

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA  
AGRÍCOLA**

**MODELAGEM DOS EFEITOS DE *DEBRIS* NOS MECANISMOS DE  
SOBREVIVÊNCIA DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae***

**JOYSE BRITO VIEIRA**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
OUTUBRO – 2017**

**MODELAGEM DOS EFEITOS DE *DEBRIS* NOS MECANISMOS DE  
SOBREVIVÊNCIA DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae***

**JOYSE BRITO VIEIRA**

Engenheira Agrônoma, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2015

Dissertação submetida ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, como requisito Parcial para obtenção do Grau de Mestre em Microbiologia Agrícola.

Orientador: Francisco Ferraz Laranjeira

Co-Orientadores: Harllen Sandro Alves Silva/  
Leandro de Souza Rocha

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA**

**OUTUBRO – 2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

V657m	<p>Vieira, Joyse Brito. Modelagem dos efeitos de debris nos mecanismos de sobrevivência de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Passiflorae</i> / Joyse Brito Vieira. _ Cruz das Almas, BA, 2017. 68f.; il.</p> <p>Orientador: Francisco Ferraz Laranjeira. Coorientador: Harllen Sandro Alves Silva.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1. Maracujá – Doenças e pragas. 2. Maracujá – Fitopatologia. 3. Fusario – Controle. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Rocha, Leandro de Souza. III. Título.</p> <p>CDD: 634.425</p>
-------	--

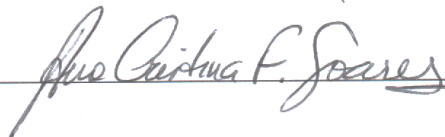
Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA  
AGRÍCOLA

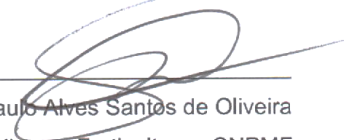
COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE JOYSE  
BRITO VIEIRA



Dr. Francisco Ferraz Laranjeira  
Embrapa Mandioca e Fruticultura - CNPMF  
(Orientador)



Dra. Ana Cristina Fermino Soares  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB



Dr. Saulo Alves Santos de Oliveira  
Embrapa Mandioca e Fruticultura - CNPMF

"Dissertação homologada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em  
Microbiologia Agrícola em \_\_\_\_\_ conferindo o grau de  
Mestre em Microbiologia Agrícola em  
\_\_\_\_\_."

*À minha mãe, **Fatima**, por sempre me apoiar e acreditar em meu potencial...*

***Dedico.***

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por iluminar o meu caminho proporcionando força e sabedoria durante o período do mestrado.

Aos meus pais pelo apoio, atenção, pelo dom da vida e pela confiança que têm depositado em mim.

A minha irmã Gessika por sempre me apoiar nos momentos mais difíceis, fazendo das dificuldades vitórias.

Ao meu orientador, Dr. Francisco Laranjeira pela paciência, disponibilidade e por contribuir com seus ensinamentos.

Ao Dr. Harllen Sandro Alves Silva pela co-orientação.

A Leandro Rocha pela co-orientação e por contribuir na execução do meu experimento, sempre prestativo e gentil.

A minha amiga Anelita Rocha pelo carinho e por sempre me apoiar nessa conquista.

A Mileide pela amizade verdadeira, por sempre cuidar de mim nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

Ao Pe. Gabrielle Fantinati por sempre orar por mim e acreditar em meu potencial, me dando forças e equilíbrio a cada dia.

Aos fornecedores do material vegetal e tubos de vidro utilizados no experimento, em especial a professora Dra. Ana Cristina Fermino e Zara.

A todos do laboratório de Fitopatologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em especial ao Dr. Hermes Peixoto, por ter me acolhido tão bem.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola pelos conhecimentos transmitidos.

Aos colegas do programa de pós-graduação de Microbiologia Agrícola, em especial Dra. Tais Feijó, Carla, Tais, Grazi, Val e Ramon.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura, pelo espaço no qual realizei minha pesquisa de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

O meu muito obrigada!

“O conhecimento dirige a prática; no entanto, a prática aumenta o conhecimento.”  
**Thomas Fuller**

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Inoculação: Preparo de suspensão (a) e imersão de mudas de maracujazeiro amarelo em suspensão de conídios (b).....35
- Figura 2.** Procedimentos do Método areia e fubá colonizado: Meio de cultivo composto por areia e fubá de milho (a) meio de cultivo autoclavado (b) inóculo após incubação (c) inoculação das mudas de maracujazeiro com substrato infestado(d).....36
- Figura 3.** Avaliação do crescimento micelial. Substrato e material vegetal (a) inserção do substrato e disco de micélio em tubos de vidro (b) tubos de vidros prontos para serem incubados (c) avaliação do experimento após crescimento micelial de Fop.....39
- Figura 4.** Teste de patogenicidade utilizando o método areia e fubá infestados: Controle não inoculado e planta inoculada com sintomas externos de fusariose (a) demonstração de sintomas internos em raízes (b) confirmação das estruturas de Fop (c).....42
- Figura 5.** Teste de patogenicidade utilizando o método de suspensão de conídios: Experimento com 30 dias após inoculação (a) visualização de sintomas internos em raiz e caule (b) isolamento do patógeno (c) avaliação morfológica de Fop (d).....44
- Figura 6.** Médias do crescimento micelial de isolados de Fop, em meio areia fubá, em função de diferentes materiais vegetais.....46
- Figura 7.** Relação entre o parâmetro a (crescimento máximo), e os tratamentos controle, e materiais vegetais para os diferentes isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*, com indicação do erro padrão.....48



**Figura 8.** Relação entre o parâmetro b (centro de transição) e os tratamentos controle e materiais vegetais, com indicação de erro padrão.....49

**Figura 9.** Médias da área abaixo da curva para diferentes tratamentos e isolados calculadas a partir da avaliação de crescimento micelial de Fop. Efeito dos materiais vegetais sobre todos os isolados utilizados (a) Efeito de todos os materiais vegetais sobre cada isolado utilizado (b) efeito do tratamento maracujá amarelo sobre cada isolado utilizado (c) efeito do tratamento repolho sobre cada isolado utilizado (d).  
.....50

**Figura 10.** Percentual de germinação de clamidósporos de isolados de Fop submetidos a diferentes tratamentos: Efeito dos materiais vegetais sobre a germinação de clamidósporos de todos os isolados .....52

**Figura 11.** Percentual de germinação de isolados de Fop submetidos a diferentes tratamentos: Efeito dos materiais vegetais sobre a germinação de clamidósporos de cada isolado.....53

**Figura 12.** Inibição de clamidósporos de isolados de Fop submetidos a diferentes tratamentos:Percentual de inibição da germinação de clamidósporos de todos os isolados submetidos a diferentes materiais vegetais (c).....54

**Figura 13.** Relação entre parâmetro a (germinação máxima) e b (transição) controle e materiais vegetais, para o isolado 013 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*.....55

**Figura 14.** Percentual de clamidósporos germinados, produção de clamidósporos e área abaixo da curva para isolados de Fop submetidos a diferentes tratamentos.....58

## SUMÁRIO

RESUMO.....	11
INTRODUÇÃO GERAL.....	13
<b>CAPÍTULO I</b> .....	15
Revisão de literatura .....	15
A cultura do maracujazeiro amarelo.....	16
Incorporação de material vegetal e a supressividade a <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>passiflorae</i> .....	19
<b>CAPÍTULO II</b> .....	29
Resumo .....	30
Abstract .....	31
Preparo do inóculo e inoculação .....	34
Teste de patogenicidade: Postulados de Koch .....	35
Re-isolamento do patógeno .....	37
Seleção dos isolados .....	37
Testes de supressividade por incorporação de materiais vegetais.....	38
I. Crescimento saprofítico de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>passiflorae</i> em substratos vegetais .....	38
II. Quantificação de UFC após crescimento micelial .....	39
III. Produção de clamidósporos.....	40
IV. Germinação de clamidósporos .....	40
Análise estatística.....	41
Resultados e Discussão .....	41
Teste de patogenicidade.....	41
Crescimento saprofítico de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>passiflorae</i> em substratos vegetais .....	44
Densidade de inóculo de Fop .....	51
Germinação de clamidósporos .....	51
Produção, germinação de clamidósporos e crescimento micelial de Fop.....	55
Conclusões.....	59
Referências .....	60
Anexos.....	65

## RESUMO

VIEIRA, J.B. **Modelagem dos efeitos de *debris* nos mecanismos de sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae***. Cruz das Almas, 2017. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

A murcha de *Fusarium* causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* (Fop) é considerada a principal doença de origem fúngica da cultura do maracujá. Esse patógeno pode sobreviver por longos períodos no solo na forma de clamidósporos, além de exercer o saprofitismo. Diante disso, tornam-se difíceis medidas preventivas de controle desse patógeno. Dentre as estratégias para o manejo de doenças ocasionadas por patógenos de solo, a biofumigação por incorporação de repolho e mandioca brava tem sido estudada. Nessa perspectiva, o objetivo desse trabalho foi quantificar e modelar a influência de diferentes materiais vegetais na fase de sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* em condições de laboratório. Foi realizado teste de patogenicidade utilizando duas metodologias. As variáveis avaliadas foram: crescimento micelial em substrato infestado, seguida de plaqueamento para determinação do número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC), produção e germinação de clamidósporos ao contato com os *debris* em seis períodos de tempos de incubação. Os dados de crescimento micelial produção e germinação de clamidósporos foram submetidos a análise de variância e agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. Foi calculada a área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) e germinação de clamidósporos (AACGC), o modelo matemático utilizado pertence à família dos modelos sigmóides. A incorporação de repolho e mandioca brava causou efeito fungistático sob Fop promovendo redução no crescimento micelial, UFC, produção de clamidósporos em todos isolados testados, além de interferir na germinação dos clamidósporos. Esses materiais vegetais inibiram a germinação de 78% dos isolados e reduziram o percentual de germinação de clamidósporos dos demais isolados avaliados. A redução na produção e germinação de clamidósporos é um dado promissor, uma vez que essas estruturas de resistência possibilitam que o patógeno permaneça viável no solo por muitos anos.

**Palavras-chave:** clamidósporos, matérias vegetais, saprofitismo.

## ABSTRACT

VIEIRA, J.B. **Modeling the effects of debris on the survival mechanisms of *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae***. Cruz das Almas, 2017. Dissertation (Master's Degree in Agricultural Microbiology). Federal University of Bahia Reconcavo.

Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* (Fop) is considered the main fungal disease of passion fruit culture. The pathogen can survive for long periods in the soil in the form of chlamydospores, besides exerting saprophytism. Preventive measures to control this pathogen are difficult. Among the strategies for its management, biofumigation by incorporation of cabbage and wild cassava has been studied. The objective of this work was to quantify and model the influence of different plant materials on the survival phase of Fop under laboratory conditions. A pathogenicity test was performed using two methodologies. The variables evaluated were: mycelial growth in infested substrate, followed by plating to determine the number of Colony Forming Units (CFU), production and germination of chlamydospores on contact with the debris in six periods of incubation times. The mycelial growth, as well as production and germination of chlamydospores were submitted to analysis of variance and grouped by the Scott-Knott test at 1% probability. The areas under the mycelial growth curve (AACCM) and chlamydospore germination (AACGC) were calculated. The incorporation of cabbage and wild cassava caused a fungistatic effect under Fop promoting reduction in mycelial growth, number of CFU, production of chlamydospores in all the tested isolates, besides interfering in chlamydospores germination. The debris inhibited the 78% of the isolates germination and reduced the germination of the other isolates. The reduction in the production and germination of chlamydospores is a promising data since these resistance structures allow the pathogen to remain viable in the soil for many years.

**Key words:** chlamydospores, plant materials, saprophytic.

## INTRODUÇÃO GERAL

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa Deg.*) é uma frutífera de importância para o Brasil, devido a qualidade dos seus frutos e rendimento em suco (MELETTI et al., 2011).

O Brasil é o maior produtor de maracujá, com uma produção anual de 695 mil toneladas. Dentre os estados produtores, destaca-se a Bahia com aproximadamente 297 mil toneladas (IBGE, 2015). Contudo, a produtividade continua baixa comparada ao potencial de produção da cultura. Dentre os fatores que reduzem a produtividade, a incidência de doenças representa um dos principais problemas na cultura do maracujazeiro (MELETTI et al., 2005).

A fusariose causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f. sp. passiflorae* (Fop) é responsável por causar muitos prejuízos à passicultura. Este fungo é capaz de sobreviver longos períodos no solo, por meio de estruturas de resistência denominadas clamidósporos, além de viver saprofiticamente sobre a matéria orgânica (AGRIOS, 2005; SILVA, 2013).

A infecção ocorre quando o tubo germinativo dos clamidósporos ou micélio entram em contato com as raízes que possuem pequenos ferimentos ou aberturas naturais. A colonização do hospedeiro desenvolve-se, a partir do crescimento intercelular das hifas do patógeno em direção aos vasos lenhosos (BEDENDO; AMORIM, 2011). No caule, pode-se observar descoloração dos vasos lenhosos (SANTOS FILHO e SANTOS, 2004).

A descoloração ocorre em função de uma série de eventos que envolvem ações do patógeno e reações da planta. Durante o crescimento micelial o fungo produz toxinas que afetam o hospedeiro. Este reage produzindo estruturas como tiloses, e toda essa síndrome leva ao colapso dos tecidos vasculares. A consequência é a murcha da planta e sua morte. O patógeno passa então a usar os restos do hospedeiro como substrato para seu crescimento e produção de propágulos. Dentre esses propágulos estão os clamidósporos, esporos que atuam como estrutura de resistência (BECKMAN, 1987).

Aspectos do ciclo das relações patógeno-hospedeiro podem ser utilizados como base para o desenvolvimento de táticas de controle. No caso de fungos da

espécie *F. oxysporum*, a fase de sobrevivência é crítica, pois o fungo apresenta dois mecanismos de sobrevivência (saprotitismo e estruturas de resistência). Já que um desses mecanismos depende de restos vegetais, a utilização de *debris* com propriedades inadequadas ao fungo pode ser útil para afetar o ciclo do patógeno. No âmbito deste trabalho define-se *debris* como restos de vegetais resultantes de processo natural (morte de planta hospedeira, por exemplo) ou produzidos deliberadamente para incorporação ao solo.

A biofumigação é uma técnica que consiste na incorporação ao solo de *debris* que produzem substâncias tóxicas aos fitopatógenos habitantes do solo (BLOK et al., 2000; MESHULAM et al., 2006; KARAVINA e MANDUMBU, 2012). Esses *debris* podem estimular a microbiota do solo, causando escassez e competição de alimento para o patógeno, a depender da fonte de resíduo vegetal incorporado pode ocorrer o aumento da severidade da doença ou inibição do mesmo (GRUNWALD; HU; VAN BRUGGEN, 2000). Por exemplo, Ambrósio et al. (2008), constataram a eficiência de tecidos de mandioca brava e brássicas na inativação *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* W.C. Snyder & H.N. Hansen; *Macrophomina. Phaseolina* (Tassi) Goid; *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn e *Sclerotium rolfsii* Sacc.

Há poucas informações disponíveis sobre efeitos de *debris* nos mecanismos de sobrevivência de *F.oxysporum* f. sp. *passiflorae*. O presente trabalho se concentrou na fase de sobrevivência de Fop, e tem como objetivos: (i) quantificar o efeito de materiais vegetais no crescimento saprofítico de *F.oxysporum* f. sp. *passiflorae*; (ii) quantificar o efeito de materiais vegetais na produção de esporos de resistência por *F.oxysporum* f.sp. *passiflorae*; (iii) avaliar a viabilidade dos clamidósporos de *F.oxysporum* f.sp. *passiflorae*.

# **CAPÍTULO I**

---

## **Revisão de literatura**

## A cultura do maracujazeiro amarelo

O maracujazeiro, originário da América Tropical, é amplamente cultivado em países tropicais e subtropicais. O gênero *Passiflora* está representado no Brasil por cerca de 131 espécies, sendo 88 endêmicas (CERVI et al., 2010). *Passiflora edulis* Sims. é a espécie mais comercializada, apresentando duas formas: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (maracujá- amarelo) e *Passiflora edulis* Sims (maracujá-roxo).

O Brasil é centro de origem de várias espécies da família Passifloraceae (FISCHER et al., 2005; MEDEIROS et al., 2014) e ocupa atualmente a posição de maior produtor mundial do maracujá-amarelo. Além disso, dentre as fruteiras que apresentam expressão econômica, o maracujazeiro destaca-se com maior número de espécies distribuídas pelos trópicos (GANGA et al., 2004).

Os frutos do maracujazeiro pesam entre 43 e 250 g, com polpa ácida e aromática, contendo numerosas sementes ovais (LIMA et al., 2006; DANTAS et al., 2006). As flores são axilares e solitárias, hermafroditas, podendo medir até 7 cm de diâmetro (CUNHA et al., 2004), com estigmas localizados acima das anteras, dificultando a polinização e sendo necessárias para o florescimento mais de 11 horas de luz (FALEIRO et al., 2005).

As espécies de *Passiflora* se adaptam melhor em regiões tropicais e subtropicais com clima quente e úmido. Segundo Lima e Borges (2004), a faixa de temperatura ótima para o crescimento da planta situa-se entre 23 °C e 25 °C e a umidade relativa deve estar em torno 60 %. A precipitação pluviométrica propícia está em torno de 800 a 1700 mm ao longo do ano (LIMA et al., 2006).

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial do maracujá amarelo. Foram produzidas em torno de 694.539 toneladas em 50.837 hectares na safra de 2015 (IBGE, 2015). Essa espécie ocupa cerca de 95 % dos pomares comerciais de maracujá no país (ARAÚJO et al., 2006; NEGREIROS et al., 2006; CAMPOS et al., 2007; MELETTI, 2011). Embora seja uma das principais fruteiras cultivadas no Brasil, a produtividade média do país é baixa, em torno de 13 t ha<sup>-1</sup>, muitas vezes devido à ocorrência de doenças (FISCHER et al., 2005) provocadas



por patógenos habitantes de solo, sendo este um problema relevante no que diz respeito à expressão econômica da cultura (CHAVES et al., 2004).

Dentre as doenças provocadas por patógenos habitantes de solo, destaca-se a murcha ou fusariose do maracujazeiro, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* (MCKNIGHT, 1951).

### **A murcha de *Fusarium***

A murcha de *Fusarium* ou fusariose causada pelo fungo habitante de solo *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* (Fop) foi relatada inicialmente na Austrália em 1951 (MCKNIGHT, 1951), e posteriormente essa doença foi identificada em outros países, incluindo o Brasil (CARVALHO; CARVALHO, 1968). A espécie *Fusarium oxysporum* infecta um grande número de hospedeiros, resultando em significativas perdas na produção (LESLIE; SUMMERELL, 2006).

*F.oxysporum* apresenta mais de 100 *formae speciales* que já foram relatadas e reconhecidas (GANOPOULOS et al., 2012; GEISER et al., 2013). Dentre as *formae speciales* está o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* W.L. Gordon, agente causal da fusariose do maracujazeiro.

O Fop, apresenta uma coloração que varia de branca a violeta, após 14 dias de cultivo em meio BDA. Como estruturas reprodutivas, o fungo produz microconídios elipsóides e ovais em fiálides curtas, asseptados, sendo levemente curvados, medindo 5-12 µm x 2-3,5 µm. Apresenta macroconídios ligeiramente curvados com três a cinco septos produzidos em conidióforos ou na superfície de esporodóquios, medindo 27-69 µm x 3,5 µm. Os clamidósporos são estruturas especializadas de resistência do patógeno que se diferenciam por apresentarem paredes espessas, duplas, podendo ser lisas ou rugosas encontrados em pares ou isolados (SANTOS FILHO et al., 2004; LESLIE; SUMMERELL, 2006).

Os clamidósporos permitem que o patógeno sobreviva na ausência do hospedeiro e sob condições impróprias. A permanência do inóculo no solo por tempo prolongado dificulta o controle do patógeno (BUENO et al., 2007). Os clamidósporos, são considerados a forma essencial de sobrevivência do fungo (AMORIM, 1995; SANTOS FILHO et al., 2004; LESLIE; SUMMERELL, 2006). Em um patossistema que envolve *F.oxysporum* e a planta hospedeira, a sobrevivência

do inóculo acontece por meio de esporos de resistência ou por saprofitismo em restos culturais (BEDENDO; AMORIM, 2011).

O patógeno é disperso por meio da movimentação do solo decorrente de diversas práticas culturais (FISCHER e REZENDE, 2008). A dispersão também pode ocorrer por meio da água de irrigação, pela chuva, transporte de sementes ou mudas infectadas, uma vez que os propágulos são transportados simultaneamente (BEDENDO; AMORIM, 2011).

O patógeno penetra pelas raízes através de aberturas naturais ou pequenos ferimentos. A colonização ocorre pelo crescimento intracelular de hifas que se deslocam em direção aos vasos xilemáticos, espalhando-se posteriormente por toda a planta (BEDENDO; AMORIM, 2011; SILVA, 2013), o que impede o transporte de água para outros órgãos da planta causando a sua morte (FISCHER e REZENDE, 2008; SILVA, 2013).

O primeiro sintoma da fusariose do maracujazeiro é a murcha dos ramos ponteiros, que pode ocorrer em diferentes épocas do ano, sendo mais frequente a partir do primeiro ano de cultivo. Com o progresso da doença, ocorre uma murcha generalizada e as folhas tomam o formato de cartucho. Internamente é possível observar coloração ferruginosa do tecido lenhoso, resultante das interações entre o patógeno e o hospedeiro durante o processo de colonização dos vasos da planta. Os sintomas também ocorrem em ramos mais novos, entretanto a visualização do patógeno não é nítida (SANTOS FILHO et al., 2004).

A doença causada por Fop é de alta relevância em termos econômicos (CHAVES et al., 2004), por reduzir de modo significativo a vida útil dos pomares (SILVA, 2013). Os problemas fitossanitários resultam em fatores limitantes na produção, afetando a qualidade e a quantidade dos frutos (ORTYZ, 2014), minimizando a produtividade comercial e a vida útil do pomar. O tempo de cinco anos de exploração de uma cultura pode ser reduzido a um ano, devido às doenças causadas por fungos de solo que se expandem na área de cultivo (FISCHER e REZENDE, 2008). O *F. oxysporum* estabelece uma gama de sintomas nas plantas hospedeiras (MICHEREFF et al., 2005) causando perdas no rendimento da cultura levando a um declínio na qualidade e quantidade dos frutos produzidos.

Aspectos do ciclo das relações patógeno-hospedeiro podem ser utilizados como base para o desenvolvimento de táticas de controle. No caso de fungos da espécie *F. oxysporum*, a fase de sobrevivência é crítica, pois o fungo apresenta dois mecanismos de sobrevivência (saprofitismo e estruturas de resistência). Já que um desses mecanismos depende de restos vegetais, a utilização de *debris* com propriedades inadequadas ao fungo pode ser útil para afetar o ciclo do patógeno. No âmbito deste trabalho define-se *debris* como restos de vegetais resultantes de processo natural (morte de planta hospedeira, por exemplo) ou produzidos deliberadamente para incorporação ao solo.

### **Incorporação de material vegetal e a supressividade a *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae***

A incorporação de brássicas e mandioca brava no solo contribui para o aumento e disponibilidade de nutrientes permitindo o melhor aproveitamento desses recursos naturais pelas plantas (ABAWI e WIDMER, 2000; CRUZ et al., 2013). A presença desses resíduos também auxilia no controle de fitopatógenos reduzindo o potencial de inóculo e suas atividades saprofíticas devido ao aumento da população microbiana antagonista, e melhora as características físicas e químicas do solo (CRUZ et al., 2013).

Entretanto, a depender da fonte de *debris* incorporada ao solo, pode haver um aumento da densidade do inóculo, contribuindo para incidência da doença e sobrevivência saprofítica do fungo (GRUNWALD; HU; VAN BRUGGEN, 2000; CARDOSO et al., 2006; BONANOMI et al., 2010). A supressividade a um determinado patógeno está relacionada às características físico-químicas do material vegetal que poderá ou não contribuir para redução da população do patógeno (TERMORSHUIZEN et al., 2006).

Por outro lado, o baixo teor de *debris* no solo leva à menor multiplicidade biológica o que contribui para aumento da população patogênica, uma vez que o solo apresentará escassez de inimigos naturais e, portanto, não ocorrendo competição entre estes e os patógenos (MICHEREFF et al., 2005). O aumento ou diminuição da densidade populacional de espécies de microrganismos é

proveniente da quantidade e qualidade do resíduo vegetal utilizado (REIS et al., 2005; GILARDI, 2016).

A decomposição no solo de materiais vegetais compostos por repolho e mandioca brava pode agir direta ou indiretamente na população de microrganismos habitantes de solo, e altera a relação C:N (carbono-nitrogênio) (SOUZA et al., 2008; AMBROSIO et al., 2008). Esses materiais vegetais aumentam a atividade microbiana do solo e levam à competição de microrganismos patogênicos por espaço, água e nutrientes (POSTMA et al., 2008). Em virtude disso, sucede a supressividade no solo ao patógeno (SOUZA et al., 2008; DANTAS et al., 2013). A capacidade de sobrevivência e competição do patógeno de solo frente aos microrganismos benéficos é influenciada por fatores abióticos e bióticos. A eficiência de microrganismos benéficos pode reduzir a intensidade da doença (MAFFIA et al., 2005).

A incorporação de brássicas e mandioca brava ao solo tem sido considerada no controle de fungos habitantes de solo, já que favoreceria a formação de gases fungitóxicos, atingindo estruturas de sobrevivência dos fungos (AMBRÓSIO et al., 2008). Dependendo dos *debris* incorporados ao solo, pode haver influência sobre a eficiência dos microrganismos benéficos (BONANOMI et al., 2008; BASSETO et al., 2011). De acordo com Moraes (2006), o uso do repolho incorporado ao solo proporcionou uma redução na intensidade da murcha bacteriana em tomateiro. Possivelmente esse efeito deve-se as substâncias presentes nessa espécie de brássica (SULTANA et al., 2002).

### **Efeito de *Brassica oleracea* var. *capitata* L. na biofumigação**

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), pertencente à família Brassicaceae, é constituído por várias folhas, que se imbricam e dão origem à parte comestível (FILGUEIRA, 2000). Essa planta produz substâncias denominadas glucosinolatos, que por sua vez sofrem hidrólise, pela ação da enzima mirosinase. O resultado é formação de gases com uma série de compostos, tais como as nitrilas, os isotiocianatos e os tiocianatos (MORRA, 2010). Esses gases reduzem a população patogênica e são utilizados como biocidas naturais (KIRKEGAARD e SARWAR, 1998).

Os resíduos de brássicas têm sido utilizados para biofumigação, sendo este um método para diminuir a população do patógeno. Considera-se que, além de contribuir para a melhoria das condições físicas e químicas do solo, produz gases tóxicos durante a degradação do material vegetal (BLOK et al., 2000; AMBROSIO et al., 2008; MOTISI et al., 2009; MOCCELLIN, 2011).

Algumas espécies de brássicas estão sendo testadas para controle de fusariose. Fan et al. (2008) obtiveram resultados positivos quando testaram folhas de mostarda e couve-rábano no controle de *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum* W.C. Snyder & H.N. Hansen. Resíduos de repolho reduziram a incidência e a severidade da podridão radicular do feijoeiro no controle de *Sclerotium rolfsii* (TOMAZELLI et al., 2011). Araújo (2015) demonstrou que resíduos de repolho inibiam a produção *in vitro* de clamidósporos e macroconídios para um isolado de *F. oxysporum* f.sp. *passiflorae*.

Esses trabalhos demonstraram a eficiência desses materiais vegetais, causando a redução de clamidósporos e do crescimento micelial no controle de fitopatógenos habitantes do solo, exercendo um papel importante na fase de sobrevivência e de infecção do patógeno, principalmente na pré penetração.

O crescimento e sobrevivência de *F. oxysporum*, possivelmente foram afetados pela ação das substâncias provenientes desses *debris*, causando a diminuição do inóculo inicial disponível para infecção.

### **Efeito de *Manihot esculenta* Crantz na biofumigação**

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma raiz tuberosa que contém o princípio ativo ácido cianídrico (HCN), muito volátil (OLIVEIRA et al., 2011). A liberação de HCN ocorre após o tecido ser cortado e o glicosídeo cianogênico entra em contato com as enzimas catabólicas. A linamarina e lotaustralina são substâncias que estão presentes nas raízes e folhas de mandioca e são degradadas pela enzima linamarase (ALMEIDA e FERREIRA, 2005; AMBRÓSIO et al., 2008), compostos que conferem a toxicidade.

Ambrósio et al. (2008) demonstraram que os resultados obtidos com folhas de mandioca brava foram tão eficientes quanto as brássicas no controle de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2, causador da murcha de *Fusarium* em

tomateiro. Possivelmente uma das causas da inativação do patógeno deve-se às substâncias tóxicas que são liberadas pelas folhas da mandioca.

A utilização de resíduos de mandioca brava contribuiu para redução das estruturas do fungo *Macrophomina phaseolina* aos 21 dias de tratamento, provavelmente devido à presença de glicosídeos cianogênicos que são compostos fungitóxicos (AMBRÓSIO et al., 2009). O uso de resíduos de mandioca brava e da mandioca mansa ocasionaram a redução do fungo *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2, e quando combinados à solarização conseguiram atuar no controle da murcha do *Fusarium* (WONG et al., 2011). Araújo (2015) demonstrou que resíduos de mandioca inibiam a produção *in vitro* de clamidósporos para um isolado de *F. oxysporum* f.sp. *passiflorae*.

Os *debris* escolhidos mostraram-se eficientes no controle de alguns patógenos habitantes de solo. Para Fop, entretanto, pouco se sabe sobre o efeito desses *debris* na redução do número e germinação de clamidósporos e inibição da atividade saprofítica na fase de sobrevivência do patógeno. O trabalho de Araújo (2015) indica que a biofumigação pode ser uma alternativa também para Fop, mas a sensibilidade observada em um isolado pode não ser uma característica de outras populações do patógeno. Nessa perspectiva, este trabalho teve como objetivo quantificar e modelar a influência de diferentes materiais vegetais na fase de na sobrevivência do agente causal (Fop).

## REFERÊNCIAS

ABAWI, G. S.; WIDMER, T. L. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. **Applied Soil Ecology**, v.15, n.1, p. 37-47, 2000.

AGRIOS, G. N. Plant diseases caused by fungi. In: AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5.ed. San Diego: Academic Press, p. 138-163, 2005.

ALMEIDA, J.; FERREIRA, F. J. R. **Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal**. v.7, n.1, p.50-56, 2005.

ALVES, T.S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N.E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejo. **Maringá**, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.

AMBRÓSIO, M.M. Q.; BUENO, C.J.; PADOVANI, C.R.; SOUZA, N.L. de. Sobrevivência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo, em microcosmo, simulando solarização com prévia incorporação de materiais orgânicos. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v.35, n. 1, p. 20-25, 2009.

AMBRÓSIO, M.M.Q.; BUENO, C.J.; PADOVANI, C.R.; SOUZA, N.L.de. Controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, n.4, p. 354-358, 2008.

ARAÚJO, L.F.C. **Fatores bióticos de risco à incidência da fusariose do maracujazeiro e à sobrevivência do agente causal**. 2015. 67f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA, 2015.

ARAÚJO, R. C.; BRUCKNER, C. H.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; ALVAREZ, V. H.; SOUZA, A. P.; PEREIRA, W. E.; HIMUZI, S. Quality of yellow passionfruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) as affected by potassium nutrition. **Fruits**. França, v.27, n.3, p.109- 115, 2006.

BAILEY, D. J.; OTTEN, W.; GILLIGAN, C. A. Saprotrophic invasion by the soil-borne fungal plant pathogen *Rhizoctonia solani* and percolation thresholds. **New Phytologist**, Cambridge, v. 146, n. 3, p. 535-544, 2000.

BASSETO, M. A.; BUENO, C. J.; CHAGAS, H. A.; ROSA, D. D.; PADOVANI, C. R.; FURTADO, E. L. Efeitos da simulação da solarização do solo com materiais vegetais sobre o crescimento micelial de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n.3, p. 116-120,2011.

BECKMAN, C.H. **The Nature of Wilt Diseases of Plants**. St Paul: APS Press, 1987.

BEDENDO, I; AMORIM, L. Ambiente e Doença. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, p. 133-148, 2011.

BLOK, W. J.; LAMERS, J. G.; TERMORSHUIZEN, A. J.; BOLLEN, G. J. Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. **Phytopathology**, v. 90 p. 253-259, 2000.

- BONANOMI G.; ANTIGNANI V.; CAPODILUPO M.; SCALA F. Identifying the characteristics 14 of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases. **Soil Biology and 15 Biochemistry**, v. 42, n.2, p. 136-144, 2010.
- BONANOMI, G.; CHIURAZZI, M.; CAPORASO, S.; DEL SORBO, G.; MOSCHETTI, G.; FELICE, S. Soil solarization with biodegradable materials and its impact on soil microbial communities. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, n.8, p.1989-1998, 2008.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; MOTA, J. D. M.; RODRIGUES, A. C.; DINIZ, A. A. Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro amarelo sob adubação potássica, biofertilizante e cobertura morta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.9, n.1, p.59-71,2007.
- CARDOSO, S. C.; SOARES, A. C. F.; BRITO, A. D. S.; LARANJEIRA, F. F., LEDO, C. A. S.; SANTOS, A. P. D. Control of tomato bacterial wilt through the incorporation of aerial part of pigeon pea and crotalaria to soil. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 1, p. 27-33, 2006.
- CARVALHO, A. M.; CARVALHO, A. M. B. Nota preliminar sobre a ocorrência de *Fusarium* sp. em plantas de maracujá, no Estado de São Paulo. **Ciência e Cultura**, v.20, p.265-266, 1968.
- CERVI, A.C.; LINSINGEN, L.V. *Passiflora kikian*, a new species of Passifloraceae from the Brazilian Amazon. **Revista Acta Botanica Brasilica**, v.24, n.2, p.1062-1064,2010.
- CHAVES, R.C.; JUNQUEIRA, N.T.V.; MANICA, I.; PEIXOTO, J.R.; PEREIRA, A.V.; FIALHO, J.F. Enxertia de maracujazeiro-azedo em estacas herbáceas enraizadas de espécies de passifloras nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.120 – 123, 2004.
- CRUZ, S.M.C.; RODRIGUES, A.A.C.; CANDIDO E SILVA, E.K.; OLIVEIRA, L.J.M.G. Supressividade por incorporação de resíduo de leguminosas no controle da fusariose do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.39, n.3, p.180-185, 2013.
- CUNHA, M. A. P. da; BARBOSA, L. V.; FARIA, G. A. Botânica. In: LIMA, A. de A. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, cáp 1, p.15-35, 2004.
- DANTAS, A. C. V. L.; LIMA, A. A.; GAÍVA, H. N. **Cultivo do Maracujazeiro**. Brasília: editora L K, p. 10, 2006.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J.R. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Brasília: Embrapa cerrados, cáp 8, p.187-209, 2005.
- FAN, C.M.; XIONG, P.Q; JI, G.H.; HE, Y. Potential Biofumigation Effects of *Brassica oleracea* var. *caulorapa* on Growth of Fungi. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 156, p. 321-325, 2008.



FILGUEIRA, F.A.R. Solanáceas II - Tomate: a hortaliça cosmopolita. In: **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, p .189-234, 2000.

FISCHER, I. H.; LOURENÇO, S. A.; MARTINS, M. C.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da podridão do colo do maracujazeiro causada por *Nectria haematococca*. **Revista Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 250-258, 2005.

FISCHER, I.H.; REZENDE, J.A. Diseases of passion flower (*Passiflora* spp.). **Revista Pest Technol**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2008.

GANGA, R. M. D.; RUGGIERO, C.; LEMOS, E. D. M.; GRILI, G. V. G.; GONÇALVES, M. M.; CHAGAS, E. A.; WICKERT, E. Diversidade genética em maracujazeiro-amarelo utilizando marcadores moleculares fAFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n. 3, p. 494-498, 2004.

GAÑOPOULOS, I.; MADEISIS, P.; ZAMBOUNIS, A.; TSAFTARIS, A. High-resolution melting analysis allowed fast and accurate closed-tube genotyping of *Fusarium oxysporum* formae speciales complex. **FEMS microbiology letters**, v. 334, n. 1, p. 16-21, 2012.

GEISER, D. M.; AOKI, T.; BACON, C. W.; BAKER, S.E.; BHATTACHARYYA, M. K., et al. One fungus, one name: defining the genus *Fusarium* in a scientifically robust way that preserves longstanding use. **Phytopathology**, v. 103, n. 5, p.400-408, 2013.

GILARDI, G.; PUGLIESE, M.L.; GARIBALDI. Effect of different organic amendments on lettuce fusarium wilt and on selected soilborne microorganisms. **Plant Pathology**, v 65, n. p.704–712, 2016.

GRÜNWARD, N. J.; HU, S.; VAN BRUGGEN, A. H. C. Short-term cover crop decomposition in organic and conventional soils: characterization of soil C, N, microbial and plant pathogen dynamics. **European Journal of Plant Pathology**, v. 106, n.1, p. 37-50, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Culturas temporárias e permanentes**. Produção Agrícola Municipal, 2015. Disponível em:< <http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

KARAVINA, C.; MANDUMBU, R. Biofumigation for crop protection: potential for adoption in Zimbabwe. **J. Anim. Plant Sci**, v. 14, n. 3, p. 1996-2005, 2012.

KIRKEGAARD, J.A.; GARDNER, P.A.; ANGUS, J.F.; KOETZ, E. Effect of *Brassica* Break Crops on the Growth and Yield of Wheat. **Crop and Pasture Science**. v.45, n.3, p. 529-545, 1994.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The *Fusarium* laboratory manual**. 1st ed. Blackwell Publishing, Ames, IA, USA, p. 239, 2006.

LIMA, A. A.; NORONHA, A. C. S.; BORGES, A. L.; CARDOSO, C. E. L.; RITZINGER, C. H. S. P.; BARBOSA, C. de J.; COSTA, D. da C. SANTOS FILHO, H. P.; FANCELLI, M.; da CUNHA, M. A. P.; SANCHES, N. F. **A cultura do**

**maracujá**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 3ed. Ver. Amp. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 11-21, 2006.

LIMA, A.A.; BORGES, A.L. Exigências edafoclimáticas. In: LIMA, A.A.; CUNHA, M.A.P. **Maracujá: Produção e Qualidade na Passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, cap. 2, p.39-44, 2004.

MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E.S.G. Epidemiologia de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, p.125-148, 2005.

MCKNIGHT, T. A wilt disease of the passion vine (*Passiflora edulis*) caused by a species of *Fusarium*. **Queensland Journal of Agricultural Science**, Queensland, v. 8, p. 1-4, 1951.

MEDEIROS, W. J. F.; de OLIVEIRA, F. Í. F.; CAVALCANTE, L. F.; da COSTA, L. C.; ROCHA, R. H. C.; SILVA, A. R. (2017). Qualidade química em frutos de maracujazeiro amarelo cultivado em solo com biofertilizantes bovino. **Magistra**, v. 26, n. 2, p. 156-168, 2014.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, volume especial, p. 83–91, 2011.

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; PASSOS, I. R. da S. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. p.55-78 , 2005.

MESHULAM, M.; ERLICH, O.; HAZANOVSKY, M.; AHARON, M.; MATAN, E.; TSROR, L.; GAMLIEL, A. Biofumigation for the Control of Soilborne Diseases. In **VIII International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Advances in Soil and Soilless Cultivation under**, p.389-394, 2006.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; PERUCH, L. A. M.; MENEZES, M.; Importância dos patógenos e das doenças radiculares em solos tropicais .In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Univertária, p.1-18, 2005.

MOCCELLIN, R. **Espécies de brássicas no controle de fitopatógenos habitantes do solo**. 2011. 64f.Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011.

MORAES, M. F. H. **Efeito da solarização e Incorporação de Repolho na Supressão da Murcha Bacteriana em Tomateiro**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2006.

MORRA, M. J.; BOREK, V. Glucosinolate preservation in stored Brassicaceae seed meals. **Journal of Stored Products Research**, v. 46, p. 98 - 102, 2010.

MOTISI, N.; MONTFORT, F.; FALOYA, V.; LUCAS, P.; DORÉ, T. Growing *Brassica juncea* as a cover crop, then incorporating its residues provide complementary control of *Rhizoctonia* root rot of sugar beet. **Field Crops Research**, v. 113, n. 3, p. 238-245, 2009.

NEGREIROS, J. D. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; ÁLVARES, V. D. S.; SILVA, J. O. D. C.; NUNES, E. S.; ALEXANDRE, R. S.; BRUCKNER, C. H. Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.21-24, 2006.

OLIVEIRA, T. N.; PEREIRA, S. C.; ALVES, J.M.A.; SEDIYAMA.T.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SOUZA, E.D.; MELVILLE, C.C. Ácido cianídrico em tecidos de mandioca em função da idade da planta e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.10, p.1436-1442, 2012.

ORTIZ, E.; CRUZ, M.; MELGAREJO, L. M.; MARQUÍNEZ, X.; HOYOS, C. L. Histopathological features of infections caused by *Fusarium oxysporum* and *F. solani* in purple passionfruit plants (*Passiflora edulis* Sims). **Revista Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 2, p. 134-140, 2014.

POSTMA, J.; SCHILDER, M. T.; BLOEM, J.; VAN LEEUWEN-HAAGSMA, W. K. Soil suppressiveness and functional diversity of the soil microflora in organic farming systems. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, n, 9, p. 2394-2406, 2008.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; HOFFMANN, L. L. Controle cultural de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Eds.). **Ecologia manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE – Imprensa Universitária, 2005. p. 279-301.

SANTOS FILHO, H. P.; LARANJEIRA, F. F.; SANTOS, C. C. F. dos; BARBOSA, C, J. Doenças do maracujazeiro. In: LIMA, A.A.; CUNHA, M.A.P.da. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 239-280, 2004.

SILVA, A. D. S.; OLIVEIRA, E. J. D., HADDAD, F.; LARANJEIRA, F. F.; JESUS, O. N. D.; OLIVEIRA, S. A. S. D.; FREITAS, J. P. X. D. Identification of passion fruit genotypes resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*. **Tropical Plant Pathology**, v.38, n. 3, p. 236-242, 2013.

SILVA, A. D. S.; OLIVEIRA, E. J. D.; HADDAD, F.; JESUS, O. N. D.; OLIVEIRA, S. A. S. D.; COSTA, M. A. P. D. C. Molecular fingerprinting of *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* isolates using AFLP markers. **Revista Scientia Agricola**, v.70, n.2, p. 108-115, 2013.

SOUZA, E. D. D. T.; SILVEIRA, P. M. D.; LOBO JÚNIOR, M.; CAFÉ FILHO, A. C. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n. 8, p. p.971-978, 2008.

SULTANA, T.; SAVAGE,G. P; MCNEIL, D. L.; PORTER,N. G; MARTIN J., DEO, B. Effects of fertilisation on the allyl isothiocyanate profile of above-ground tissues of New Zealand-grown wasabi. **Jornal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, p. 1477–1482, 2002.

TERMORSHUIZEN, A. J.; VAN RIJN, E.; VAN DER GAAG, D.J.; ALABOUVETTE, C.; CHEN, Y.; LAGERLOF, J.; MALANDRAKIS, A. A.; PAPLOMATAS, E. J.; RAMERT, B.; RYCKEBOER, J.; STEINBERG, C.; ZMORA-NAHUM, S. Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: variability in pathogen response. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 38, n. 8, p. 2461-2477, 2006.

TOMAZELI, A.N.; SANTOS, I.; MORALES, R.G.F. Resíduos orgânicos para o controle das doenças do feijoeiro causadas por *Sclerotium rolfsii*. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v. 7 n.1, p. 65-74, 2011.

WONG, L. C.; AMBROSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L. Sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 submetido à técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 2, p. 129- 133, 2011.

## CAPÍTULO II

---

**Modelagem dos efeitos de *debris* nos mecanismos de sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae***

Artigo a ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT)

1 Modelagem dos efeitos de *debris* nos mecanismos de sobrevivência de *Fusarium*  
2 *oxysporum* f. sp. *passiflorae*

3 Resumo

4 A murcha de *Fusarium* causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* (Fop) é  
5 considerada a principal doença de origem fúngica da cultura. Esse patógeno produz  
6 estruturas de resistência e sobrevive por longos períodos no solo na forma de  
7 clamidósporos, além de exercer o saprofitismo. Dentre as estratégias para o manejo de  
8 doenças ocasionadas por patógenos de solo, a biofumigação por incorporação de repolho e  
9 mandioca brava tem sido estudada. O objetivo desse trabalho foi quantificar e modelar a  
10 influência de diferentes *debris* na fase de sobrevivência de Fop em condições de  
11 laboratório. Os isolados foram avaliados e selecionados por teste de patogenicidade em  
12 mudas de maracujazeiro amarelo. Para os testes de incorporação de materiais vegetais as  
13 variáveis avaliadas foram: crescimento micelial de Fop, Unidades Formadoras de Colônias  
14 (UFC), produção e germinação de clamidósporos submetidos a seis tempos de incubação.  
15 Foi calculada a área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) e germinação de  
16 clamidósporos (AACGC), usando uma função sigmoide para modelar o processo. A  
17 incorporação dos *debris* repolho e mandioca brava teve efeito fungistático sobre Fop, com  
18 redução no crescimento micelial, número de UFC e produção de clamidósporos. A  
19 germinação de 78% dos isolados foi inibida. O percentual de germinação de clamidósporos  
20 dos demais isolados foi reduzida.

21 Palavras-chave: clamidósporos; materiais vegetais; saprofitismo.

22 Modeling the effects of *debris* on the survival mechanisms of *Fusarium oxysporum* f. sp.  
23 *passiflorae*

24 Abstract

25 Fusarium wilt caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* (Fop) is  
26 considered the main fungal disease of the crop. This pathogen produces resistance  
27 structures and survives for long periods in the soil in the form of chlamydo­spores, in  
28 addition to exerting saprophytism. Among the strategies for the management of diseases  
29 caused by soil pathogens, biofumigation by incorporation of cabbage and wild cassava has  
30 been studied. The objective of this work was to quantify and model the influence of  
31 different debris on the survival phase of Fop under laboratory conditions. The isolates were  
32 evaluated and selected by pathogenicity test on yellow passion fruit seedlings. For the  
33 biofumigation tests, the following variables were evaluated: mycelial growth of Fop,  
34 Colony Forming Units (CFU), production and germination of chlamydo­spores submitted  
35 to six incubation times. The area under the mycelial growth curve (AACCM) and  
36 chlamydo­spore germination (AACGC) were calculated, and their dynamics were modeled  
37 using a sigmoid function. The incorporation of cabbage and cassava debris had a fungistatic  
38 effect on Fop, with reduction in mycelial growth, number of CFU and production of  
39 chlamydo­spores. Germination of 78% of the isolates was inhibited. The percentage of  
40 germination of chlamydo­spores of the other isolates was reduced.

41 Keywords: chlamydo­spores; plant materials; saprophytic.

42 **Introdução**

43 O maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) é uma frutífera  
44 amplamente cultivada no território nacional e apresenta grande importância agrícola  
45 (Meletti et al. 2011). O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, com  
46 produção anual de 695 mil toneladas. Dentre os estados produtores, destaca-se a Bahia com  
47 aproximadamente 297 mil toneladas (IBGE 2015).

48 Embora o Brasil seja o maior produtor mundial de maracujá, sua produtividade  
49 ainda é considerada baixa quando comparada ao potencial de produção dessa cultura  
50 (Freitas et al. 2011). Dentre os fatores que reduzem a produtividade, a incidência de  
51 doenças representa um dos principais problemas na cultura do maracujazeiro (Meletti et al.  
52 2005, Santos et al. 2015). Dentre as doenças causadas por fungos habitantes de solo  
53 destaca-se a fusariose causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* (Fop).

54 O fungo *F. oxysporum* penetra no sistema radicular através de pequenos ferimentos  
55 ou fissuras naturais nas raízes, ocorrendo assim a infecção. A colonização do hospedeiro  
56 desenvolve-se, a partir do crescimento intercelular das hifas do patógeno em direção aos  
57 vasos lenhosos (Bedendo, Amorim 2011).

58 O Fop possui clamidósporos, estrutura de resistência, que podem sobreviver no solo  
59 por vários anos. Esses surgem a partir de modificações das hifas, sendo formados quando  
60 o patógeno não está em ambiente favorável, como no caso de esgotamento de nutriente  
61 (Smith 2007).

62 Fungos habitantes de solo podem sobreviver sobre restos de cultura de forma  
63 saprofítica (Reis et al. 2011). A incorporação de material vegetal pode levar ao controle ou  
64 aumento de doença, e isso varia conforme o material vegetal incorporado (Sultana et al.  
65 2002).

66 Uma vez no solo, os *debris*, podem servir como fonte de nutrientes e abrigo,  
67 contribuindo para a sobrevivência do patógeno (Grunwald, Hu, Van Bruggen, 2000; Cruz  
68 et al. 2013), sendo um fator ambiental que influencia no progresso da doença. A  
69 incorporação de resíduos vegetais também aumenta a população e da atividade de  
70 microrganismos benéficos (Cruz et al. 2013), podendo interferir na atividade saprofítica,  
71 alterando o ciclo de vida do patógeno, diminuindo o potencial de inóculo (Smith 2007).



72 A biofumigação consiste na incorporação de *debris* ao solo que liberam compostos  
73 voláteis tóxicos aos fitopatógenos habitantes do solo (Blok et al. 2000, Lazzeri et al. 2003).  
74 O potencial de biofumigação pode variar de acordo com a espécie vegetal utilizada  
75 (Ambrósio et al. 2009).

76 Ambrósio et al (2008), trabalhando com associação da incorporação de resíduos de  
77 mandioca, obtiveram resultados satisfatórios quanto à supressão de *Fusarium oxysporum*  
78 f. sp. *lycopersici*; *Macrophomina. phaseolina*; *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. Em  
79 estudo semelhante, Ferreira et al (2011) evidenciaram que o uso de resíduos de mandioca  
80 proporcionou a inibição do crescimento micelial de Fop. Araújo (2015) demonstrou que  
81 resíduos de repolho e mandioca inibiam a produção *in vitro* de clamidósporos de um  
82 isolado de *F. oxysporum* f.sp. *passiflorae*.

83 O potencial de biofumigação de brássicas e mandioca brava possivelmente está  
84 associada a concentração e toxicidade das substâncias presentes nas partes áreas das plantas  
85 (Motisi et al. 2009). Esses *debris* após danos nos tecidos, as substâncias presentes são  
86 rompidas e rapidamente hidrolisadas, pela ação de enzimas, liberando gases tóxicos aos  
87 fitopatógenos habitantes de solo (Ambrósio et. 2008, Buxdorf et al. 2013).

88 Partindo das informações de biofumigação disponíveis na literatura sobre efeitos de  
89 *debris* nos mecanismos de sobrevivência de *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*, fazem-se  
90 necessários estudos nesse contexto. Objetivou-se no presente trabalho: a) Quantificar o  
91 efeito de materiais vegetais no crescimento saprofítico de *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*;  
92 b) Quantificar o efeito de materiais vegetais na produção e viabilidade de esporos de  
93 resistência por *F.oxysporum* f. sp. *passiflorae*.

#### 94 Material e Métodos

95 Isolados de Fop e obtenção das mudas

96 Foram utilizados 40 isolados de Fop obtidos de diferentes regiões da Bahia,  
97 mantidos na micoteca da Embrapa Mandioca e Fruticultura. As mudas de maracujá  
98 amarelo foram obtidas a partir do plantio de sementes em bandejas contendo substrato  
99 comercial. O plantio foi realizado em casa de vegetação. Mudas com o terceiro par de  
100 folhas definitivas foram utilizadas no teste de patogenicidade.

#### 101 Preparo do inóculo e inoculação

102 Suspensão de conídios. Para preparo do inóculo por suspensão de conídios, os isolados  
103 foram repicados em placas de Petri contendo meio BDA (Batata dextrose e ágar), com  
104 cinco repetições cada. As placas foram incubadas em BOD a 25°C com fotoperíodo de 12  
105 h por 7 dias. Após incubação, adicionaram-se 30 mL de água destilada esterilizada em cada  
106 placa (repetição) e as colônias foram raspadas com uma escova de cerdas macias. A  
107 suspensão obtida foi filtrada em gaze dupla. Uma alíquota da suspensão foi transferida para  
108 câmara de Neubauer e realizada a contagem de macro e micro conídios. Após contagem,  
109 ajustou-se a concentração para  $10^6$  conídios mL<sup>-1</sup>, adicionando-se água destilada  
110 esterilizada.

111 Substrato colonizado. Para produção de *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae* em meio areia-fubá  
112 utilizaram-se 5 partes de areia para 1 parte de fubá de milho. Essa mistura foi colocada em  
113 sacos plásticos e esterilizada em autoclave por duas vezes consecutivas a 120 °C por 20  
114 minutos, em intervalos de 24 horas. Em seguida, foram adicionados 10 discos de micélio  
115 do patógeno, crescido em BDA a 25°C por 7 dias. Após umedecimento com 30 mL de água  
116 destilada esterilizada, o substrato foi incubado em BOD a  $25 \pm 1$  °C por 20 dias. Os sacos  
117 contendo a mistura foram agitados a cada dois dias para favorecer a multiplicação e a  
118 colonização homogênea do substrato pelo fungo. Após o período de incubação, os sacos  
119 foram abertos para a quantificação do inóculo.

120 Teste de patogenicidade: Postulados de Koch

121 Foram utilizadas duas metodologias de inoculação: a) Método de imersão de raízes  
122 (MIR) em suspensão de conídios; b) Método da areia e fubá de milho colonizados (MAFC).  
123 A patogenicidade dos isolados de Fop foi avaliada em mudas de maracujazeiro amarelo  
124 submetidas a esses dois métodos de inoculação. Utilizaram-se 40 isolados de Fop com  
125 cinco repetições, mais o tratamento controle sob delineamento inteiramente casualizado.

126 No método de imersão de raízes, as mudas foram removidas cuidadosamente do  
127 substrato e lavadas com água corrente. Em seguida, foram imersas na suspensão de esporos  
128 ajustada a  $10^6$  conídios/ml por 20 minutos, seguindo a metodologia adaptada de Ferreira et  
129 al (2015).

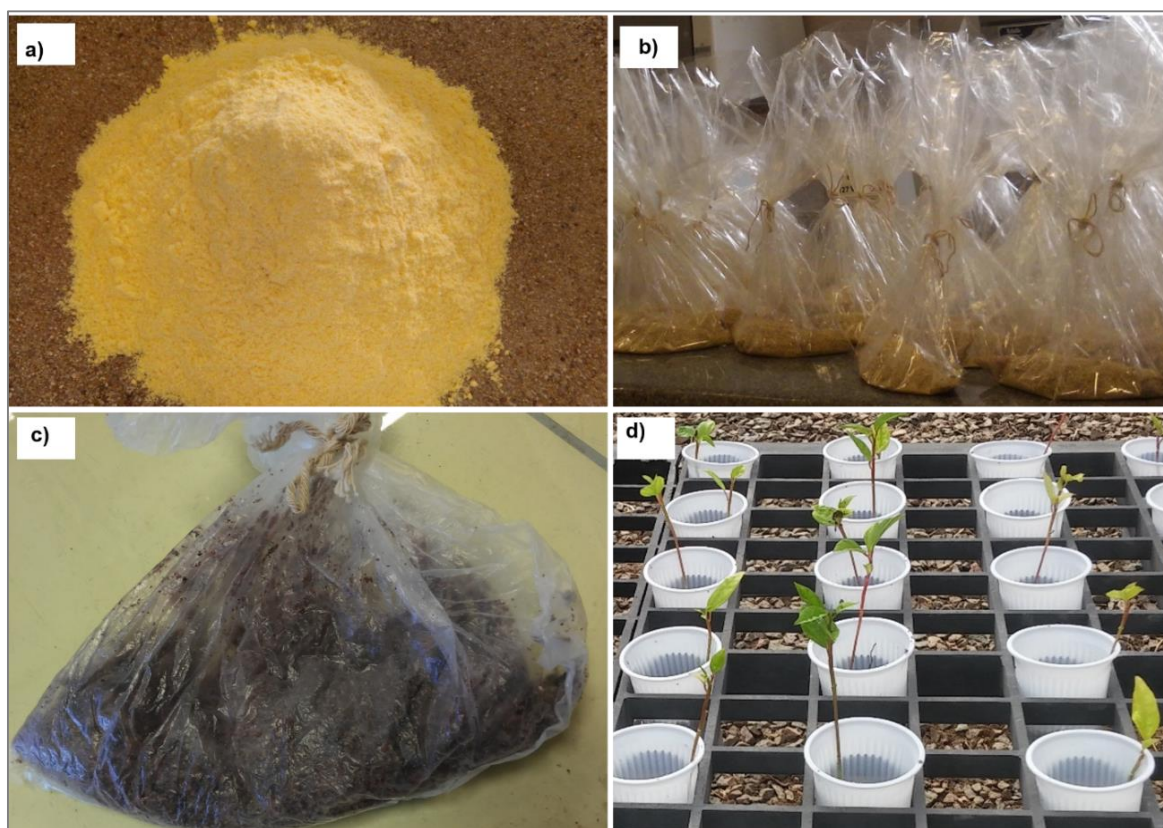
130 As mudas foram então levadas para casa de vegetação onde foram replantadas em  
131 copos descartáveis de 200 mL contendo o substrato comercial e areia autoclavada, na  
132 proporção 1:1. Cada planta recebeu 20 mL da suspensão de conídios no substrato próximo  
133 ao caule (Figura 1). O tratamento controle foi constituído por mudas de maracujazeiro,  
134 areia e substrato com suas raízes imersas apenas em água destilada esterilizada.



135 Figura 1. Inoculação: Preparo de suspensão (a) e imersão de mudas de maracujazeiro amarelo  
136 em suspensão ajustada de conídios (b).

137 Para o método areia fubá colonizado (MAFC), após a incubação, foi realizada  
138 contagem de esporos viáveis, por meio da técnica da diluição seriada. Para isso, retirou-se  
139 1 g da amostra do meio infestado, o qual foi depositado em tubo de ensaio contendo água  
140 destilada esterilizada. Realizou-se a diluição da suspensão até  $10^4$  e foi feito o semeio em  
141 placa de Petri contendo meio BDA, com três repetições.

142 As placas foram vedadas e incubadas por 48 horas em BOD a 25 °C, procedendo-se a  
143 quantificação do inóculo pela contagem de colônias que cresceram no meio. Em seguida,  
144 as mudas foram levadas para casa de vegetação e replantadas em copos descartáveis de  
145 200mL com o substrato infestado com Fop (Figura 2). Com a planta controle foi realizado  
146 o mesmo procedimento, mas com uso de substrato não infestado.



147 Figura 2. Procedimentos do método areia e fubá colonizado. Meio de cultivo composto por  
148 areia e fubá de milho (a) meio de cultivo autoclavado (b) inóculo após incubação (c)  
149 inoculação das mudas de maracujazeiro com substrato infestado (d).

150 Re-isolamento do patógeno

151 Após inoculação, todas as plantas que apresentaram sintomas foram retiradas da  
152 casa de vegetação e levadas ao laboratório de Fitopatologia na Embrapa Mandioca e  
153 Fruticultura. Foram coletados fragmentos com sintomas do caule e raiz que foram  
154 submetidos à desinfestação com álcool 70 % e hipoclorito de sódio a 0,5 %, por um minuto  
155 em câmara de fluxo laminar, seguidas de três lavagens consecutivas em água destilada  
156 esterilizada. Os segmentos desinfestados foram transferidos para meio BDA. Após 72  
157 horas de incubação, as colônias crescidas foram analisadas morfológicamente para  
158 comprovação do agente etiológico.

159 Seleção dos isolados

160 Foram selecionados quatorze isolados nesse estudo, com base nos seguintes  
161 critérios: indução de sintomas de murcha em 100% das plantas-teste e diversificação de  
162 sua origem geográfica (Tabela 1).

163 Tabela 1. Origem e identificação de isolados de Fop para experimento.

Código de identificação dos isolados	Município	Identificação na micoteca	Hospedeiro
133	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
003	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
002	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
005	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
1T	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
A4	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
138	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
071	Porto Seguro (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
108	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
7F	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
013	Ubaíra (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
104	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
109	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
106	Paramirim (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa

164 Testes de supressividade por incorporação de materiais vegetais

165 Os experimentos focaram nos principais mecanismos envolvidos na fase de  
166 sobrevivência de Fop. Dessa forma, foram realizados três experimentos para contemplar o  
167 (i) crescimento saprofítico, momento em que o patógeno utiliza-se de resíduos vegetais e  
168 se mantêm por meio do crescimento micelial; (ii) produção e (iii) germinação de  
169 clamidósporos, que dá origem ao inóculo inicial, responsável pelo início da epidemia.  
170 Todos estes mecanismos foram avaliados sob o efeito dos materiais vegetais repolho,  
171 mandioca mansa, mandioca brava e maracujá amarelo.

172 I. Crescimento saprofítico de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* em substratos vegetais

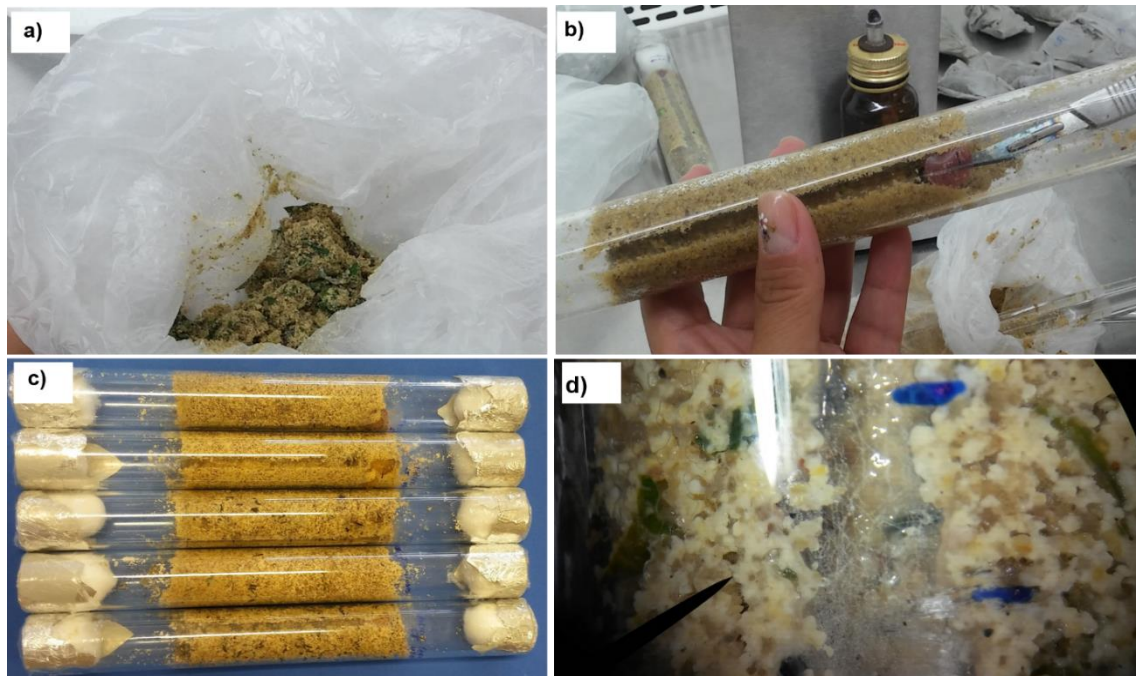
173 Para a realização desse experimento foram utilizadas folhas de maracujá amarelo  
174 (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), mandioca brava  
175 e mandioca mansa (*Manihot esculenta*).

176 As folhas dos materiais vegetais foram cortadas em pequenos fragmentos e  
177 utilizaram-se 3 g de cada material para cada isolado e tratamento. Os materiais vegetais  
178 passaram por uma desinfestação com álcool 70 %, seguida de hipoclorito de Sódio 1 % por  
179 um minuto, três lavagens em água destilada esterilizada, e secos em papel esterilizado.

180 Foram utilizados tubos esterilizados com dimensões de 25 cm de comprimento x 3  
181 cm de diâmetro e abertura nas duas extremidades. Foram colocados 90 g de substrato  
182 constituído de areia, fubá, 5% de material vegetal desinfestado e 24 mL de água destilada  
183 esterilizada. Na região central do tubo foi colocado o substrato, ocupando 10 cm da parte  
184 mediana interna. Em seguida transferiu-se um disco de micélio de 1,0 cm em uma das  
185 extremidades dos tubos que foram vedados com algodão e folha de papel laminado. Os  
186 tubos foram incubados em BOD a temperatura de  $25 \pm 1$  °C e fotoperíodo de 12 horas  
187 (Figura 3). O crescimento micelial foi avaliado ao longo do comprimento do tubo, com



188 microscópio estereoscópio e medido com régua milimetrada, em dias consecutivos até o  
189 crescimento micelial atingir todo o substrato no tubo, seguindo a metodologia estabelecida  
190 por Souza (2016).



191  
192 Figura 3. Avaliação do crescimento micelial. Substrato, material vegetal e água destilada  
193 esterilizada (a) inserção do substrato vegetal e disco de micélio em tubos de vidro (b)  
194 tubos de vidro prontos para serem incubados (c) avaliação do experimento após  
195 crescimento micelial (d).

## 196 II. Quantificação de UFC após crescimento micelial

197 Após a avaliação do crescimento micelial, foram feitas diluições seriadas do  
198 substrato colonizado até  $10^4$  conídios/ml. Uma alíquota de 200  $\mu$ l da suspensão foi  
199 espalhada sobre o meio de cultura Komada (Komada 1975) com uma alça de Drigalski  
200 esterilizada e as placas foram incubadas em BOD a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , por 48 horas. As colônias de  
201 cada placa foram então contadas, determinando-se o número de Unidades Formadoras de  
202 Colônias (UFC) por grama de substrato, por meio da equação  $\text{UFC/g} = \text{NC} \times \text{F} / 0,2$ , sendo:  
203 NC número de colônias, F= (fator de diluição da amostra), 0,2 = (fator correção do  
204 plaqueamento de 200  $\mu$ L de suspensão).

### 205 III. Produção de clamidósporos

206 Foram cortadas folhas de diferentes materiais vegetais em fragmentos de  
207 aproximadamente 1 cm, que foram submetidos a desinfestação utilizando álcool 70 %,  
208 hipoclorito a 1 % por um minuto, e três lavagens consecutivas com água destilada  
209 esterilizada. Esses fragmentos foram adicionados ao substrato contendo areia e fubá  
210 esterilizado por duas vezes consecutivas a 120 °C/ 20 minutos, em intervalos de 24 horas.

211 Foram colocados 15 discos de micélio de 10 mm, 9 mL de água destilada  
212 esterilizada e 3g de material vegetal nos sacos que continham 90g do substrato vegetal.  
213 Após vedação, incubou-se em BOD por 30 dias na temperatura de  $25 \pm 1$  °C.  
214 Posteriormente, retirou-se 1 g do substrato colonizado e adicionou-se 9 mL de água  
215 destilada esterilizada. A suspensão foi filtrada em peneira, retirando-se uma alíquota para  
216 contagem dos clamidósporos em câmara de Neubauer, utilizando o campo A e o Fator de  
217 correção  $1,0 \times 10^4$  clamidósporos mL<sup>-1</sup>

### 218 IV. Germinação de clamidósporos

219 A suspensão usada para quantificação dos clamidósporos foi padronizada na  
220 concentração de  $10^6$  clamidósporos mL<sup>-1</sup> após filtragem, e alíquotas transferidas para  
221 microtubos de 2 mL a cada tempo: 0 h, 1 h, 3 h, 6 h, 12 h e 24 h. Para paralisar a germinação  
222 adicionou-se 0,5 µL de azul lactofenol.

223 Em todos os campos da câmara de Neubauer foram contados os clamidósporos  
224 germinados e não germinados, obtendo-se a percentagem de germinação. As leituras de  
225 germinação de clamidósporos foram feitas para cada um dos seis período de incubação.  
226 Foram considerados germinados clamidósporos apresentando tubo germinativo de  
227 comprimento maior ou igual ao seu diâmetro.



228 Análise estatística

229 Os dados de crescimento micelial, produção e germinação de clamidósporos foram  
230 submetidos a análise de variância considerando delineamento inteiramente casualizado em  
231 esquema fatorial 5 x 14 (cinco tipos de material vegetal e quatorze isolados), com 3  
232 repetições. As médias dos isolados e tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott  
233 a 1 % de probabilidade.

234 Os dados de produção de clamidósporos, foram transformados em  $\log(x+1)$ ,  
235 visando o atendimento dos pressupostos da análise de variância. Foi calculada a área abaixo  
236 da curva de crescimento micelial (AACCM) e germinação de clamidósporos (AACGC).  
237 As análises estatísticas foram realizadas com o programa Sisvar (Ferreira 2014). Um  
238 modelo matemático foi ajustado aos dados de crescimento micelial e germinação de  
239 clamidósporos. A seleção do modelo matemático foi realizada dentro da família dos  
240 modelos sigmóides, utilizando-se o software TableCurve 2D v. 5.01 (Jandel 1991). Os  
241 modelos foram ajustados aos dados por meio de regressão não linear e selecionados pelos  
242 critérios de ajuste de linha de tendência e  $R^2 > 0,9$ , simplicidade matemática e número de  
243 parâmetros.

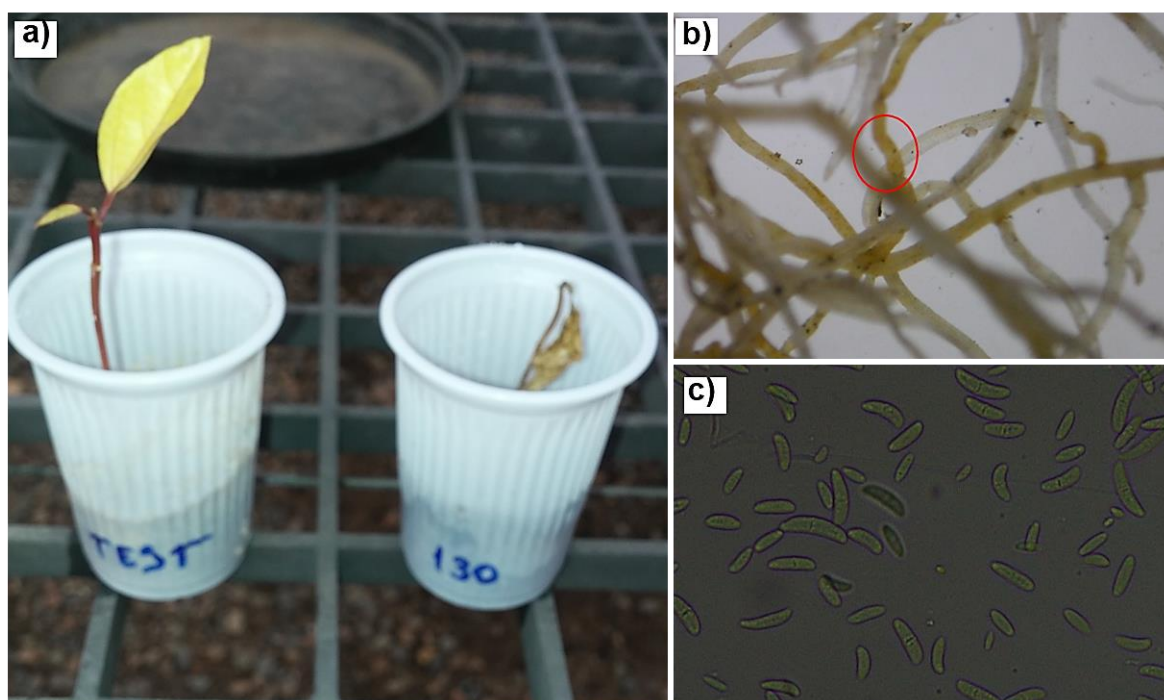
## 244 Resultados e Discussão

### 245 Teste de patogenicidade

246 No experimento utilizando o método substrato infestado (MAFC), as plantas  
247 apresentaram sintomas externos e internos típicos de fusariose, observados a partir do  
248 décimo dia após a inoculação (DAI). Todos os isolados de Fop incitaram sintomas no  
249 maracujazeiro. Os sintomas externos iniciaram com o amarelecimento e perda das folhas,  
250 sendo considerados sintomas secundários ou reflexos, levando algumas plantas à morte.

251 Os isolados 1T, 005, 013 causaram sintomas externos mais rapidamente que os  
252 demais. Foi possível observar sintomas internos como o escurecimento do sistema  
253 vascular, caracterizando a ação do patógeno (Figura 4).

254 A eficiência do método areia e fubá pode ser explicado pelo fato de ocorrer contato  
255 direto das raízes com o substrato infestado e à exposição aos esporos, aumentando assim a  
256 chance de penetração do patógeno. Além disso, a absorção de toxinas produzidas pelo  
257 fungo pode ocorrer de forma contínua, provocando sintomas externos mais rápidos e  
258 drásticos.



259 Figura 4. Teste de patogenicidade utilizando o método areia e fubá infestado: Controle não  
260 inoculado e planta inoculada com sintomas externos de fusariose (a) demonstração de  
261 sintomas internos em raízes (b) confirmação das estruturas de Fop (c).

262 No método de imersão de raízes (MIR) não foram constatados sintomas externos  
263 nas plantas, apenas sintomas internos como descoloração nos vasos xilemáticos. Foram  
264 recuperadas colônias dos quarenta isolados testados, com formação de macroconídios,  
265 microconídios e clamidósporos (Figura 5). Os sintomas internos foram os mesmos, porém,  
266 no método MIR, com intensidade menor e mais tardios. Em ambos os métodos de  
267 inoculação não foram observados sintomas característicos da doença nas plantas controle.

268 Silva et al (2011) usando o mesmo método observaram que foi possível o  
269 aparecimento dos sintomas característicos da doença a partir do sétimo dia, ocasionando a  
270 morte de 62 % das mudas, obtendo resultados conflitantes com os obtidos nesse estudo.  
271 Uma hipótese para o fato das plantas não apresentarem sintomas externos utilizando o  
272 método MIR é que o maracujazeiro apresenta alta variabilidade genética, devido à  
273 fecundação cruzada, podendo apresentar indivíduos com diferentes níveis de  
274 susceptibilidade (Fischer et al. 2005, Freitas et al. 2011). No entanto, no caso deste  
275 trabalho, os resultados obtidos com o método areia e fubá contradizem esse hipótese.

276 Foi possível re-isolar em torno de 90 % dos isolados inoculados, confirmando a  
277 morte das plantas por fusariose nos 40 isolados de Fop testados, nos dois métodos de  
278 inoculação. A partir do re-isolamento do patógeno das plantas com sintomas típicos, foi  
279 possível confirmar a presença do Fop e, assim, completar o Postulado de Koch (Silva et al.  
280 2011).

281 Na caracterização morfológica, esses isolados apresentaram cores distintas  
282 variando entre o branco a violeta. A morfologia de macro e microconídios apresentou  
283 pequena variação entre os isolados. Os microconidíós apresentaram comprimento entre 5,1  
284  $\mu\text{m}$  e 12  $\mu\text{m}$ , e largura de 2,0  $\mu\text{m}$  e 3,1  $\mu\text{m}$ , formato oval ligeiramente curvado e sem septos,  
285 produzidos em fiálides curtas. Já os macroconídios, levemente curvados apresentando de  
286 três a cinco septos medindo de 18,1 a 52  $\mu\text{m}$  de comprimento, e 3,0 a 3,6  $\mu\text{m}$  de largura.

287 Os resultados do re-isolamento e a caracterização morfológica no que se refere à  
288 coloração e tamanho de macro e microconídios com fiálides curtas estão de acordo com as  
289 medições descritas por Leslie & Sumerel (2006), sendo possível reconhecer os isolados  
290 como *Fusarium oxysporum* putativos

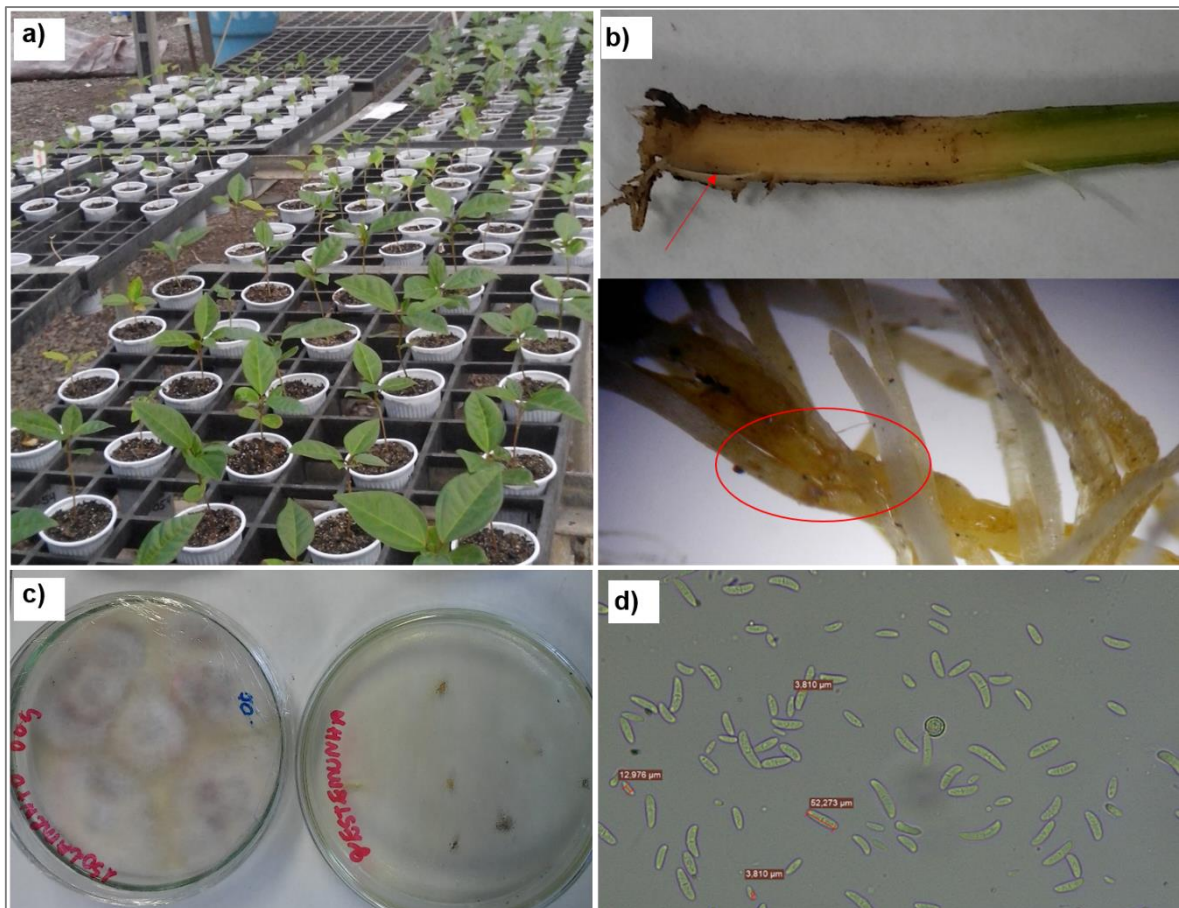


Figura 5. Teste de patogenicidade utilizando o método de suspensão de conídios: Experimento com 30 dias após inoculação (a) visualização de sintomas internos em raiz e caule (b) isolamento do patógeno (c) avaliação morfológica de Fop (d).

291 Crescimento saprofítico de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* em substratos vegetais

292 O crescimento micelial foi determinado por meio de testes *in vitro* com diferentes  
 293 materiais vegetais e quatorze isolados de Fop em tubos de vidro. Objetivou-se testar o  
 294 efeito da incorporação desses *debris* na supressividade da atividade saprofítica.

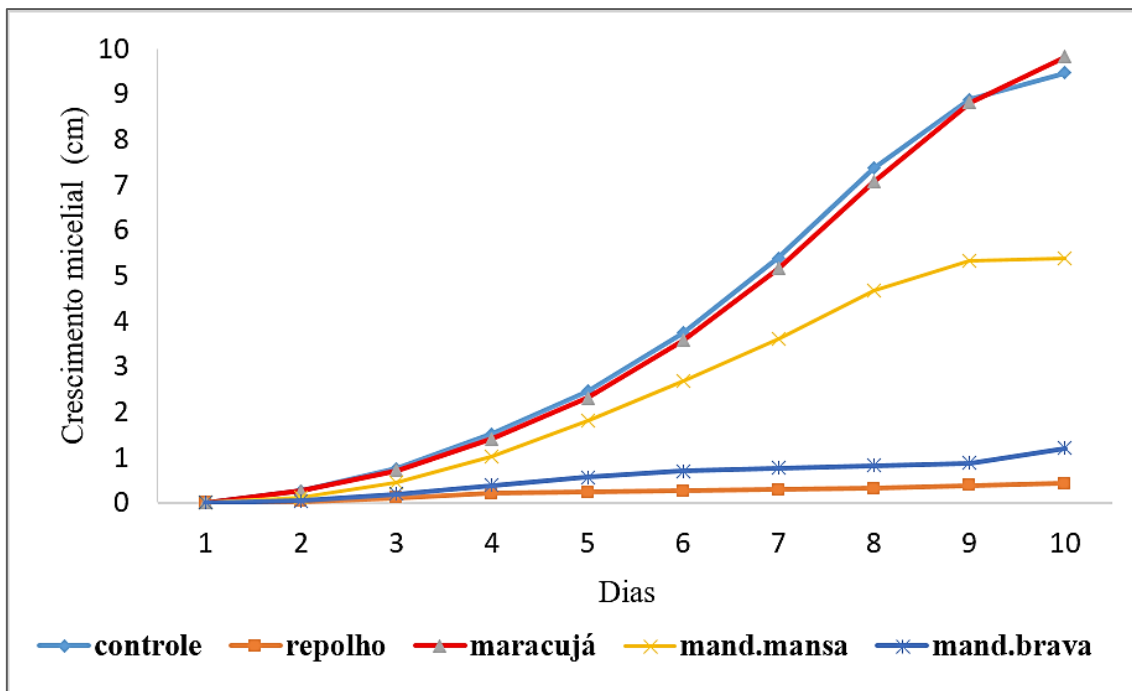
295 Observou-se que o crescimento micelial de Fop foi mais rápido quando submetido  
 296 aos tratamentos com maracujá amarelo e no controle. O tratamento com mandioca mansa  
 297 proporcionou crescimento micelial intermediário. Por outro lado, os tratamentos com  
 298 repolho e mandioca brava retardaram o crescimento micelial em todos os isolados  
 299 testados ocorrendo a paralização das hifas, com ênfase no tratamento com repolho em  
 300 que a inativação aconteceu no primeiro dia de avaliação (Figura 6). O crescimento

301 micelial, foi avaliado do primeiro ao nono dia quando o fungo alcançou a extremidade  
302 dos tubos de vidro no substrato vegetal.

303 Os resultados com os tratamentos com maracujá amarelo e controle indicaram que  
304 estes substratos foram conducivos à atividade saprofitica do fungo. O tratamento com  
305 mandioca mansa teve crescimento inferior ao tratamento controle. Os tratamentos com  
306 repolho e mandioca brava foram supressivos ao patógeno, com redução do crescimento  
307 micelial.

308 Estudos têm demonstrado maior eficiência em utilizar resíduos de brássicas do que  
309 de mandioca brava, visto que a biofumigação com espécies de brássicas produzem  
310 compostos chamados de glucosinatos (Lazzeri et al. 2003). Com a hidrólise por ação da  
311 enzima mirosinase, produzem gases conhecidos como isotiocianatos, nitrilas e tiocionatos  
312 que são capazes de diminuir ou inibir a ação de fitopatógenos habitantes de solo (Morra  
313 2010, Klein et al. 2011). No entanto, existem diferenças quanto à qualidade e quantidade  
314 dos compostos entre as espécies de brássicas (Ambrósio et al. 2009).

315 O fechamento das extremidades dos tubos possivelmente evitou o escape dos  
316 voláteis produzidos nos tratamentos com repolho e mandioca brava, intensificando o efeito  
317 de diminuição do crescimento micelial, produção e germinação de clamidósporos. No  
318 entanto, pelo menos o efeito sobre a produção de clamidósporos de Fop já havia sido  
319 observado em sistema aberto, com a utilização de folhas frescas de couve-flor, repolho e  
320 brócolis (Araújo 2015).



321  
 322 Figura 6. Médias do crescimento micelial de isolados de Fop, em meio areia e fubá, em  
 323 função de diferentes materiais vegetais.

324 O modelo matemático que explica o crescimento micelial de Fop em diferentes  
 325 materiais vegetais é:  $y = \frac{a}{1 + \exp\left(\frac{-x-b}{c}\right)}$ ; em que a = é a altura de transição, que corresponde  
 326 ao crescimento máximo e b, c = correspondem aos parâmetros, centro de transição (tempo  
 327 para 50% do crescimento micelial) e largura da transição. O ajuste do modelo aos dados de  
 328 crescimento micelial em função do tempo só foi possível para os isolados 133, 005, 138,  
 329 7F, 108 e 106. O isolado 003 teve crescimento completamente inibido quando submetido  
 330 ao tratamento com repolho (Tabela 2).

331 Tabela 2. Coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e parâmetros do modelo ajustado aos dados de  
 332 crescimento micelial de Fop em função do tempo.

Isolados	Controle (R <sup>2</sup> )/Eqn	repolho (R <sup>2</sup> )/Eqn	mand.mansa (R <sup>2</sup> )/Eqn	mand.brava (R <sup>2</sup> )/Eqn	maracujá (R <sup>2</sup> )/Eqn
133	0,97 a=23 b=9,6	0,82 a=0,3 b=2,3	0,98 a=6 b=6,2	0,97 a=0,8 b=3,9	0,98 a=15 b=7,8
003	0,99 a=17 b=7,4	*	0,98 a=9 b=7,0	0,31 a=0,2 b=8,1	1,00 a=17 b=7,6
002	0,99 a=12 b=6,2	0,47 a=0,1 b=3,3	0,90 a=0,5 b=4,7	0,90 a=0,5 b=4,7	0,99 a=14 b=6,7
005	0,99 a=12 b=6,6	0,40 a=0,2 b=1,7	0,98 a=8 b=6,9	0,96 a=1 b=4,0	0,99 a=18 b=8
1T	0,99 a=15 b=6,8	0,90 a=0,5 b=2,6	0,99 a=8 b=5,2	0,83 a=0,4 b=2,6	0,99 a=17 b=8
A4	1,00 a=14 b=6,7	0,83 a=0,6 b=3,7	0,95 a=5 b=6,2	0,84 a=1 b=3,9	1,00 a=13 b=6,5
138	0,99 a=16 b=6,5	0,27 a=0,1 b=1,4	0,99 a=7 b=4,9	0,95 a=0,9 b=3,3	0,98 a=11 b=5,3
071	0,99 a=11b=6,1	0,74 a=0,3 b=5,8	0,96 a=7,5 b=8,0	0,87 a=1 b=3,8	0,99 a=13 b=7,4
108	0,99 a=14 b=5,8	0,25 a=0,1 b=4,6	0,97 a=9 b=5,7	0,94 a=0,6 b 2,4	0,96 a=16 b=7,0
7F	0,99 a=11b=6,2	0,20 a=0,0 b=3,3	0,98 a=7 b=5,8	0,92 a=0,4 b=3,2	0,99 a=13 b=5,8
013	0,95 a=120 b=17	0,86 a=0,3 b=1,73	0,99 a=5 b=6,3	0,93 a=1 b=2,9	0,98 a=130 b=16
104	0,99 a=16 b=7,4	0,15 a=0,0 b=3,0	0,98 a=6 b=5,5	0,93 a=1 b=2,6	0,98 a=101 b=13,7
109	0,98 a=16 b 7,4	0,69 a=0,3 b=3,4	0,96 a=7 b=5,9	0,95 a=0,6 b=2,5	0,98 a=101 b=13,7
106	0,99 a=27 b=9,2	0,66 a=0,8 b=2,2	0,96 a=5 b=4,5	0,96 a=5 b=4,5	1,00 a=15 b= 7

333

334

\*Resultados insuficientes para gerar uma curva

335

336

337

338

339

340

341

O parâmetro a refere-se a estimativa do crescimento máximo do fungo quando submetidos aos diferentes tratamentos (área total). Observou-se que os isolados 005 e 108, em relação ao tratamento controle tiveram menor crescimento micelial que o tratamento maracujá amarelo. Os isolados 7F, 133 e 138 quando submetidos aos cinco tratamentos apresentaram crescimento mais rápido com os materiais vegetais maracujá amarelo e controle, enquanto que com repolho e mandioca brava tiveram crescimento mais lento (Figura 7).

342

343

344

345

346

Na maioria dos isolados testados com o tratamento mandioca brava houve um declínio no crescimento micelial. O isolado 106 quando submetido ao tratamento mandioca mansa e mandioca brava apresentou crescimento semelhante. O fungo quando submetido ao tratamento repolho teve o crescimento tão baixo que não foi possível ajuste de nenhum modelo matemático.

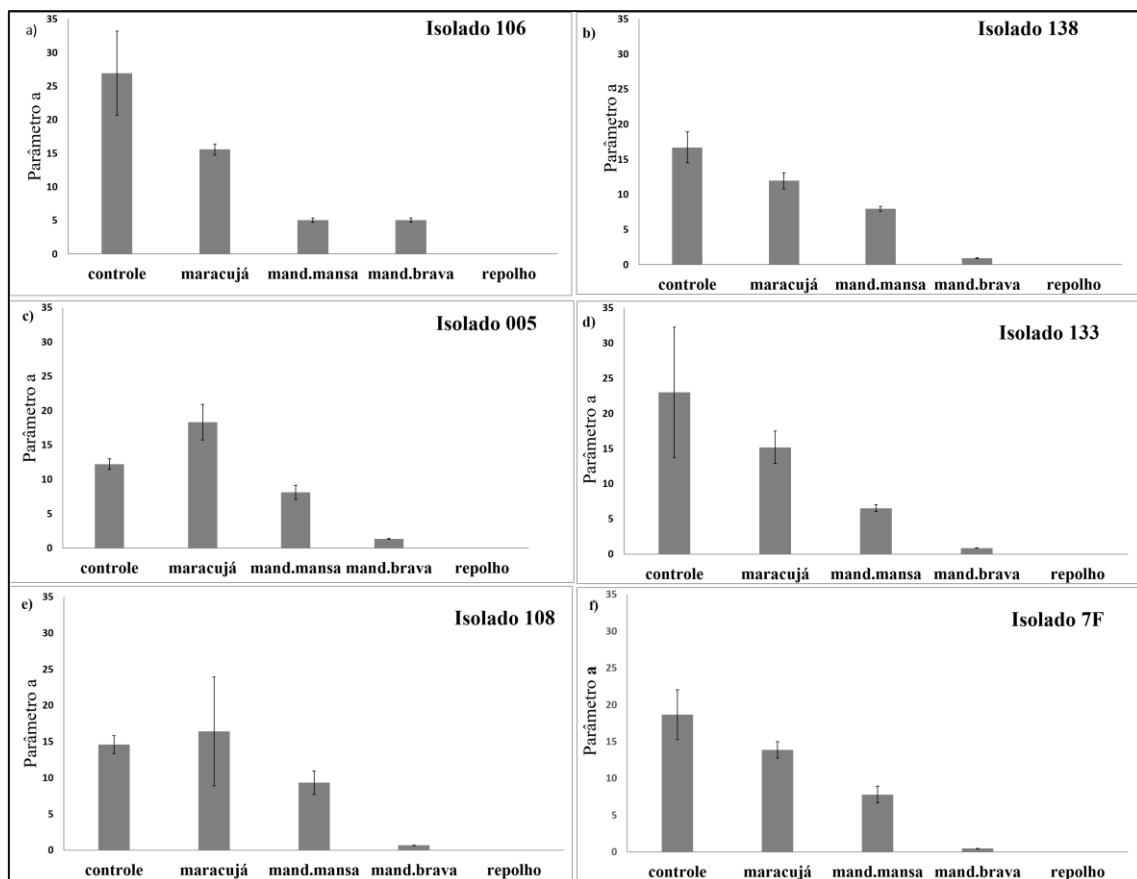
347

348

No campo tem se obtido resultados promissores com a produção voláteis fungitóxicos oriundos de brássicas e mandioca brava, possibilitando a redução de

349 fitopatógenos habitantes de solo, influenciando na fase de sobrevivência (Ambrósio et al.  
350 2008, Basseto et al. 2012).

351 As folhas de mandioca quando cortadas liberam glicosídeos cianogênicos, a  
352 linamarina e a lotaustralina metil e a enzima linamarase, responsável pela hidrólise dos  
353 glicosídeos que, segundo Wong et al. (2011), possuem atividade fungicida, quando os gases  
354 são gerados nesse processo. Ambrosio et al. (2008) testaram a mandioca brava incorporada  
355 ao solo e obtiveram inativação do fungo *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 a partir  
356 oitavo dia de avaliação, considerando a mandioca brava tão eficiente quanto as brássicas.

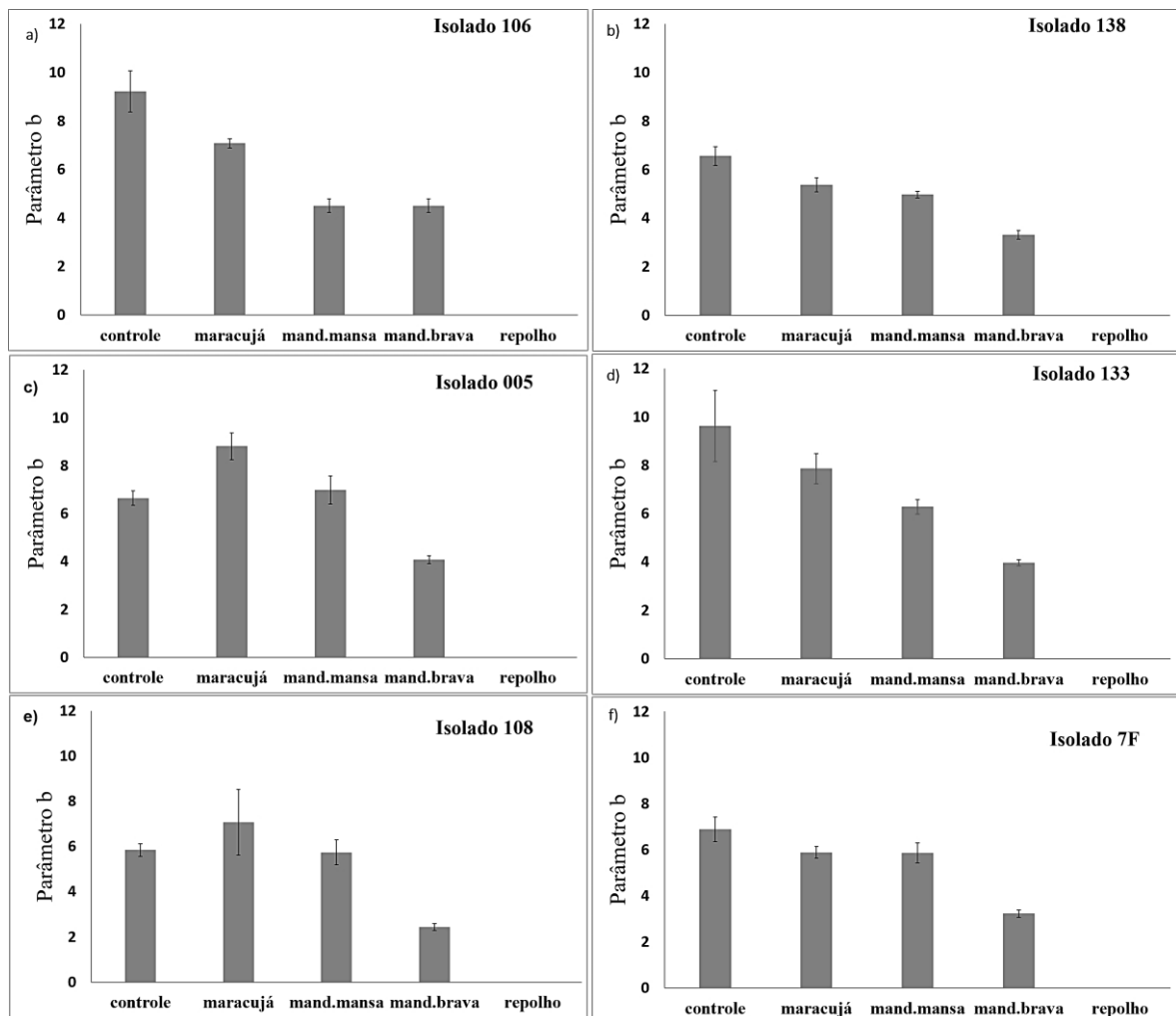


357  
358 Figura 7. Parâmetro a (crescimento máximo) e erro padrão para os tratamentos controle,  
359 materiais vegetais e diferentes isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*.

360 O parâmetro b refere-se ao tempo para que cada tratamento atinja 50% do  
361 crescimento. Os resultados advindos de diferentes tratamentos diferem entre si quando  
362 observados no parâmetro b.



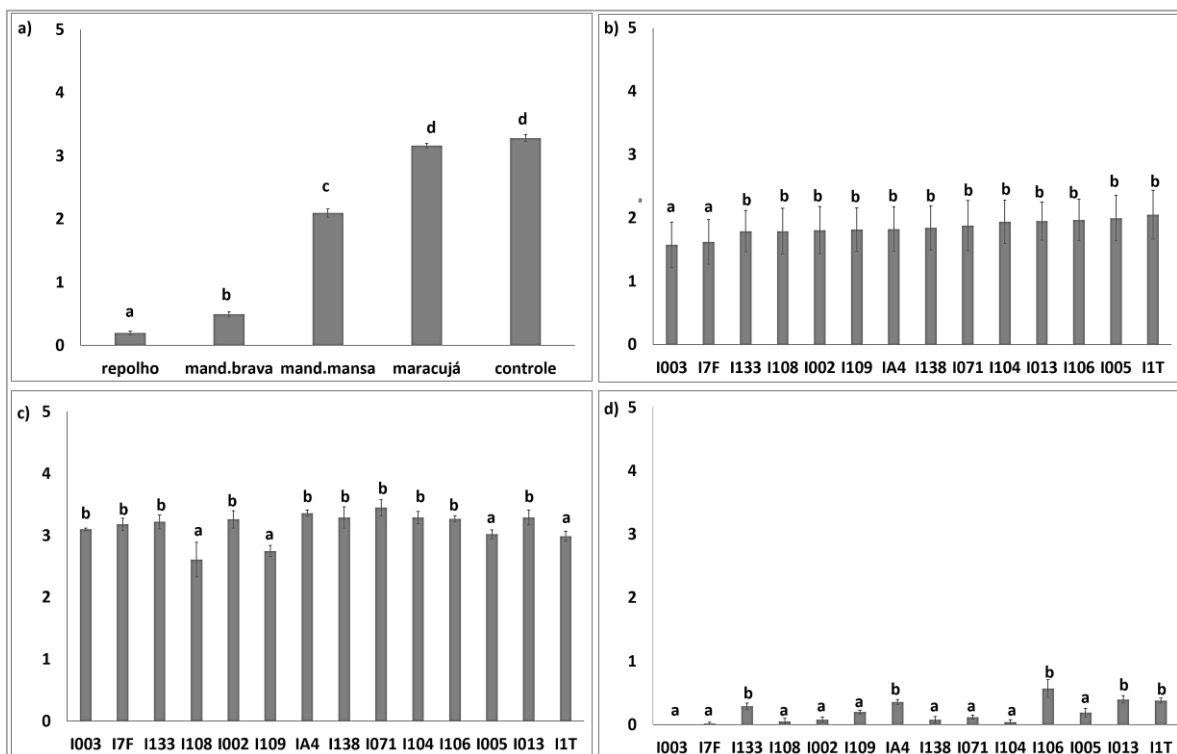
363 Observa-se que na relação dos valores de b e o tratamento controle (Figura 8), o  
 364 fungo quando submetido ao material vegetal maracujá amarelo apresentou crescimento  
 365 mais rápida quando comparado com os demais tratamentos. No entanto, em relação ao  
 366 material vegetal mandioca brava causou o crescimento micelial mais lento, este reduziu o  
 367 crescimento micelial em relação a todos isolados testados. Quanto ao tratamento com  
 368 repolho, a diminuição do crescimento micelial foi drástica e não foi possível o ajuste a  
 369 nenhum modelo matemático utilizado (Figura 8). Além disso, dos quatorze isolados  
 370 utilizados nesse estudo, apenas seis obtiveram resultados que permitiram o ajuste ao  
 371 modelo matemático.



372  
 373 Figura 8. Parâmetro b (centro de transição) e erro padrão para os tratamentos controle e  
 374 materiais vegetais e diferentes isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*.

375 Considerando o cálculo da área abaixo da curva de crescimento micelial  
 376 (AACCM), todos os materiais vegetais testados diferem entre si. O tratamento com  
 377 maracujá amarelo, controle e mandioca mansa tiveram maior AACCM, quando  
 378 comparados com os *debris* de repolho e mandioca brava, mostrando-se eficazes no controle  
 379 do fungo (Figura 9a).

380 Apesar dos tratamentos com repolho e mandioca brava serem estatisticamente  
 381 similares em metade dos isolados, o tratamento com repolho foi melhor. Para todos os  
 382 isolados induziu menores crescimento micelial, produção e germinação de clamidósporos.



383  
 384 Figura 9. Médias da área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) para diferentes  
 385 tratamentos e isolados de Fop. Efeito médio dos materiais vegetais sobre todos os isolados  
 386 utilizados (a) efeito de todos os materiais vegetais sobre cada isolado utilizado (b) efeito do  
 387 tratamento maracujá amarelo sobre cada isolado utilizado (c) efeito do tratamento repolho  
 388 sobre cada isolado utilizado (d).

389 Densidade de inóculo de Fop

390 Após a avaliação do crescimento micelial determinou-se o número de Unidades  
391 Formadoras de Colônias (UFC) de Fop no substrato, com intuito de avaliar a densidade do  
392 inóculo.

393 Os números observados para UFC g<sup>-1</sup> do patógeno foram maiores nos substratos  
394 vegetais submetidos aos tratamentos com maracujá amarelo, mandioca mansa e controle,  
395 observaram que a população de Fop atingiu aproximadamente 100 UFC g<sup>-1</sup>. Os tratamentos  
396 com repolho e mandioca brava apesar de terem crescido, o número de UFC foi baixo, ao  
397 redor de 18. Assim, o não crescimento observado em alguns casos teve caráter fungistático  
398 e não fungicida.

399 As colônias de Fop foram reduzidas quando submetidas aos tratamentos com  
400 repolho e mandioca brava, tiveram uma velocidade média de crescimento micelial inferior  
401 aos demais tratamentos, apresentando efeito fungistático. Por esta razão, o Fop paralisou o  
402 seu crescimento. Efeito similar foi relatado por Basseto et al (2012) para *F. oxysporum* f.  
403 sp. *lycopersici* Raça 2 com a incorporação de folhas de brássicas e mandioca brava ao solo,  
404 proporcionando redução de inóculo por grama de solo.

405 Germinação de clamidósporos

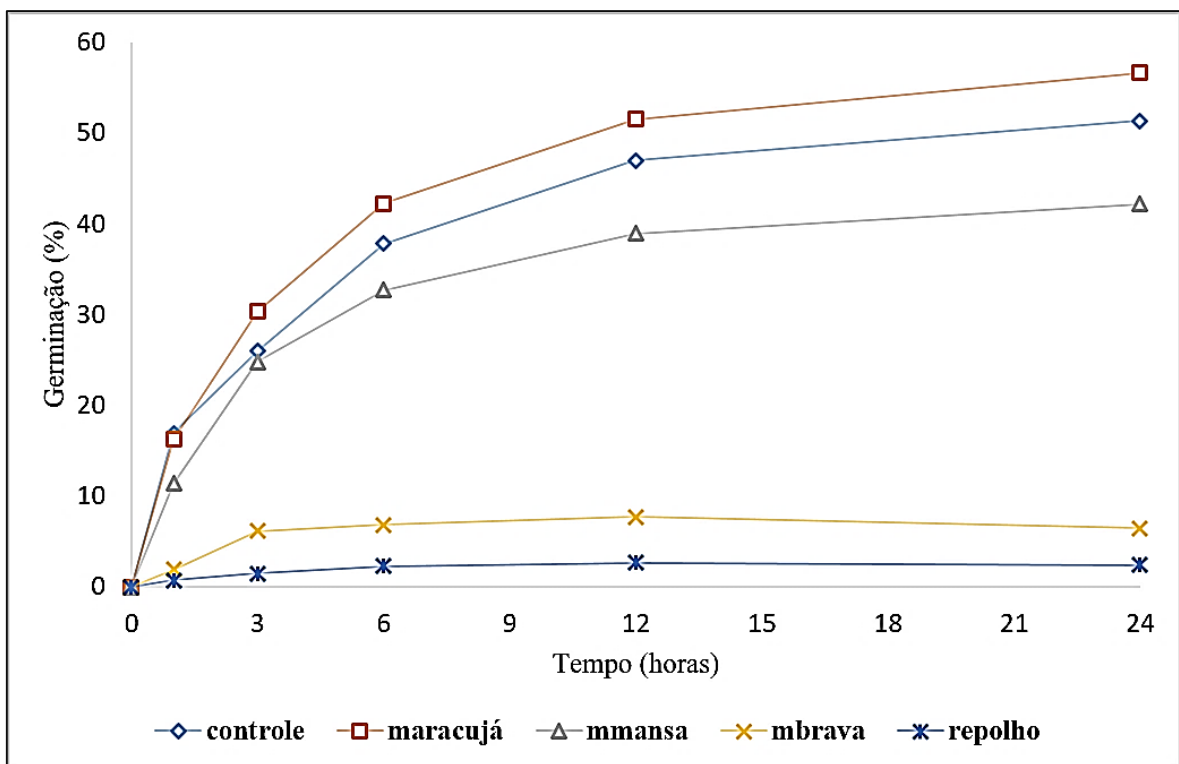
406 O modelo matemático que explica a germinação de clamidósporos de Fop em  
407 diferentes materiais vegetais, é:  $y = \frac{a}{1 + \exp\left(\frac{-x-b}{c}\right)}$ , em que a = é a altura de transição, que  
408 corresponde ao crescimento máximo e b, c = correspondem aos parâmetros, centro de  
409 transição (tempo para 50% do crescimento micelial) e largura da transição.

410 Os modelos matemáticos representam a realidade de modo simplificado mediante  
411 equações. Alguns modelos matemáticos foram testados, dentre eles o de regressão linear  
412 por Minchio et al. (2011) empreendido em estudo de germinação de uredósporos de  
413 *Puccinia Kuehnii* (W. Krüger) E.J. Butler submetidos a diferentes temperaturas e tempos

414 de incubação. Porém, para este trabalho foi escolhido o sigmoide, que se ajustou melhor às  
415 curvas obtidas no experimento de germinação e crescimento micelial.

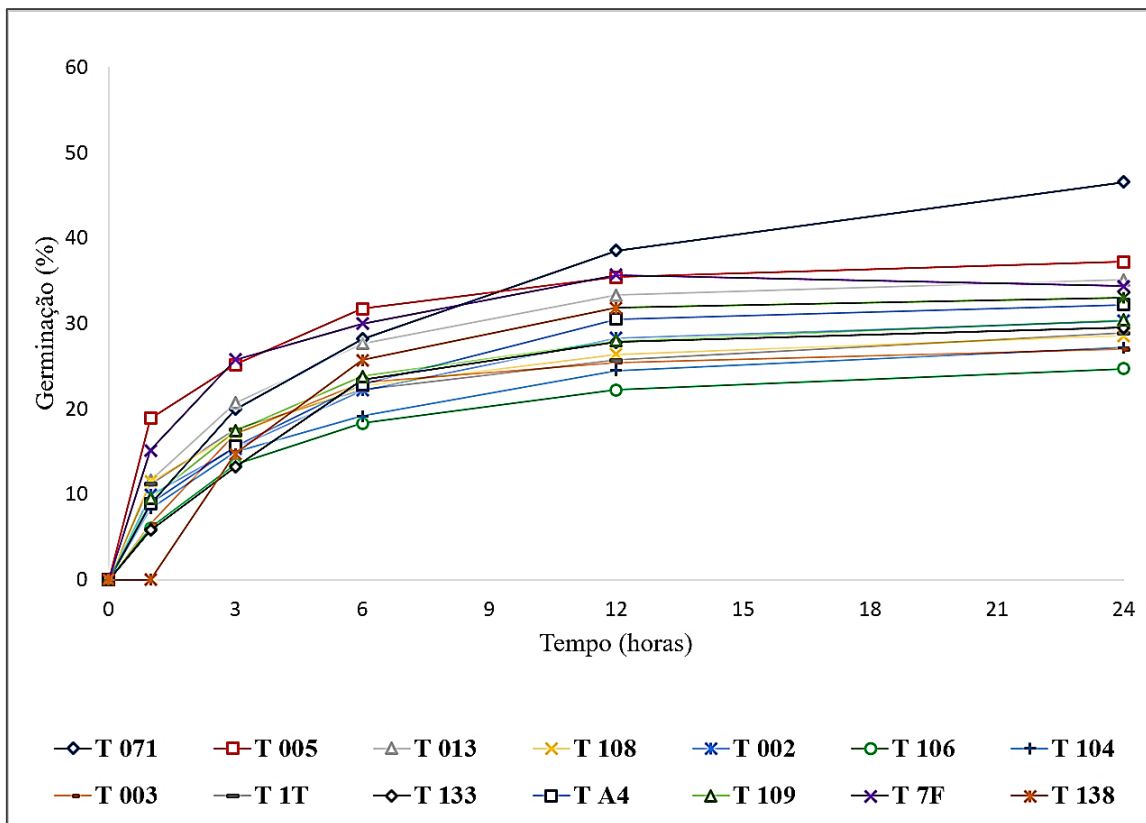
416 Para o experimento de germinação de clamidósporos foram testados o efeito de  
417 diferentes materiais vegetais submetidos a seis tempos de incubação (0, 1, 3, 6, 12 e 24h).  
418 Os resultados foram expressos na forma de percentual de clamidósporos germinados.

419 Observou-se que todos os isolados germinaram quando submetidos ao maracujá  
420 amarelo, mandioca mansa, e tratamento controle. Para os tratamentos com *debris* de  
421 repolho e mandioca brava, o fungo apresentou baixo percentual de germinação (Figura 10).



422  
423 Figura 10. Percentual de germinação de clamidósporos de isolados de Fop submetidos a  
424 diferentes tratamentos (a) Efeito dos materiais vegetais sobre a germinação de clamidósporos  
425 de todos os isolados.

426 Os isolados de Fop apresentaram padrão de germinação qualitativamente  
427 semelhante (Figura 11), com início entre 1h e 3h e estabilização entre 6h e 12h (Figura 11).  
428 Apenas o isolado 071 continuou seu crescimento até alcançar o tempo máximo de  
429 germinação. Os isolados 071, 005 e 7F de Fop, apresentaram maior percentual de  
430 germinação e o isolado 106 apresentou menor germinação.



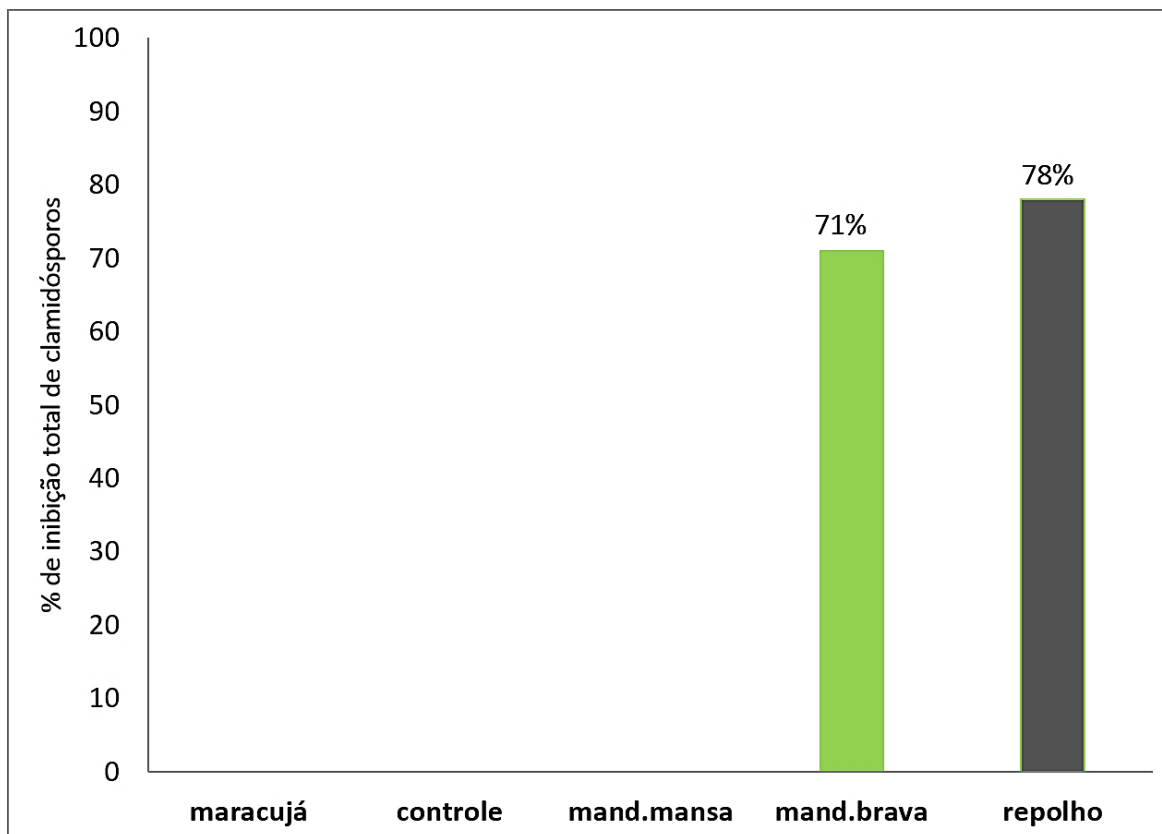
431  
 432 Figura 11. Percentual de germinação de clamidósporos de isolados de Fop submetidos a  
 433 diferentes tratamentos: Efeito dos materiais vegetais sobre a germinação de  
 434 clamidósporos de cada isolado.

435 Para 78% dos isolados de Fop não houve germinação de clamidósporos quando  
 436 submetidos ao tratamento com repolho; nos demais isolados a germinação foi reduzida. O  
 437 tratamento com mandioca brava inibiu a germinação de clamidósporos de 71% dos isolados  
 438 de Fop. Os tratamentos com mandioca mansa, maracujá amarelo e no controle não  
 439 apresentaram inibição de clamidósporos de nenhum dos isolados testados (Figura 12).

440 Uma hipótese para os *debris* repolho e mandioca brava ter proporcionado esse  
 441 efeito, seria a produção de substância tóxicas presentes nesses materiais vegetais. Na  
 442 mandioca, além dos compostos cianogênicos, a sofranina, um corante biológico presente  
 443 nessa espécie, possivelmente pode estar associada a eficiência desse material vegetal  
 444 (Souza et al. 2012).

445 O isolado 108 apresentou inibição apenas quando submetido ao tratamento com  
 446 mandioca brava. Tal resultado pode ser explicado à alta variabilidade presente entre

447 isolados de Fop (Dariva et al. 2015; Silva et al. 2013), o que pode ser atribuída a capacidade  
448 do patógeno em adaptar a diversas situações e apresentar comportamento variado de acordo  
449 com cada região de origem e pelos tratos culturais (Sultana et al. 2002).

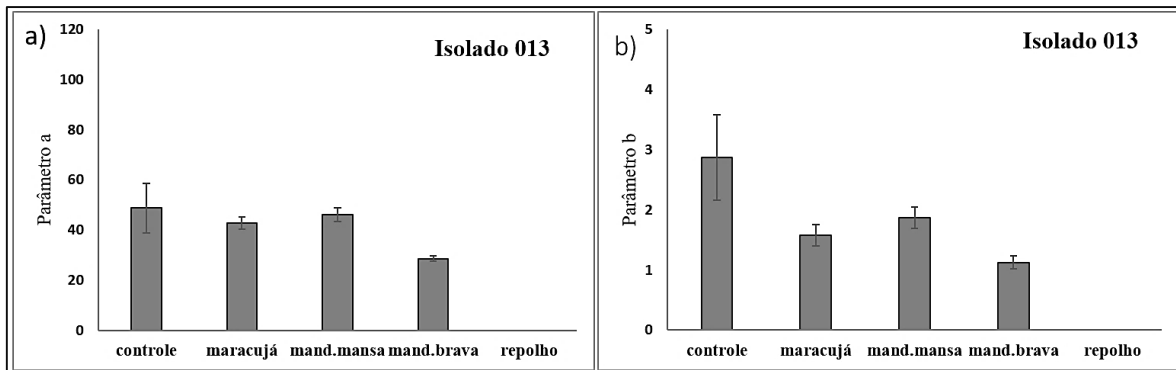


450  
451 Figura 12. Inibição de clamidósporos de isolados de Fop submetidos a diferentes  
452 tratamentos. Percentual de isolados com inibição da germinação de clamidósporos  
453 submetidos a diferentes materiais vegetais.

454 Os parâmetros a e de b utilizando os cinco materiais vegetais avaliados diferem  
455 entre si. Os tratamentos com controle, mandioca mansa e maracujá amarelo demonstraram  
456 maior viabilidade de germinação de Fop.

457 O repolho obteve crescimento tão baixo que não foi possível ajustar nenhum  
458 modelo matemático. Ao se considerar o parâmetro a percebe-se semelhança com os  
459 tratamentos controle e maracujá favorecendo a germinação (Figura 13).

460 Quanto ao parâmetro b, maior o seu valor, mais lento será o crescimento micelial e  
461 germinação de clamidósporos. O valor mais alto foi encontrado nos isolados 106 e 7F.



462  
 463 Figura 13. Relação entre parâmetro a (germinação máxima) e b (transição) controle e  
 464 materiais vegetais, para o isolado 013 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*.  
 465 Produção, germinação de clamidósporos e crescimento micelial de Fop

466 Para produção de clamidósporos, germinação e área abaixo da curva de crescimento  
 467 micelial houve agrupamento significativo pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,01$ ) (Tabelas 3, 4  
 468 e 5). Os tratamentos com repolho e mandioca brava apresentaram maior eficiência na  
 469 redução de Fop em todas as avaliações. Os tratamentos representados por mandioca mansa,  
 470 maracujá amarelo e controle aumentaram a produção de clamidósporos, percentagem de  
 471 germinação e crescimento micelial.

472 Nesse estudo, o fungo apresentou melhor atividade saprofítica, produção e  
 473 germinação de clamidósporos no substrato com a incorporação de maracujá amarelo,  
 474 indicando sua adequação como substrato para o patógeno. O tratamento com repolho  
 475 induziu crescimento mais lento e maior inibição de clamidósporos.

476 O fungo quando submetido ao material vegetal mandioca mansa apresentou  
 477 crescimento intermediário em relação aos parâmetros avaliados, contrariamente ao que foi  
 478 obtido em estudo com outros fitopatógenos habitantes de solo. Basseto et al. (2012)  
 479 encontraram que a incorporação de mandioca mansa inibia 100% das estruturas de  
 480 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2.

481 Uma hipótese para não ter ocorrido a redução do crescimento micelial, produção e  
 482 germinação de clamidósporos, quando o fungo foi submetido ao ao tratamento com  
 483 mandioca mansa, seria o tempo de exposição e a quantidade de *debris* incorporada no

484 substrato. Segundo Ambrósio et al. (2009), alguns fitopatógenos habitantes de solo  
 485 necessitam de um tempo maior de contanto com os materiais vegetais e alta temperatura  
 486 para serem inativados (Ambrósio et al. 2009). Além disso, poucos materiais vegetais são  
 487 promissores para o controle de *F. oxysporum*.

488 Tabela 3 Valores médios de área abaixo da curva de crescimento micelial em função dos  
 489 isolados e tratamentos.

Isolados	Controle	Maracujá	Mandioca brava	Mandioca mansa	Repolho
002	3,0 aC	3,2 bC	0,2 aA	2,4 cB	0,0 aA
003	2,8 aC	3,1 bC	0,0 aA	1,9 bB	0,0 aA
005	3,7 cE	3,0 aD	0,7 cB	2,3 cC	0,1 aA
013	3,0 aD	3,2 bD	1,0 cB	1,9 bC	0,4 bA
071	3,7 cD	3,2 bD	0,6 cB	1,4 aC	0,1 aA
104	3,1 aD	3,4 bD	0,9 cB	2,3 cC	0,0 aA
106	3,2 aC	3,2 bC	0,5 bA	2,2 cB	0,5 bA
108	3,5 cD	2,6 aC	0,4 bB	2,3 cC	0,0 aA
109	3,3 bD	2,7 aC	0,4 bA	2,2 cB	0,2 aA
133	2,8 aC	3,2 bD	0,4 bA	2,1 cB	0,2 bA
138	2,9 aD	3,2 bD	0,4 bB	2,4 cC	0,0 aA
1T	3,7 cC	2,9 aB	0,2 aA	2,8 dB	0,3 bA
7F	2,9 aC	3,1 bC	0,2 aA	1,7 bB	0,0 aA
A4	3,3 bC	3,3 bC	0,5 bA	1,5 aB	0,3 bA

490 Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas  
 491 pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade

492 Tabela 4 Valores médios para número de clamidósporos em função dos isolados e  
 493 tratamentos.

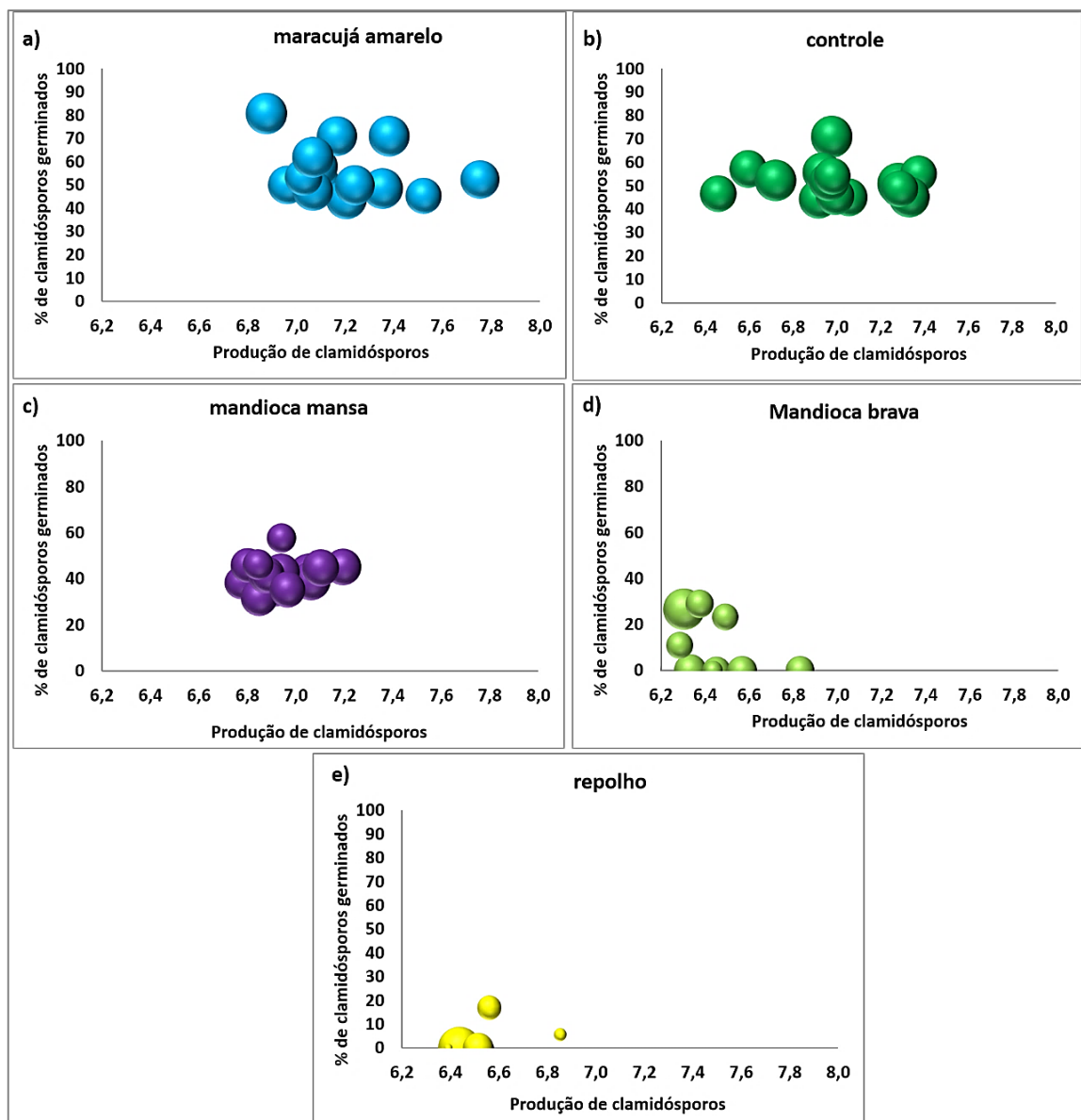
Isolado	Controle	Maracujá	Mandioca brava	Mandioca mansa	Repolho
002	6,6 aA	7,1 aA	6,3 aA	6,9 aA	6,6 cA
003	6,5 aA	7,1 aA	6,0 aA	6,8 aA	6,3 cA
005	7,3 aB	7,8 aB	6,3 aA	7,2 aB	6,6 cA
013	7,1 aB	7,2 aB	6,4 aA	6,8 aB	5,7 cA
071	7,0 aB	6,9 aB	6,5 aB	6,9 aB	3,2 aA
104	7,0 aC	7,3 aC	6,1 aB	6,9 aC	2,4 aA
106	6,9 aA	7,0 aA	6,6 aA	6,9 aA	6,4 cA
108	7,3 aA	7,5 aA	6,8 aA	7,1 aA	6,9 cA
109	6,9 aB	7,0 aB	6,4 aB	6,9 aB	4,5 bA
133	7,0 aB	7,2 aB	6,1 aA	7,0 aB	6,5 cA
138	7,4 aC	7,4 aC	6,1 aB	7,1 aC	4,6 bA
1T	6,7 aA	6,6 aA	6,5 aA	7,1 aA	6,1 cA
7F	7,3 aB	7,1 aA	6,3 aA	6,9 aB	6,4 cA
A4	7,0 aB	7,1 aB	5,6 aA	6,8 aB	5,9 cA

494 <sup>1</sup>médias transformadas para log (x +1). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas  
 495 nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott  
 496 a 1% de probabilidade



497 Não foi observada relação entre número de clamidósporos (escala logarítmica) e  
498 percentagem de clamidósporos germinados para qualquer dos tratamentos avaliados  
499 (Figura 14). Ou seja, não há evidências de que quanto mais clamidósporos produzem, mais  
500 germinam, ou quanto menos clamidósporos produzem, menos germinam.

501 A redução na produção de clamidósporos quando os isolados foram submetidos aos  
502 tratamentos com repolho e mandioca brava pode estar associada a liberação de compostos  
503 tóxicos, que podem diminuir a população do patógeno presente no substrato, além de  
504 melhorar condições químicas e físicas do solo (Kirkegaard et al. 1994; Moccelin, 2011;  
505 Szczyglowska et al. 2011). Provavelmente, o Fop apresenta sensibilidade aos compostos  
506 presentes nos *debris*, proporcionando o seu controle.



507  
 508 Figura 14. Relação entre percentual de clamidósporos germinados e clamidósporos  
 509 produzidos por isolados de Fop submetidos a diferentes tratamentos. O tamanho das bolhas  
 510 representa a área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCm).

511 Neste trabalho, a incorporação dos *debris* de repolho e mandioca brava inibiu a  
 512 formação e germinação de clamidósporos, sendo supressivo à atividade saprofítica de Fop.  
 513 Esse patógeno é de difícil controle, e vem causando redução na produtividade da cultura  
 514 do maracujazeiro, sendo uma preocupação para os agricultores por causar prejuízos à  
 515 passicultura brasileira (Cruz et al. 2013). Assim, o efeito desses *debris* nos mecanismos de  
 516 sobrevivência de Fop abre a perspectiva de desenvolvimento de tecnologia aplicável ao  
 517 controle da murcha do maracujazeiro. No entanto, ainda não é possível indicar com

518 precisão se a melhor alternativa é a criação de um novo processo agropecuário com uso  
519 direto daqueles *debris* ou se haveria a necessidade de desenvolvimento de um produto  
520 formulado.

521 Uma hipótese que deve ser testada é a de que as folhas de maracujá amarelo servem  
522 como fonte de nutrientes, acelerando a atividade saprofítica. Assim, as folhas do  
523 hospedeiro no campo permitiriam a sobrevivência do Fop após o ciclo da cultura.

524 Os resultados obtidos com esse trabalho em condições de laboratório mostram o  
525 efeito da incorporação dos materiais vegetais na redução do crescimento micelial, unidades  
526 formadoras de colônias, produção e viabilidade de esporos de resistência. Esses *debris*  
527 afetaram a fase de sobrevivência de Fop e devem ser vistos como base para novas  
528 pesquisas.

529 Além do desenvolvimento de tecnologias a serem validadas em casa de vegetação  
530 e posteriormente em campo, deve-se considerar o potencial uso desses *debris* e seus efeitos  
531 para estudar outras fases do ciclo de vida do patógeno.

## 532 Conclusões

533 A incorporação dos materiais vegetais repolho e mandioca brava no substrato  
534 interfere na fase de sobrevivência de *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*. Esses materiais  
535 vegetais apresentaram efeito fungistático em condições de laboratório. Em relação ao  
536 crescimento micelial, produção e germinação de clamidósporos, o repolho foi o mais  
537 eficiente e demonstrou um grande potencial para controle de Fop no solo. Os tratamentos  
538 com maracujá amarelo e mandioca mansa foram condutivos à atividade saprofítica de Fop.

539 O estudo dos fatores bióticos que influenciam a fusariose do maracujazeiro está em  
540 fase inicial. Os resultados obtidos nesse experimento servirão como base para para  
541 desenvolvimento de processo ou produto de biofumigação. Além disso, abre caminho para

542 uso dos debrís com maior efeito no estudo das outras fases do ciclo das relações *Fusarium*  
543 *oxysporum* f.sp. *passiflorae* – maracujá.

544 Referências

545 AMBRÓSIO, M.M. Q.; BUENO, C.J.; PADOVANI, C.R.; SOUZA, N.L. de.  
546 Sobrevivência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo, em microcosmo, simulando  
547 solarização com prévia incorporação de materiais orgânicos. *Summa Phytopathologica*,  
548 v.35, n. 1, p. 20-25, 2009.

549 AMBRÓSIO, M.M.Q.; BUENO, C.J.; PADOVANI, C.R.; SOUZA, N.L.de. Controle de  
550 fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. *Summa*  
551 *Phytopathologica*, v.34, n.4, p. 354-358, 2008.

552 ARAÚJO, L.F.C. Fatores Bióticos de Risco à Incidência da Fusariose do Maracujá e à  
553 Sobrevivência do Agente Causal. 2015. 91f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia  
554 Agrícola) - *Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas*, Universidade Federal  
555 do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.

556 BASSETO, M. A.; BUENO, C. J.; CHAGAS, H. A.; ROSA, D. D.; PADOVANI, C. R.;  
557 FURTADO, E. L; SOUZA, N.L. Solarização em microcosmo: efeito de materiais vegetais  
558 na sobrevivência de fitopatógenos de solo e na produção de voláteis. *Summa*  
559 *Phytopathologica*, v.38, n.2, p.123-130, 2012.

560 BEDENDO, I; AMORIM, L. Ambiente e Doença. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.;  
561 BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos,  
562 *Agronômica Ceres*, p. 133-148, 2011.

563 BLOK, W. J.; LAMERS, J. G.; TERMORSHUIZEN, A. J.; BOLLEN, G. J. Control of  
564 soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping.  
565 *Phytopathology*, v. 90 p. 253-259, 2000.

566 BUENO, C.J., PATRÍCIO, F.R.A. SINIGAGLIA, C. Solarização associada à matéria  
567 orgânica proporciona o controle de fitopatógenos termotolerantes habitantes do solo. 2008.  
568 Artigo em Hypertexto. Disponível em:  
569 <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_3/solarizacao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/solarizacao/index.htm)>. Acesso em: 12. jun.  
570 2017.

571 BUXDORF, K.; YAFFE, H.; BARDA, O.; LEVY, M. The effects of glucosinolates and  
572 their breakdown products on necrotrophic fungi. *PloS one*, v. 8, p.70771, 2013.

573 CRUZ, S.M.C.; RODRIGUES, A.A.C.; CANDIDO E SILVA, E.K.; OLIVEIRA, L.J.M.G.  
574 Supressividade por incorporação de resíduo de leguminosas no controle da fusariose do  
575 tomateiro. *Summa Phytopathologica, Botucatu*, v.39, n.3, p.180-185, 2013.

576 DARIVA, J. M.; XAVIER, A. P.; COSTA, M. R.; RIBEIRO, R. C. F.; SOUSA, T. V.  
577 Variabilidade genética de isolados de *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp.  
578 *passiflorae* associados ao maracujazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37, n. 2, p.  
579 377-386, 2015.

580 FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple  
581 comparisons. *Ciência e Agrotecnologia [online]*, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

582 FERREIRA, R. B.; RODRIGUES, A. A. C.; MORAES, F. H. R. Utilização do resíduo  
583 orgânico da casca de mandioca no controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *passiflorae* em  
584 maracujazeiro amarelo. *passion fruit*, V.6N.12. 2011.

585 FERREIRA, R. B.; RODRIGUES, A. A. C.; MORAES, F. H. R.; CANDIDO, E. K.; de  
586 OLIVEIRA, N. Resíduos orgânicos no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*  
587 em maracujazeiro amarelo. *Revista Acta Biológica Colombiana*, v. 20, n.3, p. 111, 2015.

588 FISCHER, I. H.; LOURENÇO, S. A.; MARTINS, M. C.; KIMATI, H.; AMORIM, L.  
589 Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da podridão do colo do

590 maracujazeiro causada por *Nectria haematococca*. *Revista Fitopatologia Brasileira*, v. 30,  
591 n. 3, p. 250-258, 2005.

592 FREITAS, J.X.; OLIVEIRA, J. E.; SANTOS, R. L. Avaliação de recursos genéticos de  
593 maracujazeiro-amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 9, p. 1013-1020, 2011.

594 GRÜNWARD, N. J.; HU, S.; VAN BRUGGEN, A. H. C. Short-term cover crop  
595 decomposition in organic and conventional soils: characterization of soil C, N, microbial  
596 and plant pathogen dynamics. *European Journal of Plant Pathology, Dordrecht*, v. 106, n.  
597 1, p. 37-50, 2000.

598 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Culturas  
599 temporárias e permanentes. *Produção Agrícola Municipal*, 2014. Disponível em:<  
600 <http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

601 JANDEL SCIENTIFIC. Table Curve: curve fitting software. Corte Madera, CA: Jandel  
602 Scientific, p. 280, 1991.

603 KIRKEGAARD, J.A.; GARDNER, P.A.; ANGUS, J.F.; KOETZ, E. Effect of Brassica  
604 Break Crops on the Growth and Yield of Wheat. *Crop and Pasture Science*. v.45, n. 3, p.  
605 529-545, 1994.

606 KLEIN, E.; KATAN, J.; GAMLIEL, A. Soil suppressiveness to *Fusarium* disease  
607 following organic amendments and solarization. *Plant Disease*, v.95, n.9, 1116-1123,  
608 2011.

609 KOMADA, H. Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium*  
610 *oxysporum* from natural soil. *Review of Plant Protection Research*, v.8, p.114-125, 1975.

611 LAZZERI, L.; LEONI, O.; MANICI, L. M. Biocidal plant dried pellets for  
612 biofumigation. *Industrial crops and products*, v. 20, n.1, p.59-65, 2004.

613 LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. The *Fusarium* laboratory manual. 1st ed. *Blackwell*  
614 *Publishing, Ames*, p. 239, 2006.

615 MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E.S.G. Epidemiologia de doenças radiculares. In:  
616 MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. *Ecologia e Manejo de*  
617 *Patógenos Radiculares em Solos Tropicais*. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária,  
618 p.125-148, 2005.

619 MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de*  
620 *Fruticultura, Jaboticabal*, volume especial, p. 83–91, 2011.

621 MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; PASSOS, I. R. da S.  
622 Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: FALEIRO, F. G.;  
623 JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Eds.) *Maracujá: germoplasma e melhoramento*  
624 *genético*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. p.55-78 , 2005.

625 MINCHIO, C. A.; CANTERI, M. G.; ROCHA, J. A. Germinação de uredósporos de  
626 *Puccinia kuehnii* submetidos a diferentes temperaturas e tempos de incubação. *Summa*  
627 *Phytopathologica*, Botucatu, v. 37, n. 4, p. 211-214, 2011.

628 MOCCELLIN, R. Espécies de brássicas no controle de fitopatógenos habitantes do solo.  
629 2011. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - *Universidade Tecnológica Federal do*  
630 *Paraná, Pato Branco*, 2011.

631 MORRA, M. J.; BOREK, V. Glucosinolate preservation in stored Brassicaceae seed meals.  
632 *Journal of Stored Products Research*, v. 46, p. 98 - 102, 2010.

633 MOTISI, N.; MONTFORT, F.; FALOYA, V.; LUCAS, P.; DORÉ, T. Growing *Brassica*  
634 *juncea* as a cover crop, then incorporating its residues provide complementary control of  
635 *Rhizoctonia* root rot of sugar beet. *Field Crops Research*. v. 113, n. 3,p. 238-245, 2009.

636 REIS, E. M.; CASA, R.T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de  
637 culturas. *Summa phytopathol*, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

638 SILVA, A. D. S.; OLIVEIRA, E. J. D., HADDAD, F.; LARANJEIRA, F. F.; JESUS, O.  
639 N. D.; OLIVEIRA, S. A. S. D.; FREITAS, J. P. X. D. Identification of passion fruit  
640 genotypes resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*. *Tropical Plant*  
641 *Pathology*, v.38, n. 3, p. 236-242, 2013.

642 SILVA, A. dos S.; OLIVEIRA, E. J. de; BARBOSA, F. F. L.; JESUS, O. N. de. Seleção  
643 de metodologias para inoculação da fusariose do maracujazeiro causada por *Fusarium*  
644 *oxysporum* f. sp. *passiflorae*. Cruz das Almas: *Embrapa Mandioca e Fruticultura*, p. 20,  
645 2011. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 51).

646 SMITH, S. N. An overview of ecological and habitat aspects in the genus *Fusarium* with  
647 special emphasis on the soil-borne pathogenic forms. *Plant Pathology Bulletin*, v. 16, n. 3,  
648 p. 97-120, 2007

649 SOUZA, P.C.F.; MARCIENE, A. R.; CLÁUDIA, F.F.; JOSÉ,R.F.; FABIANO,M. M.;  
650 EDSON,P.A. Variação histológica em dois genótipos de bananeira em diferentes estádios  
651 de desenvolvimento. In: Embrapa Mandioca e Fruticultura-Resumo em anais de congresso  
652 (ALICE). In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA,  
653 Cruz das Almas: *Embrapa Mandioca e Fruticultura*, 2012.

654 SOUZA, S.I.S. *Trichoderma* spp. E RESÍDUOS ORGÂNICOS NO CONTROLE  
655 INTEGRADO DO MAL DO PANAMÁ. 2016.175f.Tese (Doutorado em Ciências  
656 Agrárias) - *Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas*, Universidade Federal do  
657 Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.



658 SULTANA, T.; SAVAGE, G. P.; MCNEIL, D. L.; PORTER, N. G.; MARTIN J., DEO, B.  
659 Effects of fertilisation on the allyl isothiocyanate profile of above-ground tissues of New  
660 Zealand-grown wasabi. *Jornal of the Science of Food and Agriculture*, v. 82, p. 1477–  
661 1482, 2002.

662 SZCZYGLÓWSKA, M.; PIEKARSKA, A.; KONIECZKA, P.; NAMIEŚNIK, J. Use of  
663 brassica plants in the phytoremediation and biofumigation processes. *International journal*  
664 *of molecular sciences*, v. 12, n. 11, p. 7760-7771, 2011.

665 WONG, L. C.; AMBROSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L. Sobrevivência de *Fusarium*  
666 *oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 submetido à técnica da solarização associada à  
667 incorporação de folhas de mandioca. *Summa Phytopathologica*, v. 37, n. 2, p. 129- 133,  
668 2011.

669 Anexos

670 Tabela 1. Origem e identificação dos isolados em teste de patogenicidade

Isolados	Município	Identificação	Hospedeiro
9F	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
1T	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
139	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
110	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
134	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
072	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
7F	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
128	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
6F	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
136	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
104	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
133	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
2Mono	Livramento (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
109	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
126	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
A4	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
P 2	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
108	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa

127	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
J1	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
138	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
101	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
100	Dom Basílio (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
013	Ubaíra (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
054	Ubaíra (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
009	Ubaíra (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
023	Ubaíra (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
028	Ubaíra (BA))	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
142	Paramerim (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
141	Paramerim (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
106	Paramerim (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
071	Porto Seguro (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
130	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
003	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
002	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
001	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
005	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
131	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
140	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa
135	Cruz das Almas (BA)	FOP	<i>P. edulis</i> f.flavicarpa

671

672 Tabela 3.1. Esquema da análise de variância

FV	GL	QM <sub>673</sub>
Tratamento	4	18.204**
Isolado	13	1,49883**
Tratamento x Isolado	52	1,2159**
Erro	140	0,214
CV (%)		7,02
Média Geral		6,594

674 \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

675 Tabela 4.1 Esquema da análise de variância.

FV	GL	QM
Tratamento	4	18,2047**
Isolado	13	1,4983**
Tratamento x Isolado	52	1,2159**
Erro	140	0,2141
CV (%)		7,02
Média Geral		6,5948 <sup>1</sup>

676 \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. <sup>1</sup>médias transformadas para log (x  
677 +1).

678

679 Tabela 5. Valores médios de área abaixo de germinação de clamidósporos em função dos  
680 isolados e tratamentos.

681

Isolado	Controle	Maracujá	Mandioca brava	Mandioca mansa	Repolho
002	28,6 cC	26,6 cC	0,0 aA	20,0 aB	0,0 aA
003	27,2 cC	27,7 cC	0,0 aA	18,0 aB	0,0 aA
005	23,1 bC	3,0 aA	19,0 cC	29,7 cD	8,6 bB
013	18,4 aC	23,6 bC	18,0 cB	23,4 bB	8,4 bA
071	27,2 cC	29,3 cC	12,8 bB	29,1 cC	0,0 aA
104	25,3 cC	23,4 bC	0,0 aA	17,1 aB	0,0 aA
106	21,1aB	27,1 cC	0,0 aA	18,1 aB	0,0 aA
108	28,3 cC	23,1 bB	0,0 aA	22,2 bB	2,3 aA
109	29,5 cC	2,75 aA	0,0 aA	22,6 bB	0,0 aA
133	26,8 cC	28,7 cC	0,0 aA	15,3 aB	0,0 aA
138	24,9 bC	31,1 cD	0,0 aB	18,7 aB	0,0 aA
1T	25,4 cB	25,1 bB	0,0 aA	25,3 bB	0,0 aA
7F	27,4 cD	42,9 dE	12,4 bB	20,6 aC	0,0 aA
A4	26,4 cC	28,9 cC	0,0 aA	22,9 bB	0,0 aA

682 Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas na linhas  
683 pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidad

684 Tabela 5.1 Esquema da análise de variância

FV	GL	QM
Tratamento	4	5715,0**
Isolado	13	102,7**
Tratamento x Isolado	52	126,29**
Erro	140	4,66
CV (%)		13,86
Média Geral		15,57

685 \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.