,05	450,37
Valor de Friedman	<b>6,7500**</b>	<b>8,1450**</b>	<b>6,1667<sup>ns</sup></b>

\*Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ao teste Tukey à 5% de significância; coeficiente em negrito representam o teste de hipótese considerado para interpretação e análise.

Estatisticamente todas as variáveis morfoagronômicas não apresentaram distribuição Normal entre os racemos avaliados aplicado teste de hipótese não paramétrico. Não houve diferença significativa entre as médias da produtividade em Kg ha<sup>-1</sup> entre os racemos avaliados (Tabela 5).

**Tabela 5.** Comparações múltiplas entre médias dos efeitos tipos de racemos tratados com fungicidas na severidade de necroses provocadas por *Amphobotrys ricini* sobre as produtividades em Kg ha<sup>-1</sup> \*.

Tratamentos	Pr (Kg ha <sup>-1</sup> )
Racemo 1	473,01 a
Racemo 2	366,26 a
Racemo 3	394,64 a
Racemo 4	417,54 a
Shapiro-Wilk (Normalidade)	0,9699 <sup>ns</sup>
Bartlett (Homogeneidade)	7,82 <sup>ns</sup>
Valor F <sub>7,21</sub>	0,3610 <sup>ns</sup>
Coeficiente de Variação (%)	443,09
Valor de Friedman	<b>3,9000<sup>ns</sup></b>

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si ao teste Tukey à 5% de significância; coeficiente em negrito representam o teste de hipótese considerado para interpretação e análise.

A produtividade foi pouco explicada, coeficiente de determinação ( $R^2$  superior a 50 %) pela AACPD, sendo que os tratamentos T7 e T8 foram explicados em 47,5 e 32,7 %, respectivamente (Tabela 6).

Todas as equações lineares que representam matematicamente o dano provocado pelo *A. ricini* rejeitaram a hipótese de nulidade, ou seja, a produtividade pode ser estimada pelas equações, com exceção do tratamento T8 (Tabela 6). Há necessidade de modelagem com outros modelos para tentar explicar com maior efeito entre a produtividade e a AACPD.

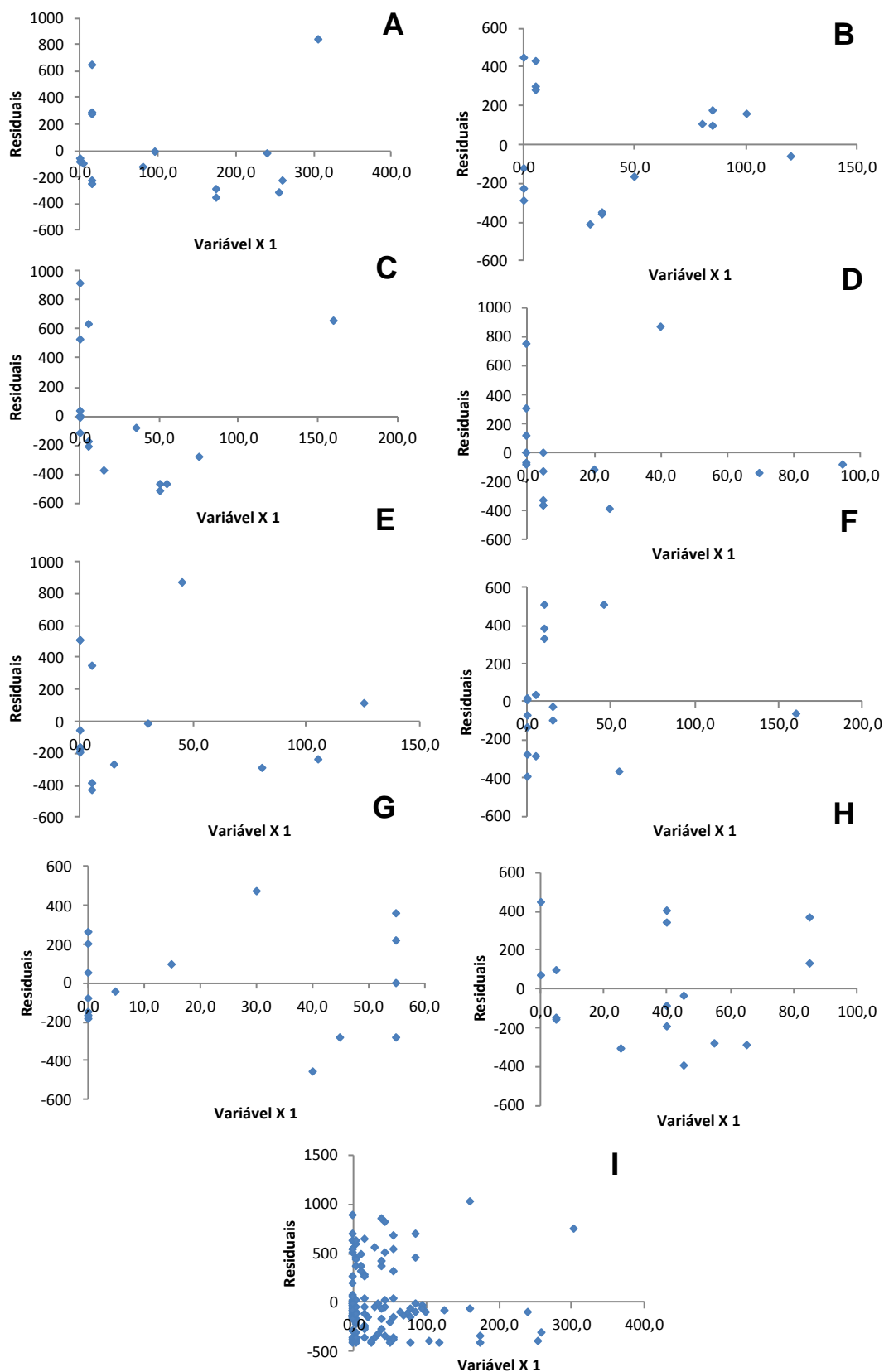
A partir da relação entre a produtividade e AACPD, as médias de tratamentos não indicaram relacionamento pois, o conjunto de médias em todos os tratamentos ficaram distantes do eixo zero (Tabela 11).

Para cada tratamento e todos, a previsão da produtividade somente pode ser confiável em alguns dias de avaliação devido a grande distância existente entre os valores previstos e reais dos tratamentos (Figura 12).

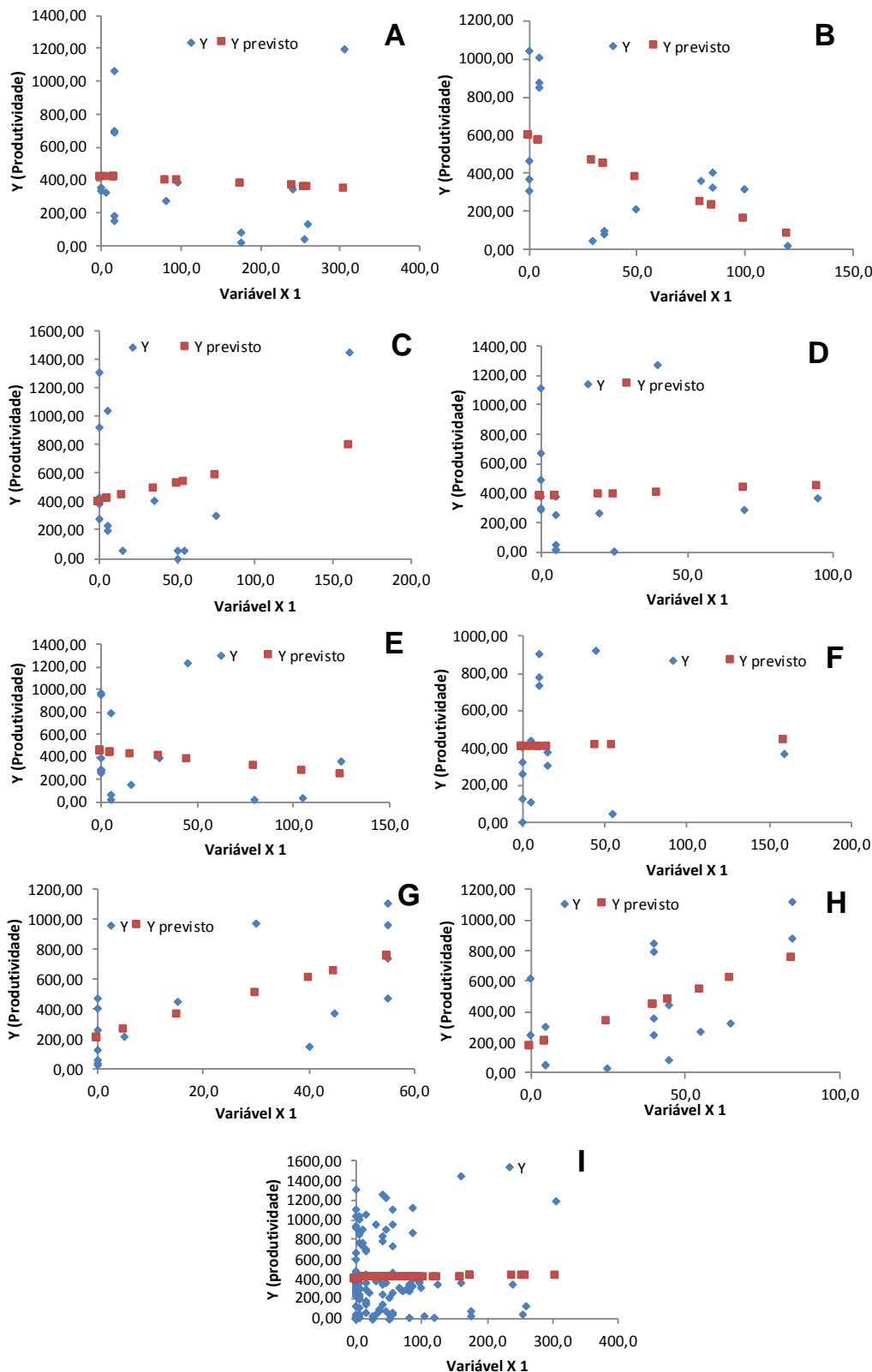


**Tabela 6.** Componentes da regressão linear entre a produtividade (Y) e a área abaixo da curva de progresso da doença (X) dos diferentes tratamentos aplicados com fungicidas.

Tratamentos	a	bx	R <sup>2</sup>	R <sup>2*</sup>	t valor	Equação linear de primeiro grau
T1	414,7	-0,2	0,40	-6,60	3,33**	Produtividade = 414,1-0,2x
T2	596,0	-4,3	28,20	23,00	5,71**	Produtividade = 596,0-4,3x
T3	399,6	2,5	5,30	-1,30	2,87*	Produtividade = 399,6+2,5x
T4	365,3	0,8	0,30	-6,70	3,28**	Produtividade = 365,3+0,8x
T5	440,1	-1,7	3,50	-3,40	3,85**	Produtividade = 440,1-1,7x
T6	401,1	0,2	0,10	-7,00	4,73**	Produtividade = 401,1+0,2x
T7	202,9	9,9	47,50	43,70	2,25*	Produtividade = 202,9+9,9x
T8	164,0	6,9	32,70	27,90	1,37 <sup>ns</sup>	Produtividade = 164,0+6,9x
Todos os tratamentos	409,1	0,1	0,02	-0,70	11,00**	Produtividade = 409,1+0,1x



**Figura 12.** Resíduos da regressão linear dos tratamentos com fungicidas e de todos os tratamentos simultaneamente aplicados com mamona. **A.** tratamento 1, **B.** tratamento 2, **C.** tratamento 3, **D.** tratamento 4, **E.** tratamento 5, **F.** tratamento 6, **G.** tratamento 7, **H.** tratamento 8, **I.** Todos os tratamentos.



**Figura 13.** Relação da AACPD (X) e Y real e Y estimado dos tratamentos individuais com fungicidas e todos os tratamentos simultaneamente aplicados em mamona. **A.** tratamento 1, **B.** tratamento 2, **C.** tratamento 3, **D.** tratamento 4, **E.** tratamento 5, **F.** tratamento 6, **G.** tratamento 7, **H.** tratamento 8, **I.** todos os tratamentos.

As maiores eficácias (superior a 70%) aos 89 e 97 dap foram observadas nos tratamentos T3, T4 e T5 (75-93 %). Aos 103 dap as maiores eficácias foram atribuídas aos tratamentos T4, T6 e T7. A AACPD que representa um resumo da epidemia no ciclo de cultivo indicou os tratamentos T3 e T4 como mais eficazes para o controle do mofo cinzento (Tabela 7).

As taxas de infecções foram reduzidas em 38,04 e 42,02% dia com a aplicação dos tratamentos T4 e T7 (Tabela 7).

Os tratamentos que mais promoveram incrementos no crescimento em altura das plantas foi o tratamento T5 (12,02 %) (Tabela 7).

A maior eficácia na população de plantas foi verificada no tratamento T3 (Tabela 7).

O tratamento T4 que foi muito eficaz no controle do mofo cinzento. O tratamento que mais promoveu incrementos de produtividade foi T3 (Tabela 7).

**Tabela 7.** Eficácia dos fungicidas aplicados sobre a severidade, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), altura de plantas (AP, cm), população de plantas (Pop) e produtividades em kg ha<sup>-1</sup> e sc ha<sup>-1</sup>.

Tratamentos	Eficácia dos fungicidas (%)							
	Severidade (%) em diferentes dias após o plantio (dap)			AACPD	TI (% dia <sup>-1</sup> )	AP	Pop	Pr (Kg ha <sup>-1</sup> )
	89	97	103					
T2. Tebuconazol+picoxistrobina	-25,56	-12,80	62,29	40,71	6,52	0,00	1,70	8,20
T3. Picoxistrobina + ciproconazole	81,20	81,20	69,97	72,90	9,40	0,00	9,78	19,73
T4. Carbendazin	75,19	75,19	78,68	82,55	-38,04	-7,80	4,70	-3,34
T5. Procimidona	93,99	93,99	61,24	2,59	14,50	12,02	8,51	0,90
T6. Flutriafol + tiofanato metílico	51,33	62,41	71,01	6,13	27,54	3,93	9,40	3,44
T7. Iprodiona	62,40	62,40	74,29	9,44	42,02	9,85	-	7,64
T8. Ciproconazol	62,40	62,40	62,30	-2,50	36,96	8,75	2,55	5,33

Pode-se sugerir, diante das médias das variáveis explícitas na Tabela 7, que os produtos presentes nos tratamentos T3 e T4 (picoxistrobina + ciproconazole e carbendazin, respectivamente), podem ser indicados no manejo do mofo cinzento, possivelmente até em mistura.

Não foi um ano bom para se realizar as avaliações, em especial de severidade da doença, visto que as características climáticas ideais para expressão da doença de forma severa não foram favoráveis, justificando a baixa severidade diagnosticada, necessitando de estudo complementares em maior pressão do inóculo no campo para resultados mais conclusivos.

## CONCLUSÕES

O primeiro racemo foi mais afetado pelo mofo cinzento, necessitando atenção especial em pulverizações principalmente aos 91 dias após o cultivo, possivelmente a quarta aplicação possa ser direcionada ao primeiro racemo.

Os tratamentos T3- Picoxistrobina + ciproconazole e T4 - Carbendazin apresentou-se mais eficazes para o controle do mofo cinzento no ciclo do cultivo da mamona.

O tratamento T3 – picoxtrobina + ciproconazol foi que obteve uma maior produtividade em relação aos demais.

Com base nos resultados pode-se concluir que o tratamento T4 - Carbendazin e o T3 – Picoxistrobina + ciproconazole foram mais eficazes para controle do mofo cinzento e, portanto, reduziu com maior eficácia a severidade do mofo cinzento no período avaliado.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.M.R., FERREIRA, L.P., YORINORI, J.T., SILVA, J.F.V., HENNING, A.A., GODOY, C.V., COSTAMILAN, L.M., MEYER, M.C. Doenças da soja. In: KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J.A.M., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia, doenças das plantas cultivadas**. Ed. Editora Ceres, v. 2, 4 ed, São Paulo, SP, 2005.
- ALVES, V. M., **fungicidas protetores no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. 98 p.: il. 2016.
- AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M. & BERGAMIN FILHO, A. eds. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. Editora Agronômica Ceres Ltda, v. 1, 4 ed. São Paulo. 2011. 704 p.
- ARAÚJO, A.E.; SUASSUNA, N.D.; BANDEIRA, C.M.; AGRA, K.N. Efeito de temperatura na germinação de esporos de *Amphobotrys ricini* (= *Botrytis ricini*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28, (suplemento), p.200-200, 2004.
- ARMENDÁRIZ, J. et al. Evaluation of eleven genotypes of castor oil plant (*Ricinus communis* L.) for the production of biodiesel. **Industrial Crops and Products**, v. 77, p. 484–490, dez. 2015.
- BAMPI, D. et al. Desempenho de fungicidas no controle da mancha-de-macrospora na cultura do milho. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 4, p. 319–322, 2012.
- BANDEIRA, D.A.; CARTAXO, W.V.; BELTRÃO, N.E.M. **Resíduos industriais da mamona como fonte alternativa na alimentação animal**. Embrapa Algodão, Campina Grande (PB), p. 37, 2004.
- BEDENDO, I.P., AMORIM, L., MATTOS JUNIOR, D. Ambiente e doença. In: AMORIM, L., REZENDE, J.A., BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia**. Editora Ceres, 5a. Ed., Ouro Fino (MG): v. 1, p. 93-103. 2018.
- BOLLER, W.; FERREIRA, C. M.; COSTA, I.D. Condições do ar e angulação das folhas influenciam a qualidade das pulverizações na cultura da soja. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.121, p 33. jan/fev. 2011.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: Wiley & Sons, 1990. 532p.
- CHAGAS, H. A. **Controle de mofo-cinzeno (*Amphobotrys ricini*) da mamoneira (*Ricinus communis* L.) por métodos químicos biológicos e com óleos essenciais**. 2009. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Botucatu, São Paulo, 2009.
- CHAGAS, H. A. **Caracterização de *Amphobotrys ricini*, agente causal do mofo-cinzeno da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**, p. 111, 2012.

CHAGAS, H. A. et al. Avaliação de fungicidas, óleos essenciais e agentes biológicos no controle de *Amphobotrys ricini* em mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 1, p. 42–48, mar. 2014.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra Brasileira** Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/item/7673-mamona>.

COSTA, R. V. DA et al. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho. *Tropical Plant Pathology*, v. 37, n. 4, p. 246–254, ago. 2012.

DAVID, A. M. S. S., ARAUJO, E. F., ARAUJO, E. F., ARAUJO, R. F., MIZOBUTSI, E. H., AMARO, H. T. R., REIS, S. T. Qualidade sanitária de sementes de mamona (cv. IAC-226). **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 3, p. 311-317, 2014.

EHR, R.J.; KEMMITT, G. **Periodic table of the fungicides**. Indianapolis: Dow Agrosciences. 2002.

ECHER, F. R. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 4, p. 638–645, 29 nov. 2010.

FREITAS, R. M. S. D. et al. Fluxapyroxad in the asian soybean rust control in the cerrado biome. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 619–628, set. 2016.

FORCELINI, C.A. Fungicidas inibidores da síntese de esteróis. I. triazoles. **RAPP**, Passo Fundo, v.2, p.335-355, 1994.

GAZZIERO, D. L. P. et al. Sunflower behavior when cultivated in 2,4-D treated areas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 127–133, abr. 2001.

GRIFFIN, D.H. **Fungal physiology**: chapter 14 Fungicides.2. ed. New York: Wilwy-Liss, 1993. p.400-20.

JUNIOR, J. S. G. et al. AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M. & BERGAMIN FILHO, A. 2018. Manual de Fitopatologia. Volume 1 - Princípios e Conceitos. Editora Agronômica Ceres Ltda. Ouro Fino, MG, 5 ed, 2018. 239 p.260.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. & CAMARGO, L.E.A. ed. **Manual de Fitopatologia**. Volume 2. Doenças das Plantas Cultivadas. 4ª Edição. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 2005. 666p.

LIMA, E. F.; ARAÚJO, A. E.; BATISTA, F. A. S. Doenças e seu controle. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 191-212.

LIMA, R. DE L. S. DE et al. Casca de mamona associada a quatro fontes de matéria orgânica para a produção de mudas de pinhão-mansão. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, p. 232–237, abr. 2011.



LOPES, U. P. et al. Resistance of *Botrytis cinerea* to fungicides controlling gray mold on strawberry in Brazil. **Bragantia**, v. 76, n. 2, p. 266–272, abr. 2017.

LUZ, W.C. ed. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, RS. Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, v. 22, 2014. 400p.

MAFIA, R. G. et al. Variáveis climáticas associadas à incidência de mofo-cinzeno em eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 152–157, abr. 2006.

MARQUES, M. E. da C. et al. Cytokinin Dehydrogenase activity in primary roots and characterization of primary metabolites from leaves and rootlets of *Ricinus Communis*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 56, n. 6, p. 904–910, dez. 2013.

MOURA, P.C.S. **Efeitos fisiológicos da aplicação de triazol e estrobilurina em soja**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2013, 60 p.

OLIVEIRA, G. **Cadeia respiratória e fosforilação oxidativa – geração de ATP**. [2016?].Disponível e <<http://www.geocities.com/bioquimicaplicada/resumosatp.thm>> Acesso em: 03 fev. 2019.

PARK, S.D; KIM, J.C.; KHAN, Z. Host status of medicinal plants for *Meloidogyne hapla*. **Nematropica**, v. 34, n. 1, p. 39-43, 2004

PRAZERES, A. G. **Controle químico e caracterização molecular do mofo-cinzeno (*Amphobotrys ricini*) associado aos caracteres agrônômicos da mamoneira** / Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Cruz das Almas, BA, 2011. 115f.; il.

RANGEL, L. E. P.; FERREIRA, L. G.; ALMEIDA, V. M.; MENEZES, V. L. **Mamona: Situação atual a perspectiva no Mato Grosso**. EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB), 2003. 16p. (Embrapa Algodão. Documentos, 106).

REIS, A.; RIBEIRO, F.H.S.; MIZUBUTI, E.S.G. Caracterização de isolados de *Phytophthora infestans* do Distrito Federal e de Goiás, **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p.270-276.

RITZINGER, C. H. S. P. et al. Impact of castor meal on root-knot and free-living nematodes. **Sciencia. Agrícola**, v. 71, n. 4, p. 274–280, ago. 2014.

RODRIGUES, M. A. T. [UNESP. Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC. **Aleph**, p. xxxix, 249 f.: il. color., 13 jan. 2006.

RODRIGUES, M.A.T. **Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura da soja**. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009, 198 p.

SANTOS, V. A.; GOMES, C. B. Reação de cultivares de mamona a *Meloidogyne* spp. e efeito dos exsudatos radiculares sobre *Meloidogyne enterolobii* e *M. graminicola*. **Nematologia Brasileira**, v. 35, p. 1-2, 2011.

SILVA, L. V. B. D. et al. Torta de mamona residual e irrigação com efluente sobre crescimento e produção de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1264–1270, dez. 2013.

SOARES, D.J. Gray mold of castor: a review. In: CUMAGUN, C. J. R. (Ed.). **Plant Pathology**. InTech Publishing: Rijeka, 2012. p. 219-240.

SOUZA-SCHLICK, G. D. DE; SORATTO, R. P.; ZANOTTO, M. D. Optimizing row spacing and plant population arrangement for a new short-height castor genotype in fall-winter. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 36, n. 4, p. 475, 21 ago. 2014.

SUASSUNA, N.D.; ARAÚJO, A.E.; BANDEIRA, C.M.; AGRA, K.N. Efeito de temperatura no crescimento e esporulação de *Amphobotrys ricini* (= *Botrytis ricini*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28 (suplemento), p.232-232, 2004.

SUSSEL, A. A. B. et al. Incidência e severidade do mofo-cinzeno-da-mamoneira sob diferentes temperaturas, períodos de molhamento e concentração de conídios. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 1, p. 30–34, mar. 2011.

TERAMOTO, A.; MACHADO, T.A.; NASCIMENTO, L.M.; MEYER, M.C.; CUNHA, M.G. Sensibilidade a fungicidas de isolados de *Corynespora cassicola* provenientes do estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2012. 1 CD-ROM.

TOMLIN, C.D.S. **The pesticide manual**: a world compendium. Surrey, Uk: British Crop Protection Council, 12ed., 2002. 1 – CD-ROM.

UENO, B. Presença de escleródios de *Amphobotrys ricini* em tronco e ramos de mamoneira no Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, n.32 (suplemento), p.246-246, ago. 2007

ZAMBOLIM, L.; CASA, R.T.; REIS, E.M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 585-595, 2000.

ZUCHI, J. et al. Curva de embebição e condutividade elétrica de sementes de mamona classificadas por tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 504–509, 2012.