



**FLÁVIA APARECIDA DA SILVEIRA**

**SEVERIDADE DO MAL-DO-PANAMÁ DA BANANEIRA  
'MAÇÃ' EM FUNÇÃO DE BIOFERTILIZANTES E ISOLADOS  
DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense***

**LAVRAS - MG  
2018**

**FLÁVIA APARECIDA DA SILVEIRA**

**SEVERIDADE DO MAL-DO-PANAMÁ DA BANANEIRA ‘MAÇÃ’ EM FUNÇÃO DE  
BIOFERTILIZANTES E ISOLADOS DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Leila Aparecida Salles Pio  
Orientadora

Prof. Dr. Moacir Pasqual  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2018**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Silveira, Flávia Aparecida da.

Severidade do mal-do-panamá da bananeira 'maçã' em função de biofertilizantes e isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* / Flávia Aparecida da Silveira. – 2018.

87 p. : il.

Orientadora: Leila Aparecida Salles Pio.

Coorientador: Moacir Pasqual.

Dissertação (Mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. *Musa* spp. 2. Murcha de *Fusarium*. 3. Indução de resistência. I. Salles Pio, Leila Aparecida. II. Pasqual, Moacir. III. Título.

**FLÁVIA APARECIDA DA SILVEIRA**

**SEVERIDADE DO MAL-DO-PANAMÁ DA BANANEIRA ‘MAÇÃ’ EM FUNÇÃO DE  
BIOFERTILIZANTES E ISOLADOS DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense***

**SEVERITY OF PANAMA DISEASE OF ‘MAÇÃ’ BANANA IN THE FUNCTION OF  
BIOFERTILIZERS AND ISOLATES OF *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 01 de fevereiro de 2018.

Dr. Ângelo Albérico Alvarenga                      EPAMIG  
Prof. Dr. Paulo Henrique Sales Guimarães      UFLA

Profa. Dra. Leila Aparecida Salles Pio  
Orientadora

**LAVRAS - MG  
2018**

*À Maria Aparecida Caetano, minha mãe.*

*Ao Jorge, meu companheiro .*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado. Ao CNPq e à FAPEMIG.

À minha orientadora Profa. Dra. Leila Aparecida Salles Pio, pela amizade, dedicação, gentileza, entusiasmo, carinho e ensinamentos.

Ao meu coorientador Moacir Pasqual pela receptividade e alegria.

Aos colegas do laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, em que tive oportunidade de aprender muito durante estes anos. Em especial, aos técnicos Vantuil e Claret, aos amigos Filipe, Adalvan, Francinelly, Dalílhia, Raíssa, Bárbara e Irton pela amizade, ensinamentos e carinho.

Aos colegas do laboratório de Micologia e ao grupo de Fruticultura Tropical, pela ajuda prestada e ensinamentos compartilhados. Em especial, agradeço ao Neilton e à Larissa pela contribuição no trabalho e polidez.

À empresa Alltech, pela concessão dos produtos e informações repassadas. Ao Dr. Marcos Revoredo pela disponibilidade e gentileza.

Aos meus irmãos Reinaldo, Daniela e Osvaldo. Meus sobrinhos Jarbas, Daniel, Francisco, Yasmin e Miguel, por serem meu aconchego.

Às minhas amigas Andressa, Camila, Fernanda, Mariane e Larissa pelo carinho, torcida e boas risadas.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desta conquista.

**Muito obrigada!**

## RESUMO

A banana é uma das frutas com maior importância socioeconômica no mundo. Dentre as cultivares produzidas no Brasil, a preferida pelos brasileiros é a ‘Maçã’, entretanto essa cultivar é altamente suscetível ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc). Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses de biofertilizantes sobre o crescimento micelial *in vitro* de isolados de Foc e avaliar os teores de clorofila *a*, *b* e total, o conteúdo de DNA, o crescimento vegetativo e a severidade do mal-do-Panamá em mudas de bananeira ‘Maçã’ em casa de vegetação tratadas com diferentes isolados de Foc e biofertilizantes. No ensaio *in vitro*, foram testadas as doses dos respectivos biofertilizantes: Agro-Mos<sup>®</sup> (0,0; 1,0; 2,0; 4,0 e 8,0 ml L<sup>-1</sup>); Compost-Aid<sup>®</sup> (0,0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 mg L<sup>-1</sup>) e Nem-Out<sup>®</sup> (0,0; 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0 mg L<sup>-1</sup>) combinadas com quatro isolados de Foc (CML3487, CML3488, CML3489 e CML3490). As variáveis estudadas foram o crescimento micelial total, a taxa de inibição do crescimento e o crescimento micelial diário. Em casa de vegetação, foram testados os mesmos isolados combinados aos biofertilizantes Agro-Mos<sup>®</sup>, Coppercrop<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup>, Nem-Out<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup>. Foram avaliados os índices de clorofila, o conteúdo de DNA, a altura, o diâmetro, a área foliar total, o número de folhas, a massa fresca e seca da parte aérea, a massa fresca e seca das raízes e a severidade da doença na parte aérea, no rizoma, no sistema vascular e no sistema radicular. Os isolados CML3487 e CML3490 tiveram maior taxa de inibição que os isolados CML3488 e CML3489. Os teores de clorofilas foram maiores em mudas de bananeira ‘Maçã’ tratadas com Compost-Aid<sup>®</sup> em comparação ao tratamento testemunha. Plantas inoculadas com os isolados CML3488 e CML3489 tiveram menor conteúdo de DNA. Os tratamentos com Compost-Aid<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup> reduziram a severidade do mal-do-Panamá. Conclui-se que as doses dos biofertilizantes estudadas *in vitro* inibiram o crescimento micelial de Foc, exceto a dose de 1,0 ml L<sup>-1</sup> do Agro-Mos<sup>®</sup>. Os teores de clorofilas são maiores em plantas tratadas com Compost-Aid<sup>®</sup>. Os biofertilizantes beneficiam o crescimento vegetativo das mudas e não interferem no conteúdo de DNA, porém o conteúdo de DNA é alterado nas plantas inoculadas com os isolados CML3488 e CML3489. A severidade do mal-do-Panamá é reduzida em plantas tratadas com os biofertilizantes Compost-Aid<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup>.

**Palavras-chave:** *Musa* spp. Murcha de *Fusarium*. Indução de resistência.

## ABSTRACT

Banana is one of the most important socioeconomic fruits in the world. Among the cultivars produced in Brazil, the preferred by Brazilians is 'Maçã', which is a cultivar that is highly susceptible to *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* (Foc) (Panama disease). The objective of this work was to evaluate the effect of doses of biofertilizers on the *in vitro* mycelial growth of Foc isolates and to evaluate the contents of chlorophyll a, b and total, DNA content, vegetative growth and the severity of Panama disease in 'Maçã' banana tree seedlings treated with different Foc isolates and biofertilizers, in a greenhouse experiment. In the *in vitro* assay, different doses of the respective biofertilizers were tested: Agro-Mos<sup>®</sup> (0.0, 1.0, 2.0, 4.0 and 8.0 mL L<sup>-1</sup>); Compound-Aid<sup>®</sup> (0.0, 0.5, 1.0, 2.0 and 4.0 mg L<sup>-1</sup>) and Nem-Out<sup>®</sup> (0.0, 2.5, 5.0, 10.0 and 20.0 mg L<sup>-1</sup>) combined with four Foc isolates (CML3487, CML3488, CML3489 and CML3490). The studied variables were: total mycelial growth, rate of growth inhibition and mycelial growth daily. In the greenhouse, the same isolates were tested in combination with Agro-Mos<sup>®</sup>, Coppercrop<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup>, Nem-Out<sup>®</sup> and Compost-Aid<sup>®</sup> + Nem-Out<sup>®</sup> biofertilizers. The values of chlorophyll, DNA content, height, diameter, total leaf area, number of leaves, fresh and dry shoot mass, fresh and dry mass of roots and severity of disease in the aerial part, in the rhizome, in the vascular system and in the root system were evaluated. The isolates CML3487 and CML3490 presented higher rate of inhibition than the isolates CML3488 and CML3489. The chlorophyll content was higher in 'Maçã' banana plants treated with Compost-Aid<sup>®</sup> when compared to the control treatment. Plants inoculated with the isolates CML3488 and CML3489 had lower DNA content. The Compost-Aid<sup>®</sup> and Nem-Out<sup>®</sup> treatments reduced the severity of the Panama disease. It is concluded that the doses of biofertilizers studied *in vitro* inhibited Foc mycelial growth, except for the 1.0 mL L<sup>-1</sup> dose of Agro-Mos<sup>®</sup>. The biofertilizers benefited the vegetative growth of the seedlings and did not interfere in the DNA content. However, the DNA content was altered in the plants inoculated with the isolates CML3488 and CML3489. The severity of Panama disease was reduced in plants treated with Compost-Aid<sup>®</sup> and Nem-Out<sup>®</sup> biofertilizers.

**Keywords:** *Musa* spp. *Fusarium* wilt. Induction of resistance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Equações de regressão para crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Agro-Mos <sup>®</sup> .....	31
Figura 2 - Equações de regressão para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc em função de diferentes isolados e doses de Agro-Mos <sup>®</sup> .....	33
Figura 3 - Comportamento do crescimento médio (mm) dos isolados de Foc em função dos dias de cultivo (Dados transformados).....	33
Figura 4 - Comportamento do crescimento médio (mm) de Foc nas doses de Agro-Mos <sup>®</sup> em função dos dias de cultivo (Dados transformados).....	34
Figura 5 - Equações de regressão para crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Compost- Aid <sup>®</sup> .....	36
Figura 6 - Equações de regressão para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc em função de diferentes isolados e doses de Compost-Aid <sup>®</sup> .....	37
Figura 7 - Comportamento do crescimento médio (mm) dos isolados de Foc em função dos dias de cultivo (Dados transformados).....	38
Figura 8 - Comportamento do crescimento médio (mm) de Foc nas doses de Compost-Aid <sup>®</sup> em função dos dias de cultivo (Dados transformados).....	39
Figura 9 - Equações de regressão para crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Nem-Out <sup>®</sup> .....	41
Figura 10 - Equações de regressão para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc em função de diferentes isolados e doses de Nem-Out <sup>®</sup> .....	42
Figura 11 - Comportamento do crescimento médio (mm) dos isolados de Foc em função dos dias de cultivo (Dados transformados).....	43
Figura 12 - Comportamento do crescimento médio (mm) de Foc nas doses de Nem-Out <sup>®</sup> em função dos dias de cultivo (Dados transformados).....	43
Figura 13 - Intervalos de confiança para as significâncias das médias do índice de clorofila <i>a</i> em mudas de bananeira ‘Maçã’ em função dos biofertilizantes. (Dados transformados).....	45
Figura 14 - Intervalos de confiança para as significâncias das médias do índice de clorofila <i>b</i> em mudas de bananeira ‘Maçã’ em função dos biofertilizantes. (Dados transformados).....	46

Figura 15 - Intervalos de confiança para as significâncias das médias do índice de clorofila total em mudas de bananeira ‘Maçã’ em função dos biofertilizantes. (Dados transformados).....	46
Figura 16 - Comportamento do teor de clorofila total em mudas de bananeira ‘Maçã’ para biofertilizante em função dos dias.....	47
Figura 17 - Médias do conteúdo de DNA nuclear (pg) de folhas de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função da aplicação de diferentes biofertilizantes.....	48
Figura 18 - Médias do conteúdo de DNA nuclear (pg) de folhas de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de diferentes isolados de Foc.....	49
Figura 19 - Médias do número de folhas vivas de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de diferentes biofertilizantes.....	54
Figura 20 - Médias do número de folhas vivas de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de diferentes isolados de Foc.....	55
Figura 21 - Comportamento da severidade do mal-do-Panamá na parte aérea em plantas de bananeira ‘Maçã’ para cada isolado de Foc em função dos biofertilizantes. ....	56
Figura 22 - Comportamento da severidade do mal-do-Panamá na parte aérea em plantas de bananeira ‘Maçã’ para cada biofertilizantes em função dos isolados de Foc. ....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição e dose recomendada (DR) dos biofertilizantes. ....	23
Tabela 2 -	Escala de notas para avaliação de sintomas de mal-do-Panamá na parte aérea de mudas da cv. Maçã. ....	28
Tabela 3 -	Escala de notas para avaliação de sintomas de mal-do-Panamá no rizoma de mudas da cv. Maçã. ....	28
Tabela 4 -	Escala de notas para avaliação de sintomas de mal-do-Panamá no sistema vascular de mudas da cv. Maçã. ....	29
Tabela 5 -	Escala de notas para avaliação de sintomas de mal-do-Panamá no sistema radicular de mudas da cv. Maçã. ....	29
Tabela 6 -	Médias do crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Agro-Mos <sup>®</sup> . ....	30
Tabela 7 -	Médias da taxa de inibição (%) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Agro-Mos <sup>®</sup> . ....	32
Tabela 8 -	Médias do crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses Compost-Aid <sup>®</sup> . ....	35
Tabela 9 -	Médias da taxa de inibição (%) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Compost-Aid <sup>®</sup> . ....	37
Tabela 10 -	Médias do crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses Nem-Out <sup>®</sup> . ....	40
Tabela 11 -	Médias da taxa de inibição (%) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Nem-Out <sup>®</sup> . ....	42
Tabela 12 -	Médias para diâmetro (mm) do pseudocaulo de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes. ....	50
Tabela 13 -	Médias para massa fresca (g) da parte aérea de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes. ....	51
Tabela 14 -	Médias para massa seca (g) da parte aérea de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes. ....	52
Tabela 15 -	Médias para altura, área foliar total (AFT), massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR) de plantas de bananeira ‘Maçã’ em função de diferentes biofertilizantes. ....	53

Tabela 16 - Médias para altura, área foliar total (AFT), massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR) de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de diferentes isolados de Foc.....	54
Tabela 17 - Médias para severidade do mal-do-Panamá no rizoma de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes. ....	58
Tabela 18 - Médias para severidade do mal-do-Panamá no sistema vascular de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.....	59
Tabela 19 - Médias para severidade do mal-do-Panamá no sistema radicular (SSR) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de plantas de bananeira ‘Maçã’ para biofertilizantes e isolados.....	61

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.1	Aspectos gerais da bananeira .....	15
2.1.1	Cultivar Maçã .....	16
2.2	Mal-do-Panamá.....	17
2.3	Indução de resistência .....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	22
3.1	Ensaio <i>in vitro</i> .....	22
3.1.1	Isolados .....	22
3.1.2	Biofertilizantes .....	22
3.1.3	Instalação dos experimentos .....	23
3.1.4	Parâmetros avaliados .....	24
3.1.5	Análise estatística .....	24
3.2	Ensaio em casa de vegetação.....	25
3.2.1	Inóculo .....	25
3.2.2	Biofertilizantes .....	25
3.2.3	Instalação do experimento .....	26
3.2.4	Índices de clorofila.....	26
3.2.5	Conteúdo de DNA .....	27
3.2.6	Crescimento das mudas.....	27
3.2.7	Severidade do mal-do-Panamá.....	28
3.2.8	Análise estatística.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1.1	Ensaio <i>in vitro</i> .....	30
4.1.2	Agro-Mos <sup>®</sup> .....	30
4.1.3	Compost-Aid <sup>®</sup> .....	35
4.1.4	Nem-Out <sup>®</sup> .....	39
4.2	Ensaio casa de vegetação.....	44
4.2.1	Índices de clorofila.....	44
4.2.2	Conteúdo de DNA .....	48
4.2.3	Crescimento das plantas.....	50
4.2.4	Severidade da doença .....	55
5	CONCLUSÃO.....	64
	REFERÊNCIAS.....	65
	APÊNDICE A – ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ENSAIO <i>in vitro</i> PARA O BIOFERTILIZANTE AGRO-MOS <sup>®</sup> .....	74
	APÊNDICE B - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ENSAIO <i>in vitro</i> PARA O BIOFERTILIZANTE COMPOST-AID <sup>®</sup> .....	76
	APÊNDICE C - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ENSAIO <i>in vitro</i> PARA O BIOFERTILIZANTE NEM-OUT <sup>®</sup> .....	78
	APÊNDICE D - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ÍNDICES DE CLOROFILA .....	80
	APÊNDICE E - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA O CONTEÚDO DE DNA NUCLEAR.....	81
	APÊNDICE F - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO .....	82
	APÊNDICE G - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA AS VARIÁVEIS DA SEVERIDADE DO MAL-DO-PANAMÁ .....	86

## 1 INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta muito apreciada e consumida mundialmente, apresenta grande importância socioeconômica, principalmente, nos países tropicais. Em países mais pobres, onde grande parte da população é subnutrida, a banana se torna fonte básica de nutrientes, em virtude de sua composição rica em sais minerais e vitaminas, além de fornecer energia prontamente disponível.

Existem várias cultivares de bananeira no Brasil, dentre elas a cultivar Maçã, que é uma das preferidas dos brasileiros por seu fruto apresentar sabor doce, textura e odor muito atrativos e agradáveis. Entretanto essa cultivar possui alguns entraves, exigindo maiores cuidados do bananicultor no seu ciclo produtivo, acarretando maior custo de produção e, conseqüentemente, maior preço dos frutos no mercado.

O principal entrave que os produtores enfrentam com a bananeira ‘Maçã’ é a sua alta suscetibilidade ao fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, agente causal da doença conhecida como mal-do-Panamá que é uma doença muito agressiva. A partir do momento em que o patógeno se estabelece na área cultivada, o bananal terá sua produção comprometida sendo rapidamente destruído pela doença. Atualmente, a recomendação é de que o produtor não faça novos plantios da bananeira ‘Maçã’ ou de outras cultivares suscetíveis na área infestada, pois é praticamente impossível erradicar o patógeno que pode sobreviver por vários anos na presença ou ausência de plantas hospedeiras.

Vários esforços têm sido realizados, para encontrar estratégias de controle do mal-do-Panamá, porém, até o momento, não existe uma forma que seja eficiente. Convencionalmente as medidas mais utilizadas, para controle de doenças, são: controle químico, cultural e genético. No entanto, para patógenos como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, que apresentam alta capacidade evolutiva e alta variabilidade genética, as estratégias convencionais, na maioria das vezes, são ineficientes e, por isso, a importância de pesquisas visando a medidas alternativas de controle da doença, na tentativa de minimizar ao máximo as perdas na produção ocasionadas pelo patógeno.

Dentre as alternativas, a indução de resistência das plantas, que envolve a ativação de mecanismos inativos e latentes, tem sido muito estudada e os resultados são promissores. A ativação desses mecanismos ocorre por meio de agentes bióticos ou abióticos. O uso de biofertilizantes para indução de resistência em plantas tem sido relatado na literatura.

Além disso, os biofertilizantes promovem o crescimento das plantas, participam da reciclagem de nutrientes do solo e reduzem o consumo de agroquímicos, contribuindo à

despoluição do meio ambiente. Diversos produtos estão sendo testados, quanto à sua ação indutora, dentre os quais, podem-se citar Agro-Mos<sup>®</sup>, Coppercrop<sup>®</sup> Compost-Aid<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup>.

Neste sentido, no presente trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de doses de diferentes biofertilizantes sobre o crescimento micelial *in vitro* de quatro isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. E avaliar o efeito de diferentes biofertilizantes, nos teores de clorofila *a*, *b* e total, no conteúdo de DNA, no crescimento vegetativo e na severidade do mal-do-Panamá em mudas micropropagadas da cultivar Maçã inoculadas com diferentes isolados *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, em condições de casa de vegetação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais da bananeira

A bananeira (*Musa* spp.) é uma frutífera tropical, herbácea gigante pertencente à classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, subfamília Musoidea, gênero *Musa* e ao subgênero *Eumusa* (DANTAS et al., 1997; DANTAS; SOARES FILHO, 2000; SIMMONDS, 1973).

As bananas comestíveis derivaram do cruzamento das espécies de *Musa acuminata* Colla (AA) x *Musa balbisiana* Colla (BB). Acredita-se que o centro de origem da bananeira seja no Sudeste da Ásia e Indochina pelo grande número de espécies nesta região (CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO, 2004; SIMMONDS, 1959, 1962). De acordo com Carvalho et al. (2011), existem indícios do cultivo da bananeira desde 8000 a.C.

Atualmente, a bananeira está distribuída, em várias regiões tropicais pelo mundo, sendo cultivada em mais de 130 países com capacidade de produção, durante todo o ano, o que a torna importante para a segurança alimentar (PLOETZ, 2015; THANGAVELU; MUSTAFFA, 2012;). A banana é consumida por todas as classes sociais, sendo a fruta tropical mais popular, apresenta baixo custo, facilidade de consumo e excelente fonte de nutrientes, como potássio, magnésio, fósforo, cálcio e vitaminas A, C, B1, B2 e B6 (MOHAPATRA; MISHRA; SUTAR, 2010; SALOMÃO; SIQUEIRA, 2015).

O desenvolvimento da bananeira é favorecido por precipitação de 100 a 150 mm por mês, umidade relativa superior a 80% e temperatura média ótima entre 26 e 27 °C (SALAMÃO; SIQUEIRA, 2015). Buainain e Batalha (2007) e Coelho (2012) comentam que a bananeira requer terrenos planos a levemente ondulados, com solos profundos sem impedimentos, aerados e bem drenados. A cultura apresenta crescimento rápido, necessitando de uma nutrição equilibrada para seu bom desenvolvimento e maior produção (SANTOS et al., 2009; SILVA; SILVA; PEREIRA, 2011).

A banana se destaca, no cenário econômico mundial, sendo a oitava cultura mais importante em produção e a quarta entre os países em desenvolvimento (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT, 2014). No ano de 2016, a produção global foi de 113,3 milhões de toneladas e, aproximadamente, 15% da produção foi exportada gerando um valor comercial de quase US\$ 8 bilhões (FAOSTAT, 2017a).

De acordo com dados do IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017), a bananicultura no Brasil ocupou uma área de 482 mil hectares, gerando uma produção de, aproximadamente, sete milhões de toneladas com rendimento 14,5 kg/ha . O Brasil se destaca como um dos maiores consumidores da fruta (CARVALHO et al., 2017) e, em 2016, cerca de 99% da produção nacional foi absorvida pelo mercado interno.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017), entre as frutas cultivadas no Brasil, a banana é a que apresenta maior dispersão geográfica no país, mas São Paulo, Bahia, Minas Gerais , Santa Catarina, Pará, Ceará e Pernambuco são os principais estados produtores com 70,0 % da produção nacional na safra 2016/17.

A bananicultura é uma atividade muito atrativa para os agricultores, pois possui um rápido retorno do capital investido e apresenta um fluxo contínuo de produção já a partir do primeiro ano, o que é muito vantajoso tratando-se de uma cultura perene (ALVES, 1999). Entretanto a bananicultura no Brasil ainda enfrenta sérios problemas, como baixa produtividade, porte alto das cultivares, mudas de baixa qualidade e ataques de pragas e doenças que podem comprometer a produção causando grandes prejuízos aos produtores.

### **2.1.1 Cultivar Maçã**

A cultivar Maçã se caracteriza por apresentar características sensoriais muito agradáveis e delicadas. Possui esse nome porque seu fruto apresenta sabor, odor e textura semelhantes aos da maçã. O fruto, quando bem desenvolvido, torna-se roliço e apresenta casca fina. A cultivar pertence ao grupo genômico AAB, possui porte médio a alto, cacho pequeno, com cinco a dez pencas e peso médio de 15kg (MESQUITA et al., 2016; SALAMÃO; SIQUEIRA, 2015).

Os frutos da cv. Maçã possuem excelente aceitação pelos consumidores brasileiros, alcançando alto valor no mercado nacional quando comparada as cultivares do subgrupo Prata e Cavendish (SILVA; FLORES; LIMA NETO, 2002). De acordo com a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), no ano de 2016, foram comercializadas 63.878,44 toneladas de banana, as principais cultivares vendidas foram: Nanica (63%), Prata (27%), Terra (6%), Maçã (3,2%) e Ouro (1%).

Apesar de a banana ‘Maçã’ ser uma das preferidas dos brasileiros e aparecer entre as principais cultivares comercializadas, observa-se que o seu percentual de comercialização é baixo, uma vez que os plantios da cultivar são escassos, em razão da baixa produtividade, ao

maior gasto de mão de obra, mas, principalmente, pela alta suscetibilidade da cultivar ao agente causal do mal-do-Panamá (SALAMÃO; SIQUEIRA, 2015).

Segundo Leonel e Damatto Júnior (2007), as principais regiões produtoras de banana ‘Maçã’ do Brasil estão infectadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* o que inviabiliza e impossibilita o cultivo da cultivar por vários ciclos. Os mesmos autores relatam que, nas áreas com a incidência do mal-do-Panamá, a produção obtida foi menor quando comparada a áreas isentas da doença.

De acordo com Cordeiro, Matos e Meissner Filho (2004), em cultivares altamente suscetíveis como a cv. Maçã, a doença provoca perdas de 100% da produção. Já nas cultivares tipo Prata, que apresentam certo nível de resistência à incidência, geralmente, fica em torno de 20%.

Diante do exposto, fica evidente a necessidade de pesquisar estratégias, para o controle do mal-do-Panamá, para obtenção de maiores produções e, assim, atender a demanda do mercado consumidor pela banana ‘Maçã’.

## **2.2 Mal-do-Panamá**

A bananeira é afetada por diversos problemas fitossanitários causados por fungos, bactérias, vírus, nematoides e insetos (CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO, 2004). O mal-do-Panamá é uma das principais e mais destrutivas doenças da cultura da bananeira, afetando a produtividade da cultura em todo o mundo (MATOS et al., 2001; PLOETZ, 2006; VILJOEN, 2002). A doença também é conhecida como murcha de *Fusarium* ou fusariose da bananeira, seu agente causal é o *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Smith) W.C. Snyder e H.N. Hansen, um fungo de solo (STOVER; WAITE, 1954), pertence ao Reino Fungi, Filo Ascomycota, Classe Ascomycetes, Subclasse Sordariomycetes e Ordem Hypocreales.

A classificação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) é baseada na suscetibilidade do hospedeiro. São conhecidas quatro raças do patógeno (PLOETZ, 2006, 2015; STOVER; WAITE, 1960). A raça 1 é patogênica às cultivares Gros Michel (AAA), Prata (AAB) e Maçã (AAB). A raça 2 afeta bananas do tipo Bluggoe ou banana ‘Figo’ (ABB). A raça 4 é subdividida em raça 4 tropical (R4T) e raça 4 subtropical (R4S), ambas atacam cultivares pertencentes ao subgrupo Cavendish (AAA) e todas as cultivares suscetíveis às raças 1 e 2.

A raça 4 subtropical se refere a populações de Foc que são capazes de afetar Cavendish, em áreas expostas a baixas temperaturas, enquanto a R4T pode afetar Cavendish tanto em condições tropicais quanto subtropicais (BUDDENHAGEN, 2007). A raça 3 é patogênica à *Heliconia* sp. (DALY; WALDUCK, 2006; FERNANDES et al., 2006). Outra classificação é baseada nos grupos de compatibilidade vegetativa (VCG), sendo conhecidos 24 grupos (BENTLEY; PEGG; DALE, 1995; MOORE et al., 1993; PLOETZ, 2006; PLOETZ; CORREL, 1988).

A primeira descrição da fusariose da bananeira foi feita por Bancroft (1876), na Austrália. Em 1930, houve o primeiro relato da doença no Brasil, em Piracicaba, São Paulo. Naquela época, os bananais eram constituídos em quase sua totalidade por cultivares do grupo AAB, sendo as principais pertencentes aos subgrupos Maçã e Prata, todas com suscetibilidade ao patógeno. Em apenas quatro anos, foram dizimados mais de um milhão de plantas naquele município (BERGAMIM FILHO; AMORIM; REZENDE, 2011; DESLANDES, 1938). De acordo com Stover (1962), em 1950, o patógeno já havia se disseminado para a maioria das regiões produtoras de banana do mundo.

O mal-do-Panamá está entre as seis doenças mais importantes do mundo e, em termos de devastação, pode ser comparada à ferrugem do trigo (*Puccinia graminis*) e à requeima da batata (*Phytophthora infestans*) (CAREFOOT; SPROTT, 1969; PLOETZ; PEGG, 1997). O fungo produz três tipos de esporos assexuais: microconídio, macroconídio e clamidosporos (AGRIOS, 2005; CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005; PLOETZ, 2003). Segundo Fernandes et al. (2006), essas estruturas garantem a disseminação e sobrevivência do patógeno na ausência do hospedeiro.

A disseminação ocorre, principalmente, por meio do material vegetativo infectado, mas também via água de irrigação, ferramentas empregadas nos tratos culturais e vento (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005; KUPPER, 2005; PLOETZ, 2003, 2006). As condições ideais para a ocorrência da doença são temperaturas entre 21 a 33°C, solos ácidos e pobres em nutrientes (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005; KUPPER, 2005; PLOETZ, 2003, 2006).

O fungo penetra pelas radículas ou por ferimentos no rizoma e desenvolve-se, por meio do sistema vascular, infectando o rizoma, o pseudocaule e as folhas (SALOMÃO; SIQUEIRA, 2015). Os sintomas da murcha de *Fusarium* podem ser observados externa e internamente nas plantas.

Externamente observa-se um amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas, começando pelos bordos do limbo foliar e evoluindo no sentido da nervura

principal. Posteriormente, as folhas murcham, secam e quebram, no ponto de inserção com o pseudocaule, originando o sintoma conhecido como guarda-chuva fechado. Também pode haver fendilhamento longitudinal das bainhas foliares e rachaduras do feixe de bainhas, próximas ao solo (CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO, 2004).

Internamente, por meio de cortes transversal e/ou longitudinal feitos no rizoma, no pseudocaule ou no pecíolo das folhas observa-se uma coloração pardo-avermelhada dos feixes vasculares e, em alguns casos, percebe-se forte odor de fermentação. Os cachos de bananeiras atacadas têm o seu desenvolvimento comprometido e morrem. Em cultivares suscetíveis a doença geralmente leva à morte da planta (SALOMÃO; SIQUEIRA, 2015).

Ainda não se conhecem formas eficazes de controlar a doença, porém várias estratégias têm sido investigadas. Até o momento, verifica-se que o controle com fungicidas é inviável e acredita-se que um dos métodos mais efetivos de combater a doença seja o uso de genótipos resistentes (JONES, 2000). Entretanto o melhoramento genético em bananeira é considerado complexo e demorado. Para isto, contribuem fatores inerentes à cultura, como o ciclo longo, níveis de ploidia, frutos sem ou com pouca produção de sementes, entre outros (DUMPE; ORTIZ, 1996; OSEBELE; TENKOUANO; PILLAY, 2006; SILVA; MATOS; ALVES, 1998).

Além disso, o uso de cultivares resistentes está condicionado à aparição de novas raças do patógeno (GERLACH et al., 2000; GROENEWALD; MARASAS; VILJOEN, 2006; SMITH et al., 2006). Desta forma, medidas alternativas de controle devem ser estudadas, para minimizar as perdas na produção ocasionadas pela doença; a indução de resistência em plantas pode ser uma aliada na luta contra esse patógeno tão devastador.

### **2.3 Indução de resistência**

A indução de resistência é um método alternativo para o controle de doenças em plantas. Baseia-se na ativação de mecanismos de defesa inativos ou latentes existentes nas plantas, em resposta ao ataque de fitopatógenos, por meio de indutores, elicitores, que podem ser bióticos (microrganismos viáveis ou inativados) ou abióticos (agentes não biológicos), sem qualquer alteração do genoma da planta (CAVALCANTI et al., 2005; SENHOR et al., 2009; SMITH, 1996; STADNIK, 2000). Esse método pode eliminar ou reduzir a dependência aos produtos químicos e possibilitar, em algumas culturas, a utilização de cultivares com alto potencial agrícola e reduzida resistência a determinados patógenos (BONALDO; PASCHOLATI; ROMEIRO, 2005).

De acordo com Leite et al. (1997), o processo de indução de resistência se inicia, quando um sinal externo (elicitador) se liga a um possível receptor na superfície da célula vegetal pelo qual o sinal primário é transmitido para o interior da célula, ativando os mensageiros secundários, que amplificam o sinal e regulam a expressão de genes específicos, determinando o desenvolvimento de interações compatíveis (doença) ou incompatíveis (resistência).

Os mecanismos de defesa de uma planta podem ser estruturais e bioquímicos, ambos pré e/ou pós-formados em relação à tentativa de penetração do patógeno no hospedeiro.

Os estruturais constituem-se em barreiras físicas à penetração e/ou colonização do patógeno, como: cutícula, tricomas, estômatos, fibras/vasos condutores (pré-formados) e papilas, halos, lignificação, glicoproteínas ricas nos aminoácidos hidroxiprolina (HRGP) e glicina (GRP), camadas de cortiça, camadas de abscisão, tiloses (pós-formados).

Os bioquímicos englobam substâncias capazes de inibir o desenvolvimento do patógeno ou gerar condições adversas, para a sobrevivência nos tecidos do hospedeiro de fenóis, alcaloides glicosídicos, lactonas insaturadas, glicosídeos fenólicos e cianogênicos, inibidores proteicos, quitinases e  $\beta$ -1,3 glucanases (pré-formados) e fitoalexinas, proteínas relacionadas à patogênese e espécies ativas de oxigênio (pós-formados) (PASCHOLATI; LEITE, 1994; SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN; PASCHOLATI, 2008).

De acordo com Stangarlin et al. (2011), o grau de envolvimento dos fatores estruturais e bioquímicos, nas respostas de resistência da planta, varia de acordo com o patossistema e, num mesmo patossistema, de acordo com a idade da planta hospedeira, do órgão e/ou tecido afetado, do estado nutricional e das condições ambientais.

A indução de resistência é dividida em duas categorias: Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) e a Resistência Sistêmica Induzida (RSI), nas quais o agente eliciador e o sítio de atuação na planta são pontos importantes, na determinação do fenômeno de resistência, assim como as respostas bioquímicas incitadas (PASCHOLATI et al., 2010).

O processo de indução efetiva contra amplo espectro de patógenos associada com a produção de proteínas relacionadas à patogênese (PRPs) é desencadeado pela RSA. Várias dessas PRPs possuem atividades antimicrobianas e são excelentes marcadores moleculares para a resposta de resistência (HAMMERSCHMIDT; DANN, 1997). No caso da RSI, o ácido jasmônico e o etileno são mediadores da sinalização das moléculas e não ocorre o acúmulo de PR proteínas (LOON, 1997).

Entre os métodos de indução de resistência, o uso de biofertilizantes é uma alternativa promissora para promover a resistência nas plantas (BARBOSA; MEDEIROS, 2007). A

aplicação de biofertilizantes aumenta a resistência das plantas ao ataque de pragas e patógenos, também agem diretamente sobre os fitoparasitas pela presença de substâncias tóxicas (DELEITO et al., 2005; NUNES; LEAL, 2001; PINHEIRO; BARRETO, 1997). Além disso, esses compostos, também, atuam nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal, na ciclagem de nutrientes no solo e na redução do uso de agroquímicos (NICHOLSON; HAMMERSCHMIDT, 1992; TERRY; JOYCE, 2004).

Segundo Barros et al. (2010), a diversidade biótica e abiótica, obtida na composição final dos biofertilizantes, faz com que eles atuem no desencadeamento tanto dos mecanismos de RSA como nos de RSI. Esse processo ocorre prioritariamente pelos estímulos ou sinais transportados pelos mediadores químicos ou “Medioquímicos” existentes nos biofertilizantes sobre sítios fitoreceptores, produzindo reações de defesas nos mais distantes tecidos do vegetal (BARBOSA; MEDEIROS, 2007).

De acordo com Barbosa e Medeiros (2007), um exemplo clássico de um medioquímico é a subtilina, antibiótico produzido pelo *Bacillus subtilis*, uma espécie de bactéria saprofítica, gram-positiva, que é comum no solo, no esterco e nos biofertilizantes. Esse composto pode agir de forma deletéria sobre ácaros fitoparasitas e insetos fitófagos sugadores e também sobre os fitopatógenos causadores de doenças de plantas.

Nesse contexto, os biofertilizantes ainda são mais importantes, pois, em sua composição, além de substâncias indutoras de RSI e RSA, possuem também outros medioquímicos que atuam sinergicamente, fortalecendo o sistema de autodefesa da planta, como, por exemplo, a subtilina e as fitoalexinas (BARROS et al., 2010).

No estudo de aplicação de biofertilizantes no maracujazeiro, as plantas apresentaram maior altura, diâmetro, número de ramos, flores e frutos e menor incidência de doenças bacterianas e fúngicas (COLLARD et al., 2001).

Nascimento et al. (2013) encontraram melhor eficácia dos biofertilizantes, em relação aos fungicidas químicos, para controlar a antracnose no tomate. Vários estudos encontraram efeitos satisfatórios no controle da doença com o uso de biofertilizantes em plantas como melancia, pepino, pimenta e ervilha (ARAVINDI et al., 2009; BARRA et al., 2010; LING et al., 2011; MURPHY et al., 2003; RAMACHANDRAN et al., 2011).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Ensaio *in vitro*

O experimento foi conduzido no laboratório de Micologia do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados quatro isolados de Foc correspondentes à Raça 1 e três biofertilizantes, Agro-Mos<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup> em diferentes doses. Os parâmetros avaliados foram o crescimento micelial diário, crescimento micelial total e a taxa de inibição do crescimento micelial.

#### 3.1.1 Isolados

Os isolados de Foc utilizados foram: CML3487, CML3488, CML3489 e CML3490, obtidos da Coleção Micológica de Lavras (CML), localizada no laboratório de Micologia do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

A caracterização e a identificação dos isolados foram realizadas por Araújo et al. (2017), sendo os isolados CML3488 e CML3489 classificados numa mesma linhagem e os isolados CML3487 e CML3490 classificados em uma nova linhagem, ainda, não descrita. Os isolados foram cultivados em meio batata-dextrose-ágar (BDA) (Acumedia, Michigan, EUA).

#### 3.1.2 Biofertilizantes

Os biofertilizantes, Agro-Mos<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup> foram cedidos pela empresa Alltech. Na Tabela 1, é apresentada a composição de cada um deles. Os biofertilizantes foram estudados individualmente nas suas respectivas doses: Agro-Mos<sup>®</sup> 0,0; 1,0; 2,0; 4,0 e 8,0 ml L<sup>-1</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup> 0,0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 mg L<sup>-1</sup> e Nem-Out<sup>®</sup> 0,0; 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0 mg L<sup>-1</sup>.

Tabela 1 - Composição e dose recomendada (DR) dos biofertilizantes.

<b>Agro-Mos<sup>®</sup> - DR = 1,00 L ha<sup>-1</sup></b>		
Minerais	%	g L <sup>-1</sup>
Cobre	3,00	36,90
Enxofre	2,28	28,04
Zinco	2,00	24,60
Carbono orgânico	7,52	
<b>Coppercrop<sup>®</sup> - DR = 0,50 L ha<sup>-1</sup></b>		
Cobre	10,00	54,81
Nitrogênio	4,09	134,00
Carbono orgânico	3,41	
<b>Compost-Aid<sup>®</sup> - DR = 10,00 kg ha<sup>-1</sup></b>		
Bactérias	UFC g <sup>-1</sup>	Enzimas
<i>Lactobacillus plantarum</i>	1,25 x 10 <sup>8</sup>	Celulase
<i>Bacillus subtilis</i>	1,25 x 10 <sup>8</sup>	Protease
<i>Streptococcus faecium</i>	1,25 x 10 <sup>8</sup>	Xilanase
<b>Nem-Out<sup>®</sup> - DR = 10,00 kg ha<sup>-1</sup></b>		
<i>Bacillus licheniformis</i>	1,25 x 10 <sup>8</sup>	Celulase
<i>Bacillus subtilis</i>	1,25 x 10 <sup>8</sup>	Protease
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	1,25 x 10 <sup>8</sup>	Xilanase

Fonte: Da autora (2018).

### 3.1.3 Instalação dos experimentos

O meio de cultura utilizado foi o BDA, sendo realizada a correção para pH 6,0 e, em seguida, o meio foi autoclavado por 20 min a 121 °C. Ainda com o meio morno, em câmara de fluxo, foram adicionadas as doses dos biofertilizantes e, com auxílio de um bastão, foi feita a homogeneização do meio de cultivo. Foram utilizadas placas de Petri de 9 cm de diâmetro e, em cada placa, foram vertidos 20 ml do meio. Após a solidificação do meio, foi transferido, para o centro da placa de Petri, um disco de 6 mm de diâmetro de micélio do isolado correspondente ao tratamento, com sete dias de crescimento em BDA, a 25°C ± 2 °C.

Todo material utilizado em câmara de fluxo foi autoclavado ou desinfetado com álcool 70% no intuito de evitar possíveis contaminações. Todos os recipientes foram devidamente identificados com seus respectivos tratamentos. As culturas dos isolados de Foc foram mantidas em BOD, com temperatura e fotoperíodo controlados, sendo 25°C ± 2 °C e 12 horas, respectivamente, durante oito dias.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x5 (isolados e doses) com seis repetições. A parcela experimental foi constituída por 1 placa de Petri. O tratamento testemunha consistiu da ausência de biofertilizantes no meio BDA (dose zero) para cada isolado de Foc.

### 3.1.4 Parâmetros avaliados

O diâmetro do crescimento micelial dos isolados de Foc foi medido a cada dois dias, durante oito dias, com o auxílio de uma régua milimetrada. Para facilitar as medições, as placas de Petri foram divididas em quatro quadrantes por riscas em sua parte inferior externa. O diâmetro da colônia foi determinado, estabelecendo-se a média de duas medidas tomadas em sentido diametralmente opostos. Ao final do experimento, foi obtido o crescimento micelial total, o crescimento micelial diário e a taxa de inibição do crescimento micelial dos isolados.

### 3.1.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância e, para aqueles que apresentaram diferenças significativas, realizou-se teste de médias Skott-Knott para os fatores qualitativos, ao nível de 5% de significância e análise de Regressão para os fatores quantitativos. As análises foram realizadas no software R (THE DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

Para a variável crescimento micelial diário, a análise de variância foi realizada, considerando-se o delineamento inteiramente casualizado, porém em esquema fatorial 4x5x4 (isolados, doses e dias) com parcelas subdivididas no tempo. As subparcelas foram as observações realizadas ao longo dos dias 2, 4, 6 e 8.

A análise foi realizada, por meio de um modelo misto (CAMERON; TRIVEDI, 1998), sendo feita uma transformação dos dados do tipo Box-Cox, em razão da falta de normalidade dos resíduos, e o estudo foi, realizado por meio do modelo predito, apresentado a seguir:

$$y_s = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_{ijk} + \tau_l + (\alpha\tau)_{il} + (\beta\tau)_{jl} + (\alpha\beta\tau)_{ijl}$$

em que  $s = 1, \dots, n$ ; ( $n$  observações);  $\mu$  o efeito associado à média geral (constante);  $\alpha_i$  o efeito de  $i$  - étimo fator (isolado),  $i = 1, 2, 3, 4$ ;  $\beta_j$  o efeito associado a  $j$  - étimo dose (0, 1, 2, 4, 8),  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ ;  $\gamma_k$  o efeito associado às repetições,  $k = 1, 2, 3$ ;  $\delta_{ijk}$  o efeito associado ao erro de parcelas;  $\tau_l$  o efeito associado ao  $l$  - étimo tempo em dias (2, 4, 6, 8),  $l = 1, 2, 3, 4$ ; e  $(\alpha\beta)_{ij}$ ,  $(\alpha\tau)_{il}$ ,  $(\beta\tau)_{jl}$  e  $(\alpha\beta\tau)_{ijl}$ , os efeitos associados às interações.

### 3.2 Ensaio em casa de vegetação

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados os mesmos isolados de Foc do ensaio *in vitro* (CML3487, CML3488, CML3489 e CML3490) combinados com os biofertilizantes, Agro-Mos<sup>®</sup>, Coppercrop<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup>, Nem-Out<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup>. As variáveis estudadas foram os teores de clorofila *a*, *b* e total, o conteúdo de DNA, a altura, o diâmetro, a área foliar total, o número de folhas, a massa fresca e seca da parte aérea, a massa fresca e seca das raízes e a severidade da doença na parte aérea, no rizoma, no sistema vascular e no sistema radicular.

#### 3.2.1 Inóculo

Os isolados de Foc foram repicados e colocados em placas de Petri e, no sétimo dia de crescimento, foram retirados três discos de 6 mm de diâmetro de cada isolado e transferidos para um erlenmeyer, contendo 250 ml de meio de cultura BDA líquido. Os erlenmeyers ficaram em agitação a 180 rpm à temperatura ambiente por cinco dias. Após esse período, obtiveram-se as suspensões conidiais e foi retirada uma amostra de cada suspensão para contagem dos esporos. A contagem foi realizada em câmara de Neubauer, posteriormente, foram realizados os cálculos para averiguar as diluições necessárias. As diluições foram feitas com água destilada, retirando-se uma alíquota da solução concentrada de inóculo. O número de esporos dos isolados na solução inoculante foi padronizado a  $10^6$  conídios  $\text{ml}^{-1}$ .

#### 3.2.2 Biofertilizantes

Os biofertilizantes Agro-Mos<sup>®</sup>, Coppercrop<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup>, Nem-Out<sup>®</sup> foram cedidos pela empresa Alltech e a dose utilizada foi a recomendada pela empresa. A composição dos biofertilizantes e suas respectivas doses recomendadas (DR) são apresentadas na Tabela 1. Foram estudados o efeito individual de cada biofertilizante citado anteriormente e a combinação de  $\frac{1}{2}$  da DR do Compost-Aid<sup>®</sup> mais  $\frac{1}{2}$  da DR do Nem-Out<sup>®</sup>. As doses dos biofertilizantes foram divididas em três épocas de aplicação: 0, 28 e 56 dias após transplântio (DAT).

### 3.2.3 Instalação do experimento

Mudas micropropagadas da cultivar Maçã foram adquiridas da empresa Multiplanta, apresentando, em média, 30 cm de altura e torrão de 216 cm<sup>3</sup>. Assim que chegaram, as mudas foram transplantadas para saquinhos de poliestireno com capacidade de 3 L contendo substrato estéril. O substrato utilizado foi o de nome comercial Tropstrato HA Hortaliças, cuja composição contém casca de pinus, turfa, vermiculita expandida, macro e micronutrientes.

Após o transplântio das mudas, foi adicionado ao substrato o volume de 50 ml de calda contendo biofertilizante. A aplicação foi feita utilizando-se uma seringa estéril de 50ml. Sete dias após o transplântio, foi realizada a inoculação dos isolados, foram feitos cinco furos no substrato, ao redor do pseudocaule e, em cada furo, adicionados 2 ml de solução do inóculo.

O mesmo processo de aplicação dos biofertilizantes foi utilizado aos 28 e 56 DAT. As avaliações finais foram realizadas após 70 dias de implantação do experimento. As adubações foram realizadas segundo recomendações de Malavolta (1981). E as mudas foram regadas de acordo com a necessidade diária de água.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x6 (biofertilizantes x isolados), com três repetições e duas plantas por parcela experimental. Foram estudadas três testemunhas: testemunha positiva (presença somente dos isolados), testemunha negativa (presença somente dos biofertilizantes) e testemunha absoluta (ausência de isolados e biofertilizantes).

### 3.2.4 Índices de clorofila

Os índices de clorofila Falker (ICF) foram obtidos, a cada sete dias, com auxílio do medidor de clorofila ClorofiLOG, modelo CFL 1030, operado de acordo com as especificações do fabricante (FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA, 2008). As medições foram realizadas na posição central das últimas três folhas totalmente expandidas, para obtenção de valores médios. Foram mensurados os índices de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total.

### 3.2.5 Conteúdo de DNA

O conteúdo de DNA nuclear das plantas foi verificado por meio de análise de citometria de fluxo. Foi coletada uma porção foliar central da folha mais nova (folha vela) pela manhã. Imediatamente após coleta, as porções foliares foram colocadas em câmara úmida, feita com saco plástico e algodão umedecido, e estas foram acomodadas dentro de uma caixa de isopor com gelo, sendo mantidas nesse ambiente até o preparo das amostras.

Uma amostra de, aproximadamente, 30 mg foi picotada em 1 ml de tampão Marie (MARIE; BROWN, 1993) para liberação dos núcleos. A suspensão de núcleos foi aspirada com auxílio de uma pipeta plástica e filtrada por uma malha de 50  $\mu\text{m}$ . Após este processo, foram adicionados 25  $\mu\text{l}$  de iodeto de propídeo na amostra para coloração dos núcleos e, após 1 minuto, as leituras foram realizadas em citômetro Facscalibur (Becton Dickinson) (DOLEZEL; BINAROVA; LUCRETTI, 1989).

Para cada amostra, 10 mil núcleos foram analisados utilizando-se uma escala logarítmica. O padrão de referência utilizado foi a ervilha (*Pisum sativum*) que contém 9,5 pg de conteúdo de DNA. Foram utilizadas três repetições sendo realizadas duas leituras por repetição.

Os histogramas foram obtidos com o software Cell Quest e analisados estatisticamente no software WinMDI 2.8. O conteúdo de DNA nuclear (pg) das mudas foi estimado, utilizando-se a razão entre as intensidades de fluorescência dos núcleos G1 (núcleos que estão na fase G1 da Interfase) do padrão de referência e dos núcleos G1 da amostra, multiplicando-se esta razão pela quantidade de DNA do padrão de referência (9,5 pg).

### 3.2.6 Crescimento das mudas

Para avaliação do crescimento das plantas, os seguintes parâmetros foram avaliados: número de folhas, altura das plantas (superfície do substrato até a altura em que o pecíolo da última folha expandida se separa do pseudocaule), diâmetro do pseudocaule (dois cm da superfície do substrato), massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca e seca das raízes e área foliar total.

Uma régua milimetrada foi utilizada para medir a altura e um paquímetro digital (0-150 mm) para avaliar o diâmetro das plantas. As raízes e a parte aérea das plantas foram secas em estufa de circulação forçada a 40 °C, por duas semanas, e a massa determinada em balança digital.

Para determinação da área foliar total, foi medida a largura e o comprimento da terceira folha das plantas. O cálculo da área foliar total foi realizado, por meio da equação:  $AFT = C \times L \times 0,80 \times N \times 0,662$ , em que AFT é a área foliar total; C o comprimento da folha; L a largura da folha; N o número total de folhas e 0,80 e 0,662 são fatores de correção (KUMAR et al., 2002).

### 3.2.7 Severidade do mal-do-Panamá

A severidade da doença na parte aérea nas plantas foi avaliada, a cada dois dias, durante 70 dias, por meio da escala de notas apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Escala de notas para avaliação de sintomas de mal-do-Panamá na parte aérea de mudas da cv. Maçã.

Notas	Descrição
1	Planta sem sintomas
2	Folhas parcialmente amareladas e sem necrose
3	Amarelecimento intenso das folhas com necrose moderada
4	Amarelecimento intenso das folhas com necrose intensa e folhas deformadas
5	Planta morta

Fonte: Mohamed et al. (1999).

Ao final do experimento, avaliam-se também os sintomas apresentados no rizoma pela escala de notas apresentada na Tabela 3, no sistema vascular (TABELA 4) e no sistema radicular (TABELA 5), de acordo com Mohamed et al. (1999).

Tabela 3 - Escala de notas para avaliação de sintomas de mal-do-Panamá no rizoma de mudas da cv. Maçã.

Notas	Descrição
1	Ausência de escurecimento no rizoma
2	Região central sem escurecimento, mas presente na junção da raiz com rizoma
3	Região central do rizoma com até 5% de escurecimento
4	Região central do rizoma com 6% a 20% de escurecimento
5	Região central do rizoma com 21% a 49% de escurecimento
6	Região central do rizoma com mais de 50% de escurecimento
7	Planta morta

Fonte: Mohamed et al. (1999).

Tabela 4 - Escala de notas para avaliação de sintomas de mal-do-Panamá no sistema vascular de mudas da cv. Maçã.

<b>Notas</b>	<b>Descrição</b>
1	Vasos sem escurecimento
2	Pontos isolados de descoloração
3	Descoloração de até 1/3 do câmbio
4	Descoloração entre 1/3 e 2/3 do câmbio
5	Descoloração superior a 2/3 do câmbio
6	Descoloração total do cambio vascular

Fonte: Mohamed et al. (1999).

Tabela 5 - Escala de notas para avaliação de sintomas de mal-do-Panamá no sistema radicular de mudas da cv. Maçã.

<b>Notas</b>	<b>Descrição</b>
1	Raízes assintomáticas
2	Raízes com necrose
3	Raízes com necrose intensa
4	Necrose na raiz principal e raízes novas sem infecção
5	Necrose na raiz principal e raízes novas com infecção
6	Raízes Mortas

Fonte: Mohamed et al. (1999).

As avaliações foram feitas visualmente. Para verificação dos sintomas do mal-do-Panamá no rizoma e no sistema vascular, foram realizados cortes longitudinais e transversais nas plantas. A partir dos dados obtidos dos sintomas na parte aérea, foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD).

### 3.2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância e, para aqueles que apresentaram diferenças significativas, realizou-se teste de médias Skott-Knott, ao nível de 5% de significância. As análises foram realizadas no software R (THE DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1.1 Ensaio *in vitro*

A seguir são apresentados os resultados do ensaio realizado *in vitro* perante a adição de diferentes biofertilizantes no meio de cultivo para testar o efeito inibitório no crescimento de diferentes isolados de Foc.

### 4.1.2 Agro-Mos<sup>®</sup>

Para a variável crescimento micelial total, o efeito da interação dos fatores, doses e isolados, foi significativo (TABELA 20, APÊNDICE A). No desdobramento dos isolados em cada nível de dose, todos os efeitos foram significativos (TABELA 21, APÊNDICE A).

Na Tabela 6, observa-se que na ausência do produto Agro-Mos<sup>®</sup> o isolado CML3487 apresentou maior média do crescimento micelial, seguido das médias dos isolados CML3489 e CML3490. A menor média de crescimento foi observada para o isolado CML3488.

Tabela 6 - Médias do crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Agro-Mos<sup>®</sup>.

Isolados	Doses (ml L <sup>-1</sup> )				
	0,0	1,0	2,0	4,0	8,0
CML3487	91,74 a	86,03 b	66,09 c	34,13 b	16,04 b
CML3488	75,79 c	83,81 b	84,54 a	63,88 a	33,00 a
CML3489	84,13 b	99,88 a	78,50 b	61,00 a	29,58 a
CML3490	82,09 b	83,88 b	59,71 d	33,13 b	18,63 b
CV (%) = 4,39					

Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

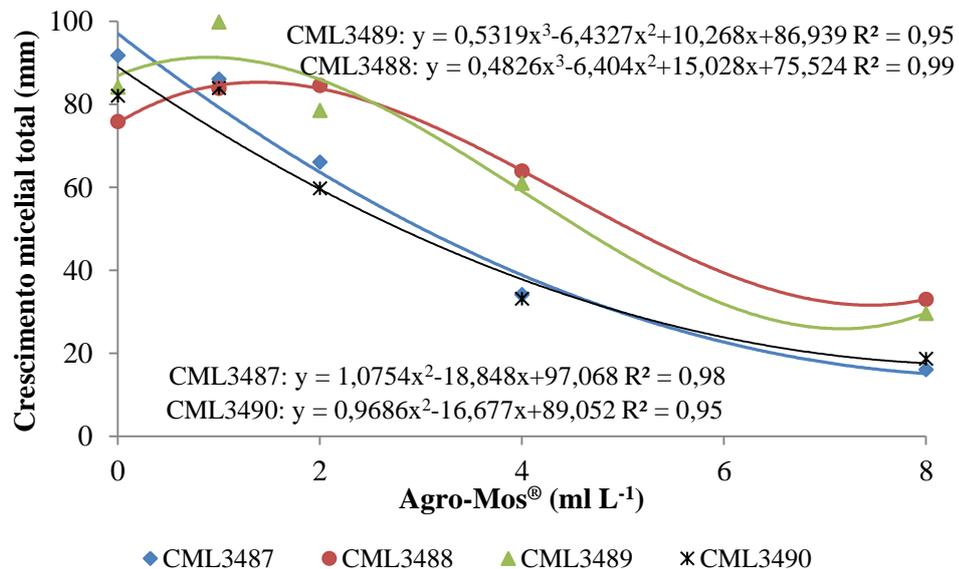
Na dose de 1,0 ml L<sup>-1</sup> observou-se maior crescimento micelial para o isolado CML3489. As médias do crescimento micelial dos isolados, CML3487, CML3488 e CML3490, foram estatisticamente iguais. Quando se utilizou a dose de 2,0 ml L<sup>-1</sup> o isolado CML3488 apresentou maior crescimento micelial, seguido pelo isolado CML3489 que, por sua vez, foi superior ao isolado CML3487. O isolado CML3490 apresentou menor crescimento micelial na dose de 2,0 ml L<sup>-1</sup> (TABELA 6).

Na Tabela 6, verifica-se o mesmo comportamento das médias para todos os isolados nas doses de 4,0 e 8,0 ml L<sup>-1</sup>. As médias dos isolados CML3488 e CML3489 foram iguais entre si e superiores às médias dos isolados CML3487 e CML3490.

No desdobramento da interação das doses em cada nível de isolado, todos os efeitos estudados foram significativos (TABELA 22, APÊNDICE A).

Observa-se, na Figura 1, que os isolados CML3487 e CML3490 tiveram comportamento semelhante, sendo que o modelo polinomial do 2º grau explicou satisfatoriamente os efeitos dos fatores estudados. Verifica-se a diminuição do crescimento micelial desses isolados com o aumento das doses do Agro-Mos®.

Figura 1 - Equações de regressão para crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Agro-Mos®.



Fonte: Da autora (2018).

Os isolados CML3488 e CML3489 também tiveram comportamento parecido, porém o melhor modelo ajustado aos dados desses isolados foi o polinomial do 3º grau. Os isolados apresentaram um aumento do crescimento micelial nas doses de 1,0 e 2,0 ml L<sup>-1</sup>. Após essas doses, é observado que o crescimento micelial foi decaindo até a maior dose, de 8,0 ml L<sup>-1</sup>. Nota-se que todos os isolados apresentaram o menor crescimento micelial na dose de 8,0 ml L<sup>-1</sup>. O menor crescimento foi observado para os isolados CML3487 e CML3490 (FIGURA 1).

Para a variável taxa de inibição do crescimento micelial de Foc, a interação entre os fatores foi significativa (TABELA 23, APÊNDICE A). No desdobramento dos isolados em

cada nível de dose, todos os efeitos foram significativos, com exceção da dose zero (TABELA 24, APÊNDICE A).

Na dose de 1,0 ml L<sup>-1</sup> apenas o isolado CML3487 apresentou taxa de inibição do crescimento micelial positiva, sendo maior quando comparada aos outros isolados. O isolado CML3490 apresentou maior inibição de seu crescimento que o isolado CML3488, que, por sua vez, teve maior inibição que o isolado CML3489 (TABELA 7).

Tabela 7 - Médias da taxa de inibição (%) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Agro-Mos<sup>®</sup>.

Isolados	Doses (ml L <sup>-1</sup> )				
	0,0	1,0	2,0	4,0	8,0
CML3487	0,00 a	6,12 a	28,57 a	62,89 a	82,65 a
CML3488	0,00 a	-11,13 c	-11,79 c	15,76 c	56,27 d
CML3489	0,00 a	-18,80 d	6,78 b	27,61 b	64,84 c
CML3490	0,00 a	-2,24 b	27,69 a	59,66 a	77,31 b

CV (%) = 13,37

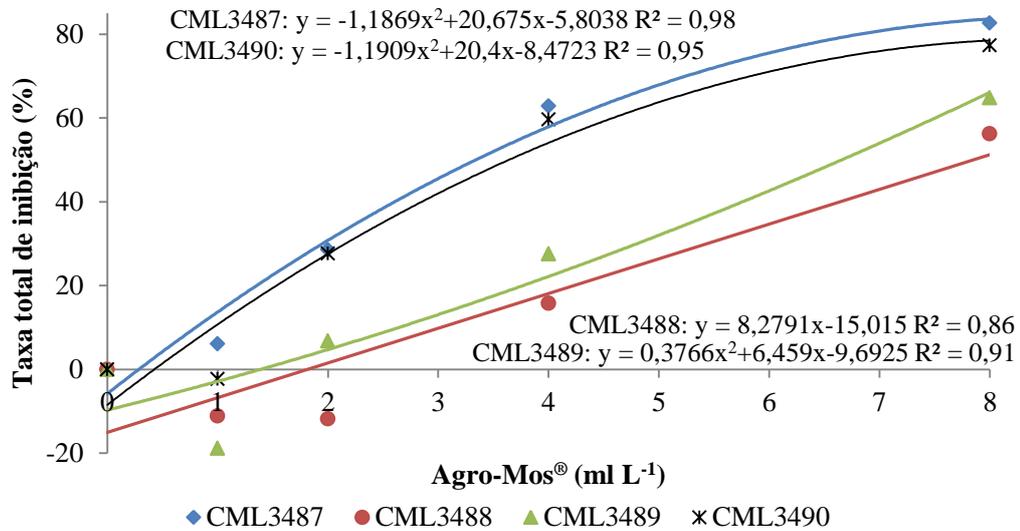
Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

As médias de inibição do crescimento dos isolados apresentaram o mesmo comportamento estatístico nas doses de 2,0 e 4,0 ml L<sup>-1</sup>. Os isolados CML3487 e CML3490 apresentaram taxa de inibição do crescimento iguais e foram superiores ao isolado CML3489. A menor inibição do crescimento micelial foi para o isolado CML3488. Na dose de 8,0 ml L<sup>-1</sup> a maior inibição do crescimento micelial foi observada para o isolado CML3487, seguido pelo isolado CML3490. A inibição do crescimento micelial do isolado CML3489 foi superior à do isolado CML3488 (TABELA 7).

No desdobramento da interação das doses em cada nível de isolado, todos os efeitos foram significativos (TABELA 25, APÊNDICE A). O modelo polinomial do 2º grau explicou satisfatoriamente o efeito dos fatores para os isolados CML3487, CML3489 e CML3490. Para o isolado CML3488, o modelo ajustado foi o linear. Observa-se que os isolados tiveram comportamento parecido. Observou-se um aumento progressivo da taxa de inibição do crescimento micelial desses isolados com o aumento das doses do Agro-Mos<sup>®</sup> (FIGURA 2).

Figura 2 - Equações de regressão para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc em função de diferentes isolados e doses de Agro-Mos®.

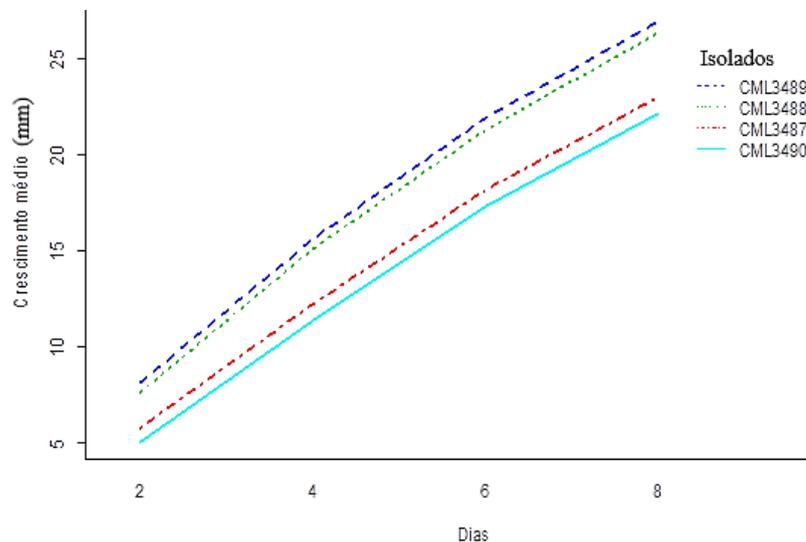


Fonte: Da autora (2018).

Verifica-se que em todas as doses estudadas do Agro-Mos® a maior inibição do crescimento foi para o isolado CML3487, seguido do isolado CML3490. Também se observa que a menor inibição do crescimento foi para o isolado CML3488. Todos os isolados tiveram a maior taxa de inibição de crescimento na dose de 8,0 ml L<sup>-1</sup>.

O estudo da variável crescimento micelial diário foi feito por meio de gráficos do modelo predito. Na Figura 3, observa-se o comportamento dos isolados de Foc no decorrer dos dias.

Figura 3 - Comportamento do crescimento médio (mm) dos isolados de Foc em função dos dias de cultivo (Dados transformados).

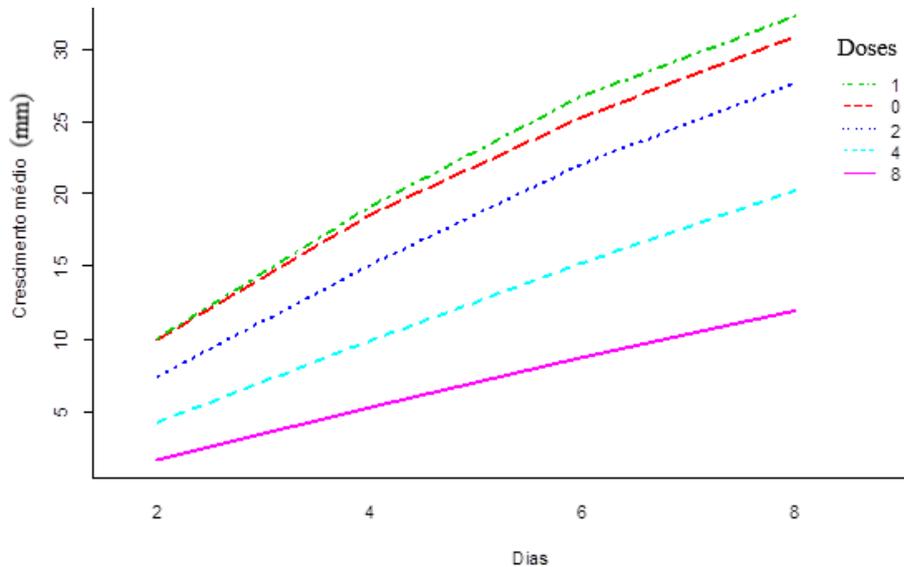


Fonte: Da autora (2018).

Todos os isolados apresentaram aumento do crescimento médio ao longo dos dias. No entanto o isolado CML3489 apresentou maior crescimento médio, ao longo dos dias, seguido dos isolados CML3488 e CML3487, respectivamente. O menor crescimento médio, ao longo dos dias, foi observado para o isolado CML3490 (FIGURA 3).

Observando a Figura 4 nota-se que, ao longo dos dias, o crescimento médio dos isolados de Foc foi menor, a partir da dose 2,0 ml L<sup>-1</sup>, comparado à testemunha (dose 0). A dose de 8,0 ml L<sup>-1</sup> foi a que proporcionou menor crescimento médio ao longo dos dias. É interessante destacar que na dose de 1,0 ml L<sup>-1</sup> o crescimento do Foc foi maior que a testemunha, ou seja, essa dose beneficiou o crescimento micelial do Foc no decorrer dos dias.

Figura 4 - Comportamento do crescimento médio (mm) de Foc nas doses de Agro-Mos<sup>®</sup> em função dos dias de cultivo (Dados transformados).



Fonte: Da autora (2018).

Perante estes resultados, pode-se inferir que, provavelmente, houve efeito tóxico do Agro-Mos<sup>®</sup> sobre Foc, pois foi observada taxa de inibição de até 82% do crescimento dos isolados de Foc. Segundo Costa et al. (2010), a toxidez do Agro-Mos<sup>®</sup> pode ser atribuída à presença do cobre na sua composição.

Resultados semelhantes são relatados por Gomes et al. (2016) que, no estudo *in vitro* de indutores de resistência no controle de *Colletotrichum Gloeosporioides* na goiabeira, observaram inibição do crescimento micelial do patógeno na presença do Agro-mos<sup>®</sup>. Na indução de resistência à doença vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) em plantas de cacauero, o Agro-Mos<sup>®</sup> se mostrou eficiente na inibição do crescimento micelial; em doses

superiores a  $3,6 \text{ ml L}^{-1}$  houve completa inibição do crescimento do fungo (COSTA et al., 2010).

Outros trabalhos com o Agro-Mos<sup>®</sup> mostram os efeitos positivos no controle de fitopatógenos, tais quais *Plasmopara vitícola* e *Uncinula necator*, em videira (GOMES et al., 2007), *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae* e *Fusarium* spp. em mamão (DANTAS et al., 2004).

#### 4.1.3 Compost-Aid<sup>®</sup>

O efeito da interação dos fatores, doses e isolados, foi significativo para a variável crescimento micelial total (TABELA 26, APÊNDICE B). No desdobramento dos isolados em cada nível de dose, todos os efeitos foram significativos (TABELA 27, APÊNDICE B).

Na Tabela 8, observa-se que na ausência do produto Compost-Aid<sup>®</sup> o crescimento micelial total dos isolados CML3487 e CML3489 foi igual entre si e superior ao crescimento dos isolados CML3488 e CML3490. Na dose de  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$  o crescimento do isolado CML3488 foi estatisticamente igual ao do isolado CML3489 e estes tiveram maior crescimento micelial que os isolados CML3487 e CML3490.

Nas doses de  $1,0$  e  $4,0 \text{ mg L}^{-1}$  as médias dos isolados apresentaram o mesmo comportamento, as médias dos isolados CML3487, CML3488 e CML3489 foram iguais entre si e superiores à média do isolado CML3490. O isolado CML3489 na dose de  $2,0 \text{ mg L}^{-1}$  apresentou maior crescimento micelial, sendo igual entre si o crescimento dos demais isolados. Nota-se que, em todas as doses estudadas, o isolado CML3490 apresentou menor crescimento que o isolado CML3489.

Tabela 8 - Médias do crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses Compost-Aid<sup>®</sup>.

Isolados	Doses ( $\text{mg L}^{-1}$ )				
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0
CML3487	88,09 a	39,75 b	41,05 a	38,71 b	39,33 a
CML3488	81,46 b	44,84 a	42,05 a	39,84 b	41,80 a
CML3489	89,88 a	44,29 a	42,50 a	43,67 a	40,63 a
CML3490	84,54 b	36,54 b	34,29 b	36,71 b	34,21 b
CV (%) = 4,01					

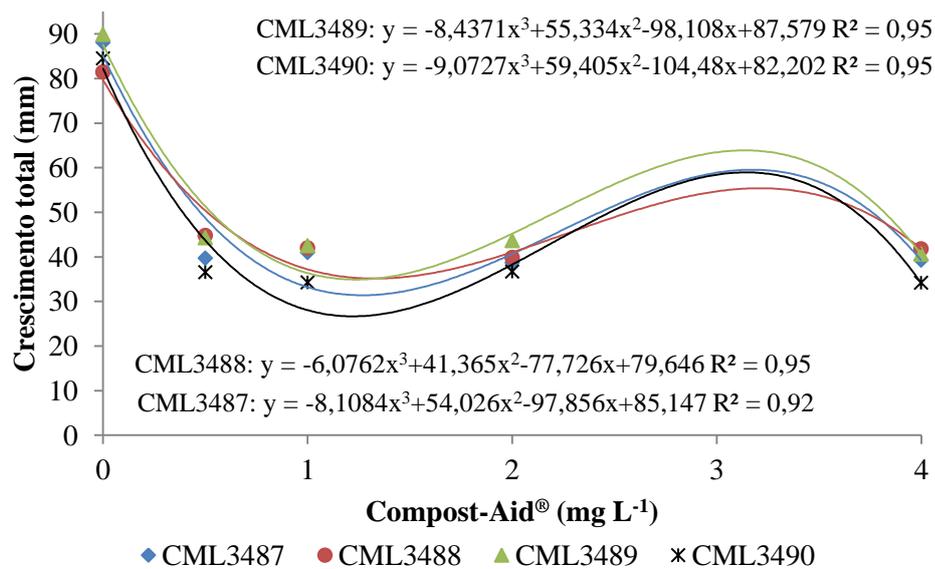
Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação das doses em cada nível de isolado, todos os efeitos estudados também foram significativos (TABELA 28, APÊNDICE B). Verificou-se que, para todos os isolados, o modelo polinomial do 3º grau explicou satisfatoriamente os efeitos dos fatores estudados (FIGURA 5).

Os isolados apresentaram uma queda do crescimento micelial nas primeiras duas doses (0,5 e 1,0 mg L<sup>-1</sup>). Após essas doses, observa-se um pequeno aumento do crescimento micelial dos isolados seguido de decaimento na maior dose, de 4,0 mg L<sup>-1</sup>. Porém nota-se que, na primeira dose estudada, 0,5 mg L<sup>-1</sup>, já houve uma redução acentuada do crescimento micelial dos isolados, não ocorrendo alterações expressivas no crescimento nas doses sucessivas de Compost-Aid<sup>®</sup> (FIGURA 5).

Figura 5 - Equações de regressão para crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Compost- Aid<sup>®</sup>.



Fonte: Da autora (2018).

Na Tabela 29, Apêndice B, verifica-se que a interação dos fatores, isolados e doses, foi significativa para a variável taxa de inibição do crescimento micelial. No desdobramento dos isolados em cada nível de dose, os efeitos foram significativos, com exceção da dose zero (TABELA 30, APÊNDICE B).

Observa-se, na Tabela 9, que a taxa de inibição do crescimento micelial na dose de 0,5 mg L<sup>-1</sup> foi maior para os isolados CML3487 e CML3490 e estas foram superiores à inibição do crescimento do isolado CML3489 que, por sua vez, foi maior que a do isolado CML3488.

Tabela 9 - Médias da taxa de inibição (%) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Compost-Aid®.

Isolados	Doses (mg L <sup>-1</sup> )				
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0
CML3487	0,00 a	54,82 a	53,25 b	55,91 a	55,24 b
CML3488	0,00 a	44,86 c	48,08 c	50,85 b	48,59 c
CML3489	0,00 a	50,44 b	52,69 b	51,45 b	54,50 b
CML3490	0,00 a	56,78 a	59,38 a	56,53 a	59,44 a

CV (%) = 5,68

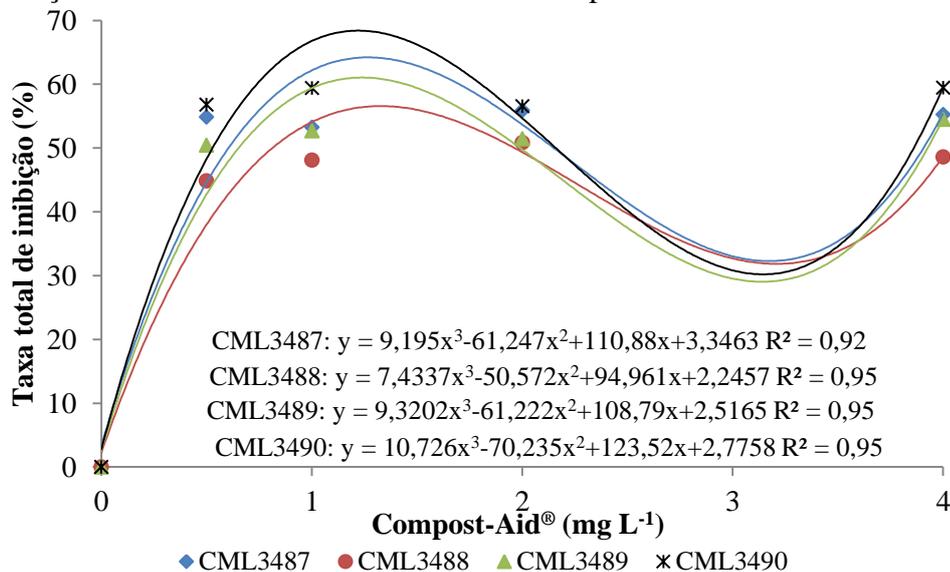
Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Nas doses de 1,0 e 4,0 mg L<sup>-1</sup> a maior inibição foi observada para o isolado CML3490, seguido dos isolados CML3487 e CML3489; a menor inibição do crescimento foi para o isolado CML3488. Na dose de 2,0 mg L<sup>-1</sup> a maior taxa de inibição do crescimento foi observada, para os isolados CML3487 e CML3490, sendo estes iguais entre si. Os isolados CML3488 e CML3489 não apresentaram diferença estatística entre si nessa dose. O isolado CML3488 apresentou menor inibição do crescimento que os demais isolados nas doses 0,5; 1,0 e 4,0 mg L<sup>-1</sup> do biofertilizante Compost-Aid® (TABELA 9).

No desdobramento da interação das doses em cada nível de isolado, todos os efeitos estudados foram significativos (TABELA 31, APÊNDICE B). Pela análise de regressão, verificou-se que, para todos os isolados, o melhor modelo ajustado aos dados foi o polinomial do 3º grau (FIGURA 6).

Figura 6 - Equações de regressão para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc em função de diferentes isolados e doses de Compost-Aid®.

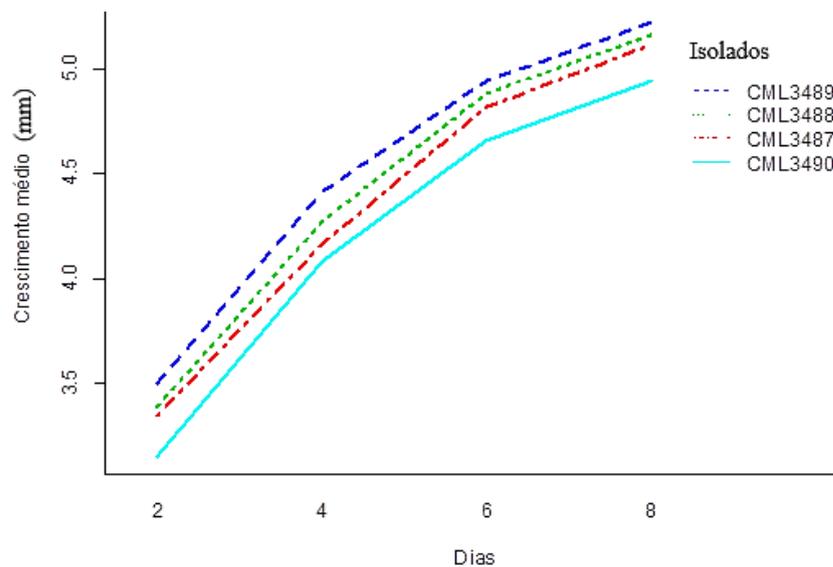


Fonte: Da autora (2018).

Observa-se, na Figura 6, um acréscimo da taxa de inibição do crescimento dos isolados nas doses de 0,5 e 1,0 mg L<sup>-1</sup>, após o qual a inibição do crescimento micelial dos isolados diminuiu e aumentou novamente na maior dose (4,0 mg L<sup>-1</sup>). Nota-se que as médias de inibição do crescimento dos isolados, na menor dose (0,5 mg L<sup>-1</sup>), foram parecidas com as médias das doses consecutivas.

O estudo da variável crescimento micelial diário foi feito por meio de gráficos do modelo predito. Na Figura 7, observa-se o comportamento dos isolados de Foc no decorrer dos dias. O isolado CML3489 apresentou maior crescimento médio, ao longo dos dias, seguido pelos isolados CML3488 e CML3487, respectivamente. O isolado CML3490 apresentou menor crescimento médio ao longo dos dias.

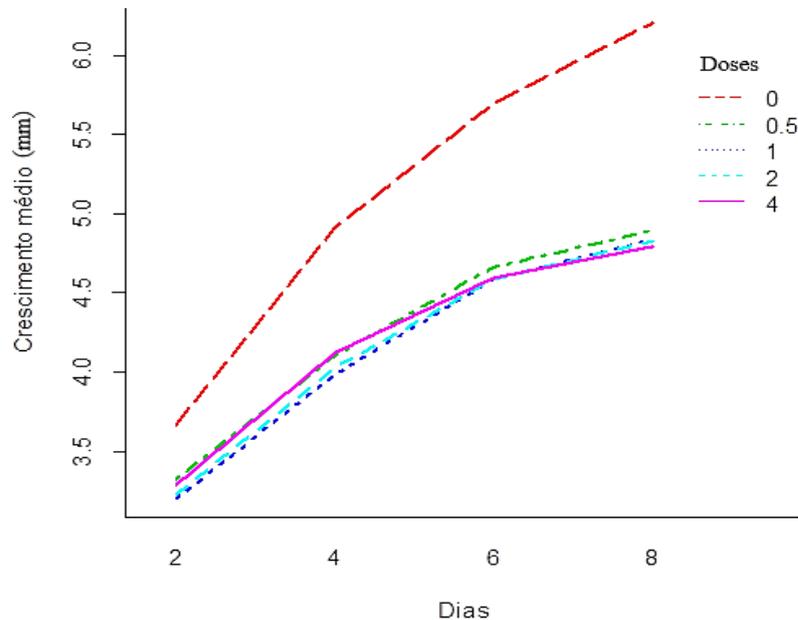
Figura 7 - Comportamento do crescimento médio (mm) dos isolados de Foc em função dos dias de cultivo (Dados transformados).



Fonte: Da autora (2018).

Na Figura 8, observa-se o comportamento das doses no decorrer dos dias. O crescimento médio de Foc, ao longo dos dias, foi menor em todas as doses estudadas do biofertilizante Compost-Aid<sup>®</sup>, quando comparado ao crescimento médio de Foc na testemunha (FIGURA 8). Verifica-se que o crescimento, ao longo dos dias, foi muito parecido para todas as doses estudadas.

Figura 8 - Comportamento do crescimento médio (mm) de Foc nas doses de Compost-Aid® em função dos dias de cultivo (Dados transformados).



Fonte: Da autora (2018).

O biofertilizante Compost-Aid® é resultante da mistura de enzimas e bactérias (*Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis* e *Enterococcus faecium*) que aceleram o processo de compostagem, de forma natural, convertendo materiais orgânicos em um composto com baixa relação C/N. Auxilia na diminuição da severidade de doenças de patógenos de solo pela competição dos microrganismos (BELLOTTE, 2006).

Nascimento et al. (2016) estudaram o efeito do biofertilizante Compost-Aid® na sobrevivência de patógenos do solo e observaram inibição de 100% do crescimento do fungo *Macrophomina phaseolina* e 98,57% do *Sclerotium rolfsii*, utilizando a dose de 25g L<sup>-1</sup>. No presente trabalho, a maior taxa de inibição do crescimento de Foc foi de 54,9% na dose de 4 mg L<sup>-1</sup>, entretanto verifica-se que, no trabalho de Nascimento et al. (2016), a dose utilizada foi 6000 x maior que a maior dose utilizada no presente estudo. Portanto o biofertilizante Compost-Aid® apresenta potencial para controle do Foc e outras doses devem ser testadas.

#### 4.1.4 Nem-Out®

Na Tabela 32, Apêndice C, observa-se que o efeito da interação dos fatores, doses e isolados, foi significativo para a variável crescimento micelial total. No desdobramento dos isolados em cada nível de dose, todos os efeitos foram significativos (TABELA 33, APÊNDICE C).

Verifica-se, na Tabela 10, que na ausência do biofertilizante Nem-Out<sup>®</sup> o crescimento micelial total dos isolados CML3487, CML3489 e CML3490 foi igual entre si e superior ao crescimento do isolado CML3488.

Tabela 10 - Médias do crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses Nem-Out<sup>®</sup>.

Isolados	Doses (mg L <sup>-1</sup> )				
	0,0	2,5	5,0	10,0	20,0
CML3487	85,96 a	30,38 d	37,71 b	37,08 b	29,71 b
CML3488	76,38 b	39,38 b	41,17 a	39,67 b	34,96 a
CML3489	81,38 a	44,80 a	44,04 a	44,46 a	38,88 a
CML3490	82,46 a	35,88 c	37,17 b	34,21 b	30,71 b

CV (%) = 5,59

Fonte: Da autora (2018).

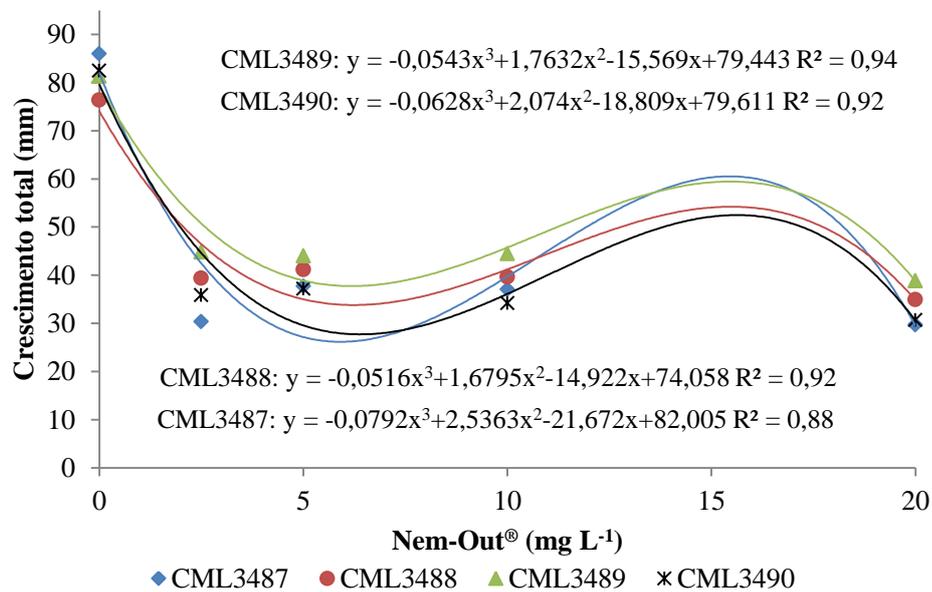
As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Quando se utilizou a dose de 2,5 mg L<sup>-1</sup> o isolado CML3489 apresentou maior crescimento micelial, seguido pelo isolado CML3488 que, por sua vez, teve crescimento superior ao CML3490. O isolado CML3487 apresentou menor crescimento nessa dose (TABELA 10).

Na Tabela 10, verifica-se que o comportamento das médias nas doses de 5,0 e 20,0 mg L<sup>-1</sup> foi o mesmo para os isolados em estudo. Na dose de 10,0 mg L<sup>-1</sup> as médias do crescimento micelial dos isolados CML3488 e CML3489 foram iguais e superiores às médias dos isolados CML3487 e CML3490, sendo estes iguais entre si.

No desdobramento da interação das doses em cada nível de isolado, apresentado na Tabela 34 (APÊNDICE C), verifica-se que todos os efeitos estudados também foram significativos. Observa-se que, para os quatro isolados, o modelo polinomial do 3º grau explicou satisfatoriamente os efeitos dos fatores estudados. Os isolados apresentaram uma queda do crescimento micelial nas duas primeiras doses (2,5 e 5,0 mg L<sup>-1</sup>), após as quais, observa-se que o crescimento dos isolados aumentou nas doses sucessivas e decaiu novamente na maior dose, de 20,0 mg L<sup>-1</sup> (FIGURA 9).

Figura 9 - Equações de regressão para crescimento micelial total (mm) de *Foc* em função de diferentes isolados e doses de Nem-Out®.



Fonte: Da autora (2018).

Para variável taxa de inibição do crescimento micelial de *Foc*, a interação dos fatores foi significativa (TABELA 35, APÊNDICE C). Na Tabela 36, Apêndice C, é apresentada a significância dos efeitos no desdobramento dos isolados nas doses 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0 mg L<sup>-1</sup>.

Observa-se, na Tabela 11, que na dose de 2,5 mg L<sup>-1</sup> a taxa de inibição do crescimento foi maior para o isolado CML3487, seguido do isolado CML3490. Os isolados CML3488 e CML3489 tiveram a mesma inibição do crescimento nessa dose. Nas doses de 5,0; 10,0 e 20,0 mg L<sup>-1</sup> os isolados apresentaram comportamento semelhante em relação ao estudo das médias. Os isolados CML3487 e CML3490 apresentaram valores médios de inibição do crescimento estatisticamente iguais e foram superiores às médias dos isolados CML3488 e CML3489, sendo as médias desses iguais entre si.

Tabela 11 - Médias da taxa de inibição (%) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Nem-Out®.

Isolados	Doses (mg L <sup>-1</sup> )				
	0,0	2,5	5,0	10,0	20,0
CML3487	0,00 a	64,66 a	56,06 a	56,76 a	65,44 a
CML3488	0,00 a	48,43 c	45,93 b	47,86 b	54,07 b
CML3489	0,00 a	44,77 c	45,61 b	44,99 b	52,15 b
CML3490	0,00 a	56,10 b	54,35 a	58,23 a	62,47 a

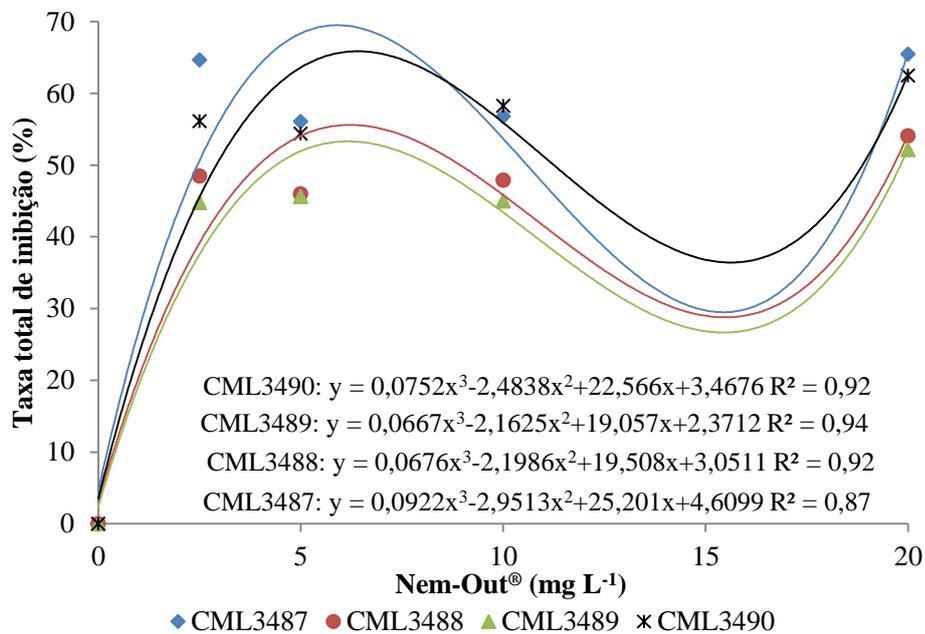
CV (%) = 6,92

Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação das doses em cada nível de isolado, todos os efeitos foram significativos (TABELA 37, APÊNDICE C). Pela análise de regressão, verificou-se que, para todos os isolados, o melhor modelo ajustado aos dados foi o polinomial do 3º grau. Observou-se acréscimo da taxa de inibição do crescimento dos isolados até a dose 5,0 mg L<sup>-1</sup>., após a qual, a taxa de inibição de crescimento dos isolados diminuiu (dose de 10,0 mg L<sup>-1</sup>) e aumentou novamente na maior dose (20 mg L<sup>-1</sup>) (FIGURA 10).

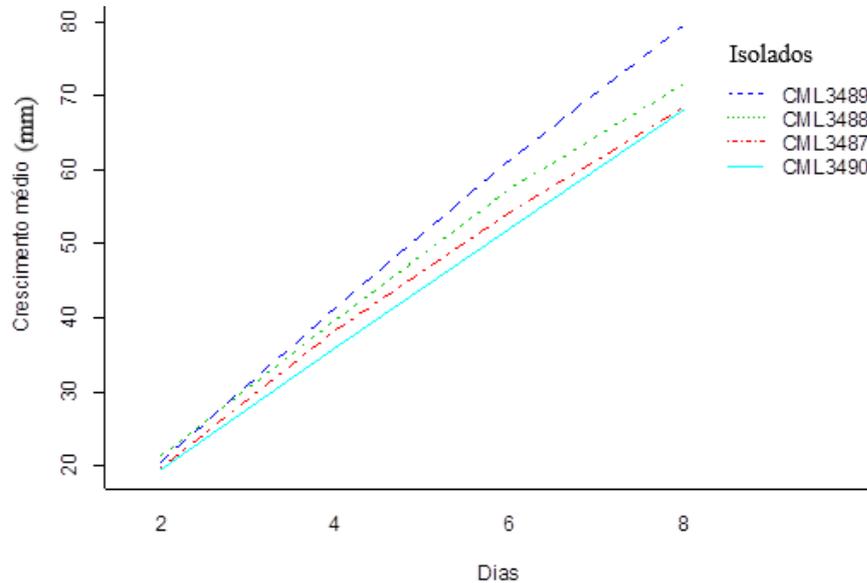
Figura 10 - Equações de regressão para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc em função de diferentes isolados e doses de Nem-Out®.



Fonte: Da autora (2018).

Na Figura 11, observa-se o comportamento do crescimento médio no decorrer dos dias para cada isolado. O maior crescimento médio, ao longo dos dias, foi observado para o isolado CML3489, seguido dos isolados CML3488, CML3487 e CML3490, respectivamente.

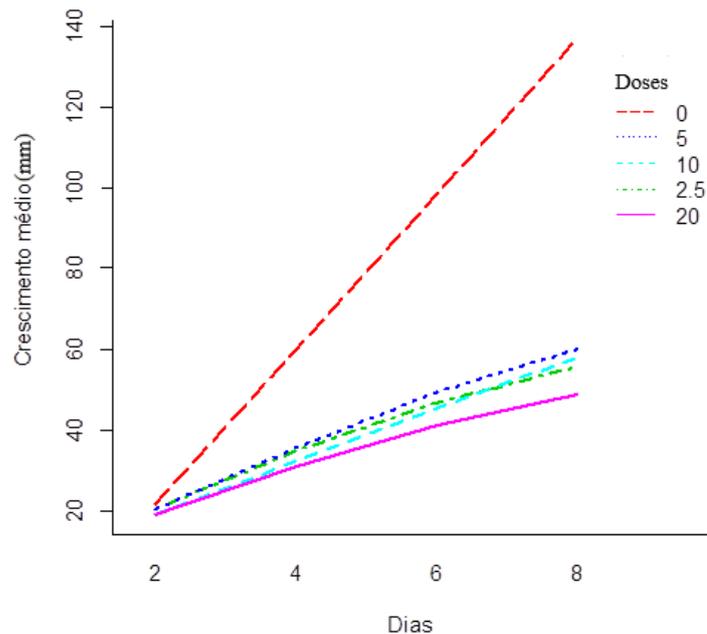
Figura 11 - Comportamento do crescimento médio (mm) dos isolados de Foc em função dos dias de cultivo (Dados transformados).



Fonte: Da autora (2018).

Observa-se, na Figura 12, que todas as doses promoveram inibição do crescimento médio, ao longo dos dias, quando se compara à testemunha (dose zero). Entretanto é possível verificar que a dose de  $20,0 \text{ mg L}^{-1}$  proporcionou um menor crescimento médio de Foc no decorrer dos dias.

Figura 12 - Comportamento do crescimento médio (mm) de Foc nas doses de Nem-Out® em função dos dias de cultivo (Dados transformados).



Fonte: Da autora (2018).

Nota-se que no estudo do biofertilizante Nem-Out<sup>®</sup> a inibição do crescimento micelial foi maior para os isolados CML3487 e CML3490 e menor para os isolados CML3488 e CML3489. Nem-Out<sup>®</sup> tem sido estudado, principalmente, no controle de fitonematoides, porém, por sua composição, este produto também se mostra promissor no controle de patógenos.

As espécies *Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis* são consideradas agentes de biocontrole de nematoides e de patógenos do solo. Essas bactérias podem competir por um nicho ecológico ou um substrato, produzir toxinas e diversos metabólitos, portanto atuando diretamente no agente patogênico e/ou desencadeando a resistência das plantas (ARAÚJO; SILVA; ARAÚJO, 2002; SIKORA; SCHÄFER; DABABAT, 2007).

Naves (2000), trabalhando com isolados de *Bacillus* spp., encontrou sete isolados que reduziram significativamente o número de galhas e ovos de *Meloidogyne javanica*, em plantas de tomate, comprovando a eficiência dessas rizobactérias. Silva (2015) também verificaram redução da população de *Meloidogyne incognita* mediante aplicação do Nem-Out<sup>®</sup>.

Fazendo uma análise geral do ensaio *in vitro*, percebe-se que, para todos os biofertilizantes estudados, os isolados de Foc CML3487 e CML3490 tiveram maior taxa de inibição quando comparados aos isolados CML3488 e CML3489. Para o crescimento médio, ao longo dos dias, os isolados apresentaram o mesmo comportamento, o maior crescimento foi verificado para o isolado CML3489 e o menor para o isolado CML3490. Todas as doses estudadas inibiram o crescimento micelial de Foc, exceto a dose de 1,0 ml L<sup>-1</sup> do Agro-Mos<sup>®</sup>.

## **4.2 Ensaio casa de vegetação**

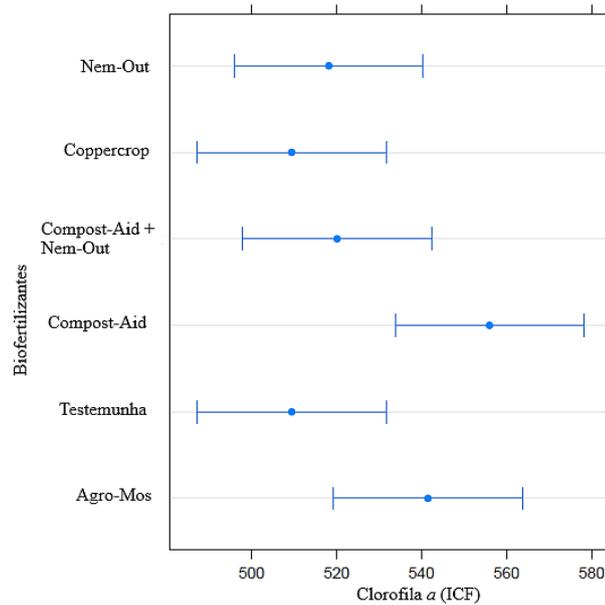
A seguir são apresentados os resultados das variáveis estudadas no ensaio em casa de vegetação perante a aplicação dos diferentes biofertilizantes e inoculação dos diferentes isolados de Foc em mudas de bananeira ‘Maçã’.

### **4.2.1 Índices de clorofila**

Por meio da análise de variância para os índices de clorofila *a* (TABELA 38, APÊNDICE D), *b* (TABELA 39, APÊNDICE D) e total (TABELA 40, APÊNDICE D), vê-se que somente o fator biofertilizante foi significativo. Os resultados dessas variáveis são apresentados em gráficos contendo os intervalos de confiança para a significância de suas respectivas médias.

As médias são iguais quando os seus intervalos de confiança se interceptam. Na Figura 13, observa-se que as médias do teor de clorofila *a* para os biofertilizantes Coppercrop<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup> assim como para Compostai-Aid<sup>®</sup> e Testemunha foram estatisticamente diferentes. O teor de clorofila *a* nas plantas tratadas com Compostai-Aid<sup>®</sup> foi maior que a testemunha e que plantas tratadas com Coppercrop<sup>®</sup>.

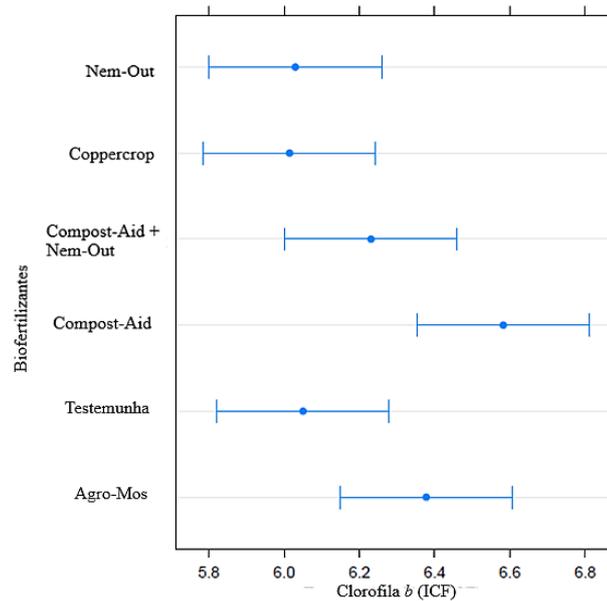
Figura 13 - Intervalos de confiança para as significâncias das médias do índice de clorofila *a* em mudas de bananeira ‘Maçã’ em função dos biofertilizantes. (Dados transformados).



Fonte: Da autora (2018).

Para o índice de clorofila *b*, observa-se na Figura 14 que as médias diferiram estatisticamente para biofertilizantes Nem-Out<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup>; Coppercrop<sup>®</sup> e Compostai-Aid<sup>®</sup> assim como para Compostai-Aid<sup>®</sup> e Testemunha.

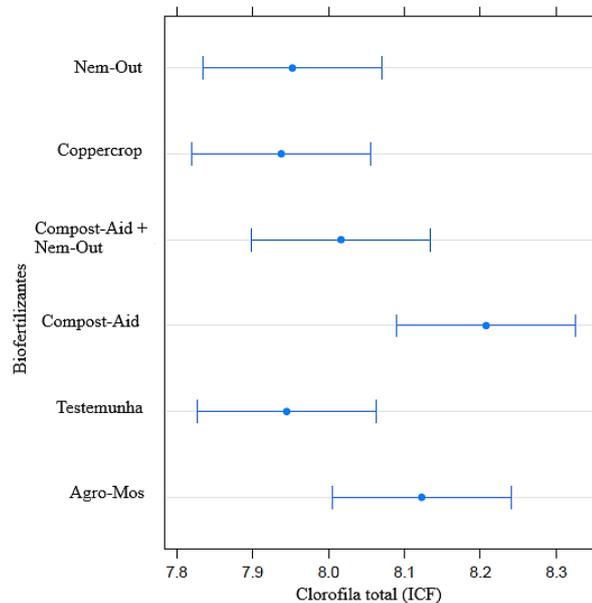
Figura 14 - Intervalos de confiança para as significâncias das médias do índice de clorofila *b* em mudas de bananeira ‘Maçã’ em função dos biofertilizantes. (Dados transformados).



Fonte: Da autora (2018).

As médias do índice de clorofila total tiveram o mesmo resultado estatístico que as médias do índice de clorofila *b* (FIGURA 15). Os teores de clorofila *b* e total foram maiores nas plantas tratadas com Compostai-Aid<sup>®</sup> quando comparados à testemunha e a tratamentos com Coppercrop<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup>.

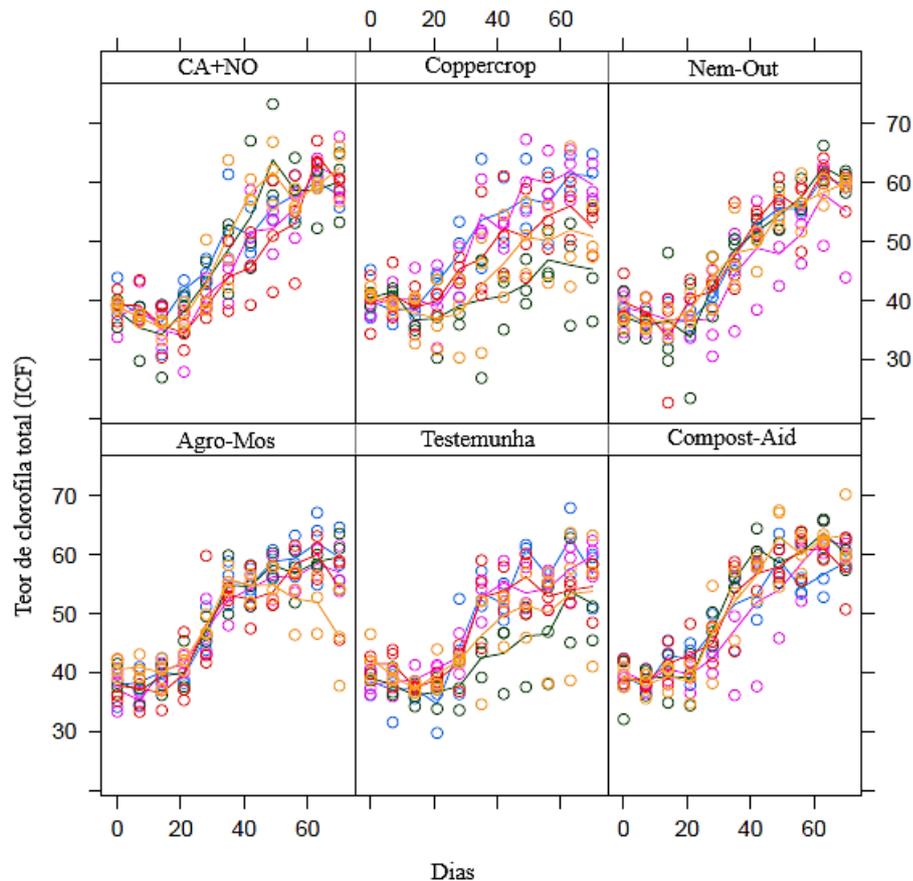
Figura 15 - Intervalos de confiança para as significâncias das médias do índice de clorofila total em mudas de bananeira ‘Maçã’ em função dos biofertilizantes. (Dados transformados).



Fonte: Da autora (2018).

Na Figura 16, é apresentado o comportamento do teor de clorofila total no decorrer dos dias de avaliação para cada biofertilizante. Observa-se que, com o passar dos dias, independente do tratamento, o teor de clorofila total aumentou. O mesmo comportamento foi observado para os teores de clorofila *a* e *b*.

Figura 16 - Comportamento do teor de clorofila total em mudas de bananeira ‘Maçã’ para biofertilizante em função dos dias.



No estudo dos teores de clorofila, foi observado que plantas tratadas com o biofertilizante Compost-Aid<sup>®</sup> apresentaram maiores índices de clorofila. Esse fato pode estar relacionado à presença da bactéria *Lactobacillus plantarum* na composição do Compost-Aid<sup>®</sup>, bactéria produtora de compostos indólicos e sideróforos. Segundo Powell, Faull e Renwick (1990), a planta aproveita estes compostos como quelantes orgânicos, que acabam beneficiando, por disponibilizar o ferro para ser prontamente absorvido.

No estudo do feijoeiro submetido a diferentes doses de ferro, verificou-se que plantas inoculadas com *Pseudomonas* sp., bactéria produtora de sideróforos, apresentaram maiores

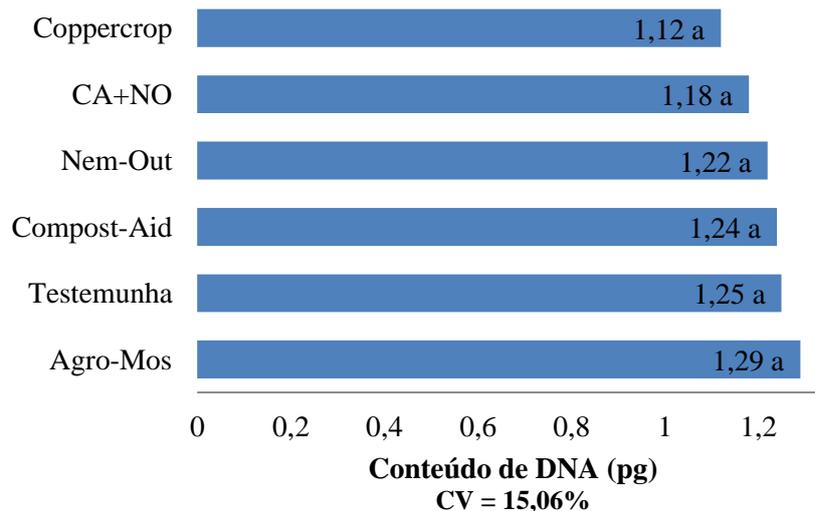
valores de clorofilas *a*, *b* e total (34, 48 e 39%, respectivamente), pela maior disponibilidade de ferro para a planta por meio da bactéria (SHARMA et al., 2003).

Similarmente, *Pseudomonas putida* reduziu a clorose induzida por deficiência de ferro em amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (JURKEVITCH; CHEN; HADAR, 1988). Zecchin (2016) verificou aumento nos teores de clorofilas *a*, *b* e total de até 80%, em duas cultivares de tomateiro, no estudo com *Lactobacillus plantarum*, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. Além disso, o autor observou que a bactéria também promoveu o crescimento da parte aérea de mudas de tomateiro.

#### 4.2.2 Conteúdo de DNA

Para o conteúdo de DNA nuclear das plantas, o efeito da interação entre isolados e biofertilizantes não foi significativo. No estudo, independente dos fatores, observa-se que apenas o fator isolado foi significativo (TABELA 41, APÊNDICE E). As médias do conteúdo de DNA das mudas de bananeira ‘Maçã’ tratadas com os biofertilizantes foram iguais à média da testemunha, ou seja, os biofertilizantes não interferiram no conteúdo de DNA das plantas (FIGURA 17).

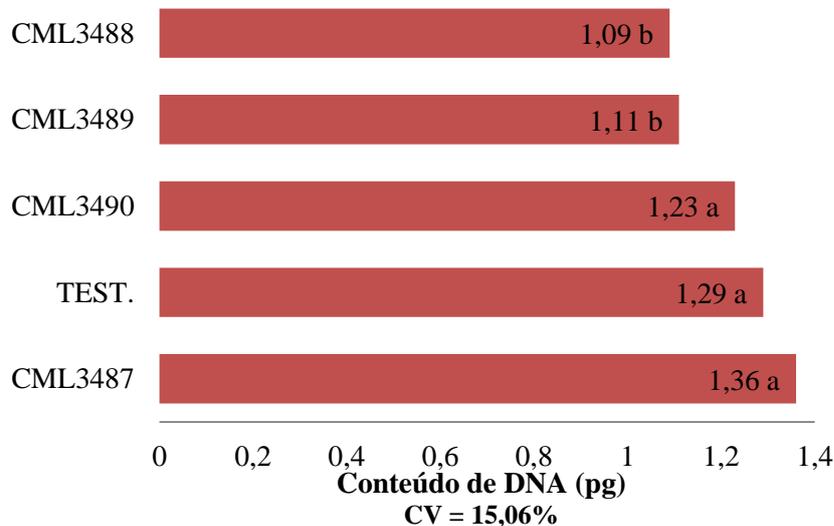
Figura 17 - Médias do conteúdo de DNA nuclear (pg) de folhas de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função da aplicação de diferentes biofertilizantes.



As médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo ao nível de 5% de probabilidade. CA+NO = Compost-Aid® + Nem-Out®. Fonte: Da autora (2018).

No estudo do fator isolado, Figura 18, verifica-se que as médias do conteúdo de DNA das mudas tratadas com os isolados CML3487 e CML3490 foram estatisticamente iguais à média da testemunha. As plantas tratadas com os isolados CML3488 e CML3489 apresentaram médias do conteúdo de DNA iguais entre si e inferiores à testemunha, ou seja, plantas infectadas com esses isolados tiveram seu conteúdo de DNA alterado, evidenciado o efeito agressivo desse patógeno.

Figura 18 - Médias do conteúdo de DNA nuclear (pg) de folhas de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de diferentes isolados de Foc.



As médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Test. = Testemunha não inoculada. Fonte: Da autora (2018).

Como esperado, o conteúdo de DNA nuclear das plantas não foi alterado, perante as aplicações dos diferentes biofertilizantes em estudo, porém o mesmo resultado não foi observado para os isolados de Foc. Entretanto esses resultados foram consistentes com o estudo de Chen et al. (2017) que verificaram alteração no conteúdo de DNA das plantas inoculadas com *Fusarium oxysporum* na cultura do pepineiro.

Gilissen et al. (1993), também em pepineiro, demonstraram a presença de *Fusarium oxysporum*, no hipocótilo e na radícula do embrião na semente, nas raízes secundárias jovens, nas folhas imaturas, nos botões florais e nos internódios do caule ainda muito jovens. Portanto, provavelmente, as plantas de bananeira ‘Maçã’ inoculadas com esses isolados de Foc já possuíam, em seus tecidos mais jovens, estruturas do patógeno. Este fato deve estar relacionado à infecção sistêmica causada por Foc via sistema vascular.

### 4.2.3 Crescimento das plantas

A interação entre isolados e biofertilizantes, para as variáveis diâmetro do pseudocaule, massa fresca e seca da parte aérea de mudas de bananeira ‘Maçã’, foi significativa (TABELAS 42, 45 e 48, respectivamente, APÊNDICE F). Na Tabela 43, Apêndice F, é apresentado o desdobramento da interação dos biofertilizantes em cada nível de isolado para diâmetro do pseudocaule.

Foram significativos os efeitos dos isolados CML3488, CML3489 e CML3490. As médias do diâmetro do pseudocaule das mudas com a presença dos isolados CML3488 e CML3490 apresentaram estatisticamente o mesmo comportamento perante os biofertilizantes. Os maiores valores médios foram observados, para os biofertilizantes Agro-Mos<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup>, Nem-Out<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup>, diferindo das médias das mudas da testemunha negativa (ausência de biofertilizante) e das mudas tratadas com o biofertilizante Coppercrop<sup>®</sup>, sendo estas duas médias iguais entre si (TABELA 12).

Tabela 12 - Médias para diâmetro (mm) do pseudocaule de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

BF	Isolados				
	TEST+	CML3487	CML3488	CML3489	CML3490
TEST-	23,80 a A	25,90 a A	18,86 b B	23,78 b A	17,28 b B
AM	30,05 a A	27,51 a A	25,98 a A	27,73 a A	27,52 a A
CC	28,25 a A	25,79 a A	18,68 b B	24,14 b A	18,97 b B
CA	24,44 a A	25,70 a A	27,96 a A	30,58 a A	28,35 a A
NO	25,36 a A	26,02 a A	26,23 a A	19,93 b A	25,76 a A
CA+NO	27,71 a A	24,62 a A	26,64 a A	25,39 b A	25,22 a A

CV (%) = 13,71

Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. BF=Biofertilizantes; TEST+=Testemunha positiva; TEST-=Testemunha negativa; AM=Agro-Mos<sup>®</sup>; CP=Coppercrop<sup>®</sup>; CC=Compost-Aid<sup>®</sup> e NO=Nem-Out<sup>®</sup>.

Observa-se, na Tabela 12, que as mudas tratadas com o isolado CML3489 apresentaram maior média do diâmetro do pseudocaule, para as mudas tratadas com Agro-Mos<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup>, sendo esses iguais entre si. As mudas tratadas com Coppercrop<sup>®</sup>, Nem-Out<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup> apresentaram médias do diâmetro do pseudocaule iguais à média da testemunha negativa, na presença desse isolado.

No desdobramento da interação dos isolados em cada nível de biofertilizantes, apenas os efeitos da testemunha negativa e do biofertilizante Coppercrop<sup>®</sup> foram significativos

(TABELA 44, APÊNDICE F) e suas médias apresentaram o mesmo comportamento perante os isolados. As maiores médias, para o diâmetro do pseudocaule das mudas foram observadas na presença dos isolados CML3487 e CML3489, sendo estas iguais à testemunha positiva (ausência de isolados). As médias do diâmetro das mudas inoculadas com os isolados CML3488 e CML3490 não diferiram entre si (TABELA 12).

Na Tabela 46, Apêndice F, é apresentado o desdobramento da interação dos biofertilizantes, em cada nível de isolado, para massa fresca da parte aérea, sendo significativos os efeitos da testemunha positiva e dos isolados CML3488, CML3490, o mesmo resultado foi observado para a massa seca da parte aérea (TABELA 49, APÊNDICE F).

Verifica-se, na Tabela 13, que, para a testemunha positiva, a média da massa fresca da parte aérea das mudas do tratamento da testemunha negativa foi inferior quando comparado aos tratamentos em que se aplicaram os biofertilizantes. Entretanto não foi observada diferença estatística entre os biofertilizantes, ou seja, os biofertilizantes aumentaram o acúmulo de massa fresca na parte aérea das mudas da cv. Maçã.

Tabela 13 - Médias para massa fresca (g) da parte aérea de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

BF	Isolados				
	TEST+	CML3487	CML3488	CML3489	CML3490
TEST-	65,07 bA	91,14 aA	42,54 cA	73,92 aA	41,88 bA
AM	168,77 aA	109,33 aB	95,79 bB	102,28 aB	99,76 aB
CC	125,73 aA	96,28 aA	41,25 cB	76,35 aB	49,21 bB
CA	113,03 aA	114,46 aA	152,09 aA	132,03 aA	149,24 aA
NO	136,62 aA	122,49 aA	93,90 bB	64,03 aB	117,11 aA
CA+NO	125,95 aA	104,70 aA	133,66 aA	98,78 aA	105,12 aA
CV (%) = 30,19					

Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. BF=Biofertilizantes; TEST+=Testemunha positiva; TEST-=Testemunha negativa; AM=Agro-Mos<sup>®</sup>; CP=Coppercrop<sup>®</sup>; CA=Compost-Aid<sup>®</sup> e NO=Nem-Out<sup>®</sup>.

Na presença do isolado CML3488, as médias para variável massa fresca da parte aérea foram superiores para as mudas tratadas com Compost-Aid<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup> + Nem-Out<sup>®</sup>, sendo estas iguais entre si. A média das mudas tratadas com Agro-Mos<sup>®</sup> foi igual à média das mudas tratadas com Nem-Out<sup>®</sup> e estas foram superiores à média das mudas tratadas com Coppercrop<sup>®</sup> que, por sua vez, foi igual à média das mudas da testemunha negativa (TABELA 13).

O mesmo comportamento das médias descrito acima, para massa fresca da parte aérea, no desdobramento dos efeitos dos biofertilizantes em cada nível de isolado, foi verificado para a variável massa seca da parte aérea, como apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 - Médias para massa seca (g) da parte aérea de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

BF	Isolados				
	TEST+	CML3487	CML3488	CML3489	CML3490
TEST-	5,75 b A	9,55 a A	4,68 c A	8,89 a A	4,37 b A
AM	17,16 a A	12,23 a A	10,11 b A	11,38 a A	12,14 a A
CC	11,56 a A	10,43 a A	4,60 c A	8,66 a A	5,53 b A
CA	10,28 a B	7,21 a B	15,22 a A	12,23 a A	14,76 a A
NO	12,54 a A	11,72 a A	9,66 b A	6,19 a A	13,32 a A
CA+NO	11,70 a A	10,72 a A	15,36 a A	9,70 a A	9,85 a A

CV (%) = 34,46

Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. BF=Biofertilizantes; TEST+=Testemunha positiva; TEST-=Testemunha negativa; AM=Agro-Mos<sup>®</sup>; CP=Coppercrop<sup>®</sup>; CA=Compost-Aid<sup>®</sup> e NO=Nem-Out<sup>®</sup>.

No Apêndice F, Tabela 47, verifica-se o desdobramento da interação dos isolados, em cada nível de biofertilizantes, para massa fresca da parte aérea. Foram significativos os efeitos dos biofertilizantes Agro-Mos<sup>®</sup>, Coppercrop<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup>.

Observa-se, na Tabela 13, que a média da massa fresca da parte aérea em mudas tratadas com Agro-Mos<sup>®</sup> foi maior na ausência de isolados (testemunha positiva), e as médias da massa fresca de mudas inoculadas com os isolados não diferiram estatisticamente entre si. Para o biofertilizante Coppercrop<sup>®</sup> foi observado que a média da massa fresca da parte aérea das mudas inoculadas com o isolado CML3487 foi igual à da testemunha positiva, e as médias das mudas inoculadas com os isolados CML3488, CML3489 e CML3490 foram iguais entre si e inferiores à testemunha positiva.

Nota-se que, para o biofertilizante Nem-Out<sup>®</sup>, a média da massa fresca da parte aérea das mudas, referente ao tratamento da testemunha positiva, foi igual às médias obtidas das mudas inoculadas com os isolados CML3487 e CML3490 e diferente das médias das mudas inoculadas com os isolados CML3488 e CML3489, cujos valores médios foram estatisticamente menores (TABELA 13).

No desdobramento da interação dos isolados em cada nível de biofertilizantes para massa seca da parte aérea, observa-se que apenas o biofertilizante Compost-Aid<sup>®</sup> teve seu efeito significativo (TABELA 50, APÊNDICE F). Nota-se, na Tabela 14, que as médias da

massa seca da parte aérea dos tratamentos com os isolados CML3488, CML3489 e CML3490 foram iguais entre si e superiores às médias das mudas da testemunha positiva e das mudas inoculadas com o isolado CML3487.

Não houve efeito significativo da interação para as variáveis altura (TABELA 51, APÊNDICE F), área foliar total (TABELA 52, APÊNDICE F), massa fresca das raízes (TABELA 53, APÊNDICE F) e massa seca das raízes (TABELA 54, APÊNDICE F).

Na Tabela 15, verifica-se que as médias das variáveis altura, massa fresca e seca das raízes apresentaram o mesmo comportamento no estudo das médias. As mudas tratadas com os biofertilizantes Agro-Mos<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup> apresentaram médias estatisticamente iguais entre si e superiores à média da testemunha. As médias das mudas tratadas com os biofertilizantes Coppercrop<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup> foram estatisticamente iguais a média das mudas do tratamento testemunha. Em relação a área foliar total as médias das mudas tratadas com biofertilizantes, com exceção das mudas tratadas com Coppercrop<sup>®</sup>, foram iguais entre si e superiores ao tratamento testemunha.

Tabela 15 - Médias para altura, área foliar total (AFT), massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR) de plantas de bananeira ‘Maçã’ em função de diferentes biofertilizantes.

Biofertilizantes	Altura (cm)	AFT (cm <sup>2</sup> )	MFR (g)	MSR (g)
Testemunha	21,51 b	428,88 b	29,51 b	3,43 b
Agro-Mos <sup>®</sup>	30,23 a	701,16 a	45,53 a	5,97 a
Coppercrop <sup>®</sup>	23,67 b	479,46 b	31,57 b	3,64 b
Compost-Aid <sup>®</sup> (CA)	33,58 a	714,29 a	49,57 a	5,56 a
Nem-Out <sup>®</sup> (NO)	26,24 b	600,41 a	36,41 b	4,39 b
CA+NO	29,93 a	690,15 a	44,87 a	5,22 a
CV(%)	18,74	34,82	26,09	29,25

Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

As variáveis altura, área foliar total, massa fresca e seca das raízes, em função dos isolados de Foc, apresentaram o mesmo comportamento no estudo das médias. Na Tabela 16, verifica-se que as mudas sem a inoculação de isolados de Foc (testemunha) apresentaram maiores valores médios, para estas variáveis, quando comparadas às mudas que foram inoculadas. Entre as médias das mudas inoculadas com os diferentes isolados não houve diferença estatística. Todos os isolados de Foc em estudo interferiram negativamente nessas variáveis de crescimento das mudas de bananeira ‘Maçã’.

Tabela 16 - Médias para altura, área foliar total (AFT), massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR) de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de diferentes isolados de Foc.

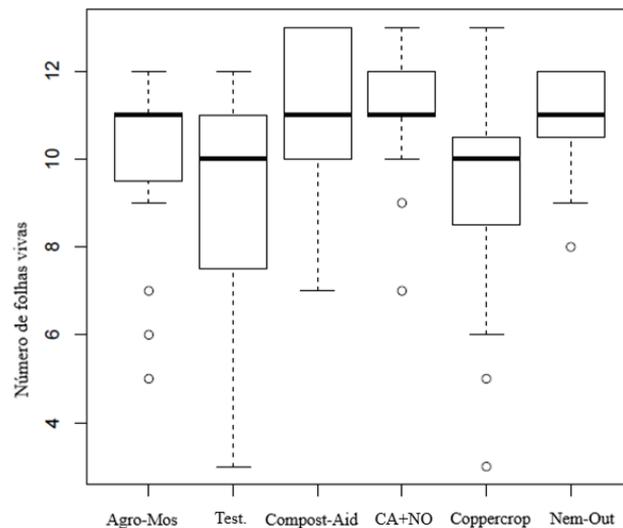
Isolados	Altura (cm)	AFT (cm <sup>2</sup> )	MFR (g)	MSR (g)
Testemunha	32,08 a	740,31 a	48,76 a	5,63 a
CML3487	27,35 b	620,56 b	39,89 b	4,72 b
CML3488	26,16 b	529,51 b	37,42 b	4,38 b
CML3489	26,58 b	542,98 b	35,39 b	4,36 b
CML3490	25,47 b	578,61 b	36,63 b	4,41 b
CV(%)	18,74	34,82	26,09	29,25

Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

No estudo da variável número de folhas, nenhum fator foi significativo. Na Figura 19, observa-se que as médias da testemunha e Compost-Aid<sup>®</sup> apresentaram uma maior variação. Também se verifica a presença de *outliers*, nos tratamentos com Agro-Mos<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup>, Coppercrop<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup>.

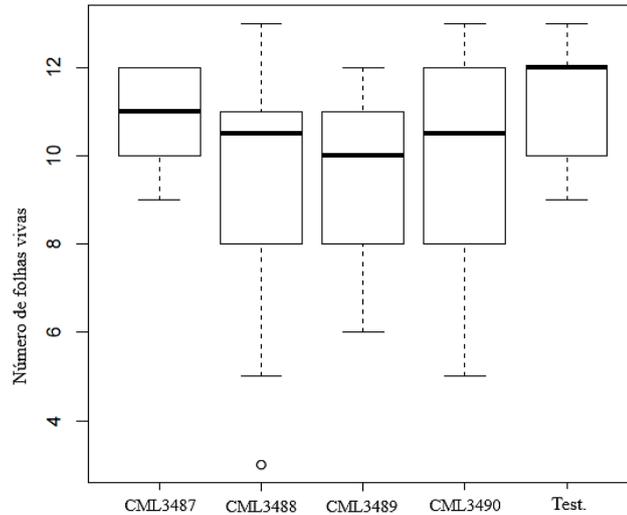
Figura 19 - Médias do número de folhas vivas de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de diferentes biofertilizantes.



Fonte: Da autora (2018). Test.=Testemunha; C+N=Compost-Aid<sup>®</sup> + Nem-Out<sup>®</sup>.

Em relação aos isolados, a média que apresentou maior variação foi do isolado CML3490 e não foi observado *outliers* (FIGURA 20).

Figura 20 - Médias do número de folhas vivas de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de diferentes isolados de Foc.



Fonte: Da autora (2018).

De maneira geral, os biofertilizantes influenciaram positivamente as variáveis de crescimento das mudas de bananeira ‘Maçã’. No estudo de Collard et al. (2001), a aplicação de biofertilizantes, no maracujazeiro, proporcionou às plantas maior altura, diâmetro, número de ramos, flores e frutos. Zecchin (2016), em estudo com *Lactobacillus plantarum*, verificou que a bactéria promoveu o crescimento da parte aérea de mudas de duas cultivares de tomateiro.

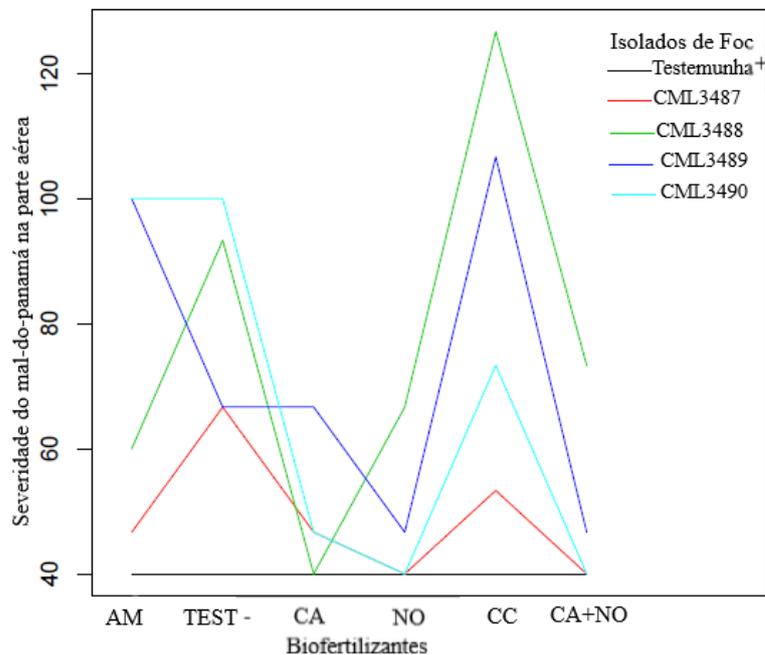
De acordo com os trabalhos de Nicholson e Hammerschmidt (1992) e Terry e Joyce (2004), os biofertilizantes atuam nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal, promovendo maior crescimento vegetativo, por apresentarem em sua composição microrganismos benéficos às plantas; além disso, eles podem participar da reciclagem dos nutrientes do solo aumentando a sua disponibilidade para as plantas.

#### 4.2.4 Severidade da doença

O comportamento da severidade do mal-do-Panamá, na parte aérea das mudas de bananeira da cv. Maçã, em função dos biofertilizantes para cada isolado de Foc, é apresentado na Figura 21. Nota-se que com o uso do biofertilizante Compost-Aid® as plantas inoculadas com o isolado CML3488 não manifestaram sintomas do mal-do-Panamá na parte aérea, sendo estas iguais às plantas da testemunha positiva (não inoculada), o mesmo foi observado para as plantas tratadas com os biofertilizantes Nem-Out® e Compost-Aid®+Nem-Out® quando inoculadas com os isolados CML3487 e CML3490.

Também é possível verificar que os maiores valores da severidade da doença na parte aérea, para mudas inoculadas com o isolado CML3487, foi em mudas da testemunha negativa (ausência de biofertilizantes). Para os isolados CML3488 e CML3489, a severidade foi maior quando as mudas foram tratadas com Coppercrop®. E plantas inoculadas com o isolado CML3490 apresentaram maior severidade da doença na parte aérea no tratamento testemunha negativa e quando tratadas com Agro-Mos®.

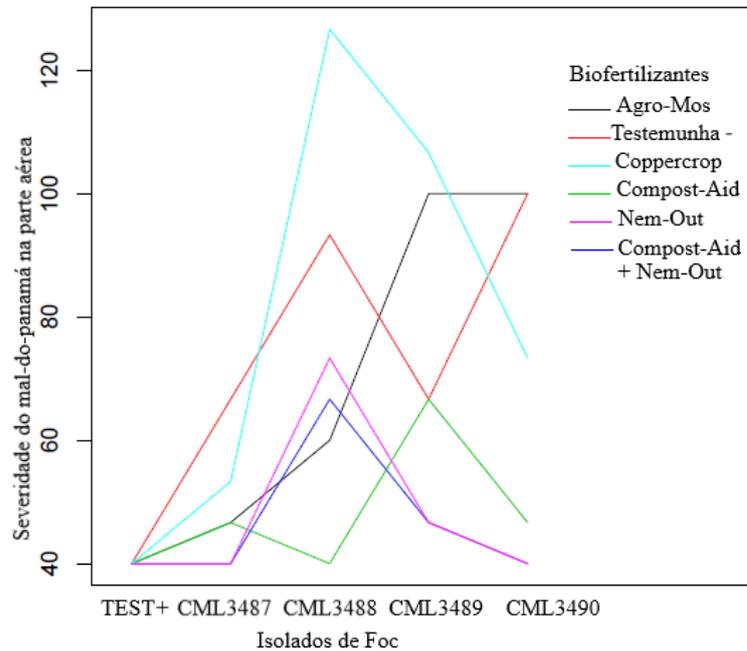
Figura 21 - Comportamento da severidade do mal-do-Panamá na parte aérea em plantas de bananeira ‘Maçã’ para cada isolado de Foc em função dos biofertilizantes.



AM=Agro-Mos®; TEST-=Testemunha negativa; CA=Compost-Aid®; NO=Nem-Out®; CC=Coppercrop®. Fonte: Da autora (2018).

O comportamento da severidade do mal-do-Panamá, na parte aérea das mudas de bananeira ‘Maçã’ em função dos isolados de Foc, para cada biofertilizante estudado, é apresentado na Figura 22. Observa-se que as plantas tratadas com os biofertilizantes Nem-Out® e Compost-Aid®+Nem-Out® apresentaram menor severidade do mal-do-Panamá na parte aérea, quando inoculadas com os isolados de Foc, em comparação às plantas do tratamento testemunha negativa.

Figura 22 - Comportamento da severidade do mal-do-Panamá na parte aérea em plantas de bananeira ‘Maçã’ para cada biofertilizantes em função dos isolados de Foc.



TEST+=Testemunha positiva. Fonte: Da autora (2018).

As plantas tratadas com Compost-Aid<sup>®</sup> apresentaram menores valores da severidade da parte aérea que a testemunha negativa, quando inoculadas com os isolados CML3487, CML3488 e CML3490, no entanto, na presença do isolado CML3489, a severidade da doença na parte aérea foi igual a plantas do tratamento da testemunha negativa (FIGURA 22).

Observa-se, na Figura 22, que as mudas que foram tratadas com o biofertilizante Agro-Mos<sup>®</sup>, na presença dos isolados CML3487 e CML3488, a severidade da doença na parte aérea foi menor que nas mudas da testemunha negativa, entretanto, nas mudas inoculadas com o isolado CML3489, a severidade da doença foi maior que do tratamento testemunha negativa. As mudas inoculadas com o isolado CML3490 apresentaram severidade da parte aérea igual às mudas do tratamento testemunha negativa.

As plantas que receberam os tratamentos com Coppercrop<sup>®</sup> e foram inoculadas com os isolados CML3487 e CML3490 apresentaram menores valores de severidade da murcha de *Fusarium* na parte aérea, porém, quando inoculados com os isolados CML3488 e CML3489, apresentaram maiores valores para severidade na parte aérea que as plantas do tratamento da testemunha negativa.

A interação foi significativa para severidade do mal-do-Panamá no rizoma (TABELA 55, APÊNDICE G) e no sistema vascular (TABELA 58, APÊNDICE G). Para severidade no rizoma observa-se, na Tabela 56, Apêndice G, que, no desdobramento de biofertilizantes em cada nível de isolado, foram significativos os efeitos dos isolados CML3488 e CML3490. O

mesmo foi observado no desdobramento da interação, para variável severidade da doença no sistema vascular, porém o efeito do isolado CML3489 também foi significativo (TABELA 59, APÊNDICE G).

Na Tabela 17, são apresentadas as médias para severidade da fusariose no rizoma. Observa-se que, nas plantas inoculadas com o isolado CML3488, a severidade da doença no rizoma das plantas foi maior quando tratadas com o biofertilizante Coppercrop. Não foi observada diferença significativa entre a testemunha e os demais biofertilizantes.

Tabela 17 - Médias para severidade do mal-do-Panamá no rizoma de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

BF	Isolados de Foc				
	TEST+	CML3487	CML3488	CML3489	CML3490
TEST-	28,57 aB	85,72 aA	95,24 bA	71,43 aA	119,05 aA
AM	28,57 aB	47,62 aB	61,90 bB	90,47 aA	80,95 bA
CA	28,57 aB	66,67 aA	38,09 bB	95,24 aA	66,66 bA
CC	28,57 aC	47,62 aC	147,62 aA	90,47 aB	57,14 bC
NO	28,57 aA	47,62 aA	85,71 bA	61,90 aA	61,90 bA
CA+NO	28,57 aA	33,33 aA	57,14 bA	52,38 aA	47,61 bA
CV (%) = 41,46					

Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. BF=Biofertilizantes; TEST+=Testemunha positiva; TEST-=Testemunha negativa; AM=Agro-Mos<sup>®</sup>; CP=Coppercrop<sup>®</sup>; CC=Compost-Aid<sup>®</sup> e NO=Nem-Out<sup>®</sup>.

Foi verificado que as plantas inoculadas com o isolado CML3490 e sem a aplicação de biofertilizantes (testemunha negativa) apresentaram maior severidade da doença no rizoma do que plantas tratadas com os biofertilizantes (TABELA 17). Na Tabela 18, nota-se o mesmo comportamento das médias das plantas inoculadas com estes isolados para a variável severidade do mal-do-Panamá no sistema vascular. Também se observa que as plantas inoculadas com o isolado CML3489 e tratadas com os biofertilizantes Compost-Aid<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup> apresentaram médias da severidade do sistema vascular iguais à testemunha negativa; nos tratamentos com Agro-Mos<sup>®</sup> e Coppercrop<sup>®</sup> as médias foram iguais entre si e superiores à média da testemunha negativa.

Tabela 18 - Médias para severidade do mal-do-Panamá no sistema vascular de mudas de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

BF	Isolados de Foc				
	TEST+	CML3487	CML3488	CML3489	CML3490
TEST-	33,33 aB	50,00 aB	83,33 bA	66,67 bB	105,56 aA
AM	33,33 aB	50,00 aB	55,56 bB	111,11 aA	61,11 bB
CA	33,33 aA	50,00 aA	33,33 bA	77,78 bA	55,56 bA
CA+NO	33,33 aA	33,33 aA	55,56 bA	38,89 bA	38,89 bA
CC	33,33 aC	50,00 aC	138,89 aA	100,00 aB	61,11 bC
NO	33,33 aA	38,89 aA	66,67 bA	55,55 bA	38,89 bA
CV (%) = 38,23					

Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. BF=Biofertilizantes; TEST+=Testemunha positiva; TEST-=Testemunha negativa; AM=Agro-Mos<sup>®</sup>; CP=Coppercrop<sup>®</sup>; CC=Compost-Aid<sup>®</sup> e NO=Nem-Out<sup>®</sup>.

No desdobramento de isolados em cada nível de biofertilizante, foram significativos os efeitos da testemunha negativa e dos biofertilizantes Agro-Mos<sup>®</sup>, Coppercrop<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup> (TABELA 57, APÊNDICE G). Por meio da Tabela 17, verifica-se que na testemunha negativa as plantas inoculadas com os isolados de Foc apresentaram maiores valores médios para severidade da doença no rizoma que as plantas do tratamento da testemunha positiva, como o esperado. Não foi observada diferença estatística entre as médias das plantas inoculadas com os diferentes isolados de Foc.

As plantas tratadas com Agro-Mos<sup>®</sup> e inoculadas com os isolados CML3487 e CML3488 apresentaram médias para severidade no rizoma iguais às plantas do tratamento da testemunha positiva, no entanto, quando as plantas foram inoculadas com os isolados CML3489 e CML3490, apresentaram maior severidade no rizoma que as plantas do tratamento da testemunha positiva (TABELA 17).

Na Tabela 17, verifica-se que, para os tratamentos com a presença do biofertilizante Compost-Aid<sup>®</sup>, apenas a média das plantas inoculadas com o isolado CML3488 foi igual à testemunha positiva; as plantas inoculadas com os isolados CML3487, CML3489 e CML3490 apresentaram a mesma severidade da doença no rizoma.

Nota-se que, nos tratamentos com Coppercrop<sup>®</sup>, a severidade do mal-do-Panamá, no rizoma nas plantas inoculadas com os isolados CML3487 e CML3490, foi igual a plantas da testemunha positiva e menor que a severidade do rizoma de plantas inoculadas com o isolado CML3489. A maior severidade no rizoma foi observada para plantas inoculadas com o isolado CML3488 (TABELA 17).

Destaca-se, na Tabela 17, que as plantas tratadas com Nem-Out<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup> apresentaram médias da severidade da fusariose no rizoma iguais à testemunha positiva, porque, na presença desses biofertilizantes, houve uma redução da severidade da doença no rizoma.

No desdobramento de isolados em cada nível de biofertilizante para severidade do mal-do-Panamá no sistema vascular, foram significativos os efeitos da testemunha negativa e dos biofertilizantes Agro-Mos<sup>®</sup> e Coppercrop<sup>®</sup> (TABELA 60, APÊNDICE G).

Verifica-se, na Tabela 18 que, nas plantas da testemunha negativa, as médias para severidade da doença no sistema vascular das plantas inoculadas com os isolados CML3487 e CML3489 foram iguais à média apresentada para as plantas da testemunha positiva, entretando as plantas tratadas com os inóculos dos isolados CML3488 e CML3490 apresentaram valores médios iguais entre si e superiores à testemunha positiva.

As plantas que receberam os tratamentos com Agro-Mos<sup>®</sup> e foram inoculadas com os isolados CML3487, CML3488 e CML3490 apresentaram médias para severidade no sistema vascular iguais à testemunha positiva, no entanto, na presença do isolado CML3489, apresentaram maior severidade no sistema vascular comparando à testemunha positiva (TABELA 18).

Nos tratamentos com Coppercrop<sup>®</sup>, nota-se, na Tabela 18, que as médias da severidade do mal-do-Panamá no sistema vascular nas plantas inoculadas com os isolados CML3487 e CML3490 foram iguais à média da testemunha positiva. As plantas inoculadas com os isolados CML3489 apresentaram severidade do fusariose no sistema vascular maior que as plantas da testemunha positiva e menor que as plantas inoculadas com o isolado CML3488.

Ressalta-se que as plantas tratadas com os biofertilizantes Compost-Aid<sup>®</sup>, Nem-Out<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup> apresentaram médias da severidade da fusariose no sistema vascular iguais à testemunha positiva, pois, na presença desses biofertilizantes, houve uma redução da severidade no sistema vascular nas mudas de bananeira ‘Maçã’ para os isolados de Foc em estudo (TABELA 18).

Não foi verificada interação significativa para as variáveis da severidade do mal-do-Panamá no sistema radicular (TABELA 61, APÊNDICE G) e para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (TABELA 62, APÊNDICE G), entretanto os dois fatores em estudo (isolados e biofertilizantes) foram significativos para as duas variáveis.

Por meio da Tabela 19, observa-se que a média da severidade da doença no sistema radicular nas plantas tratadas com Coppercrop<sup>®</sup> foi igual à média das plantas do tratamento

testemunha negativa. Plantas tratadas com os biofertilizantes Agro-Mos<sup>®</sup>, Compost-Aid<sup>®</sup>, Nem-Out<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup> foram estatisticamente iguais entre si e apresentaram menor severidade do mal-do-Panamá no sistema radicular, quando comparados a plantas do tratamento da testemunha negativa e ao tratamento com Coppercrop<sup>®</sup>.

Tabela 19 - Médias para severidade do mal-do-Panamá no sistema radicular (SSR) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de plantas de bananeira ‘Maçã’ para biofertilizantes e isolados.

<b>Biofertilizantes</b>	<b>SSR</b>	<b>AACPD</b>
Testemunha+	88,89 a	86,67 a
Agro-Mos <sup>®</sup>	62,22 b	80,44 a
Compost-Aid <sup>®</sup> (CA)	55,55 b	72,17 b
Coppercrop <sup>®</sup>	80,00 a	86,22 a
Nem-Out <sup>®</sup> (NO)	64,44 b	72,11 b
CA+NO	46,66 b	72,83 b
<b>Isolados</b>		
Testemunha-	33,33 c	70,00 b
CML3487	61,11 b	72,64 b
CML3488	83,33 a	86,71 a
CML3489	81,48 a	80,88 a
CML3490	72,22 b	81,81 a
<b>CV(%)</b>	<b>37,57</b>	<b>15,37</b>

Fonte: Da autora (2018).

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para os isolados, nota-se que as mudas de bananeira ‘Maçã’ inoculadas com os isolados CML3488 e CML3489 apresentaram maior severidade da doença no sistema radicular do que as mudas inoculadas com os isolados CML3487 e CML3490. As plantas inoculadas apresentaram maior severidade da doença no sistema radicular que as plantas não inoculadas, como já era esperado (TABELA 19).

Ainda, na Tabela 19, é apresentado o estudo das médias para AACPD. Verifica-se que as médias da severidade da AACPD das plantas tratadas com Agro-Mos<sup>®</sup> e Coppercrop<sup>®</sup> foram iguais à média das plantas da testemunha negativa. Porém a AACPD foi menor para plantas tratadas com Compost-Aid<sup>®</sup>, Nem-Out<sup>®</sup> e Compost-Aid<sup>®</sup>+Nem-Out<sup>®</sup> quando comparado à testemunha negativa. No estudo dos isolados, observa-se que plantas inoculadas com os isolados CML3488, CML3489 e CML3490 apresentaram maiores valores médios da AACPD quando comparados ao isolado CML3487 e à testemunha positiva.

Observou-se, para a severidade do mal-do-Panamá, que os isolados de Foc foram diferentes em relação à agressividade nas mudas de bananeira ‘Maçã’ diante dos biofertilizantes em estudo. Entretanto nota-se que, em plantas tratadas com os produtos

Compost-Aid<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup>, a severidade da doença foi menor. Provavelmente estes resultados estão relacionados aos microrganismos presentes nesses biofertilizantes (TABELA 1).

O *Bacillus subtilis*, presente nos dois produtos, é uma das bactérias mais estudadas no controle biológico, dentre os componentes desses biofertilizantes, sendo que, sua atividade *in vitro*, demonstra ação antifúngica como comprovado neste trabalho. Segundo Orberá, Serrat e Ortega (2014), em condições de campo, essa bactéria coloniza eficientemente a rizosfera das plantas, o que garante um efeito biofertilizante e biopesticida, aumentando a disponibilidade de nutrientes do solo e promovendo o crescimento das plantas e controlando fitopatógenos, além disso, pode induzir à resistência das plantas a doenças.

De acordo com Gacitúa et al. (2009), *B. subtilis* tem potencial de controle de um amplo espectro de patógenos pela secreção de metabólitos que produzem alterações estruturais nas células fúngicas. Estudos mostraram que isolados de *B. Subtillis*, obtidos de solo da rizosfera, apresentaram potencial de controle a patógenos como *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani*, *Sclerotium rolfsii* e *Exserohilum turcicum* e seus efeitos consistem da produção de quitinase efetiva na degradação da parede celular de patógenos que têm quitina na sua composição (DEVKOTA et al., 2011).

De acordo com Nascimento (2016), o biofertilizante Compost-Aid<sup>®</sup> compreende uma mistura de bactérias com alta atividade decompositora, contribuindo com a redução da severidade de doenças cujo inóculo pode sobreviver no solo, fato comprovado por Bellotte (2006), que verificou que a decomposição mais acelerada das folhas de citros diminuiu a doença provocada por *Guignardia citricarpa*. Ainda, no trabalho de Nascimento (2016), o autor verificou ação direta do Compost-Aid<sup>®</sup> sobre os esclerócios de *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii*.

Dentre os microrganismos presentes na composição do Compost-Aid<sup>®</sup>, o *Lactobacillus plantarum*, que é encontrado em alimentos e fermentações para produção de alimentos, apresenta propriedades inibidoras de outras bactérias e fungos pela produção de substância bactericida chamada plantaricina, que pode ter sido a responsável pela inibição dos isolados de Foc, fato relatado por Roselló et al. (2013) acerca do controle de *Erwinia amylovora*.

A bactéria *Enterococcus faecium*, também presente no Compost-Aid<sup>®</sup>, produz ácido láctico que pode inibir bactérias e fungos fitopatogênicos, tendo sido recomendado para aumentar a segurança alimentar em pós-colheita (FHOULA et al., 2013). Outra evidência neste trabalho de que esses agentes de biocontrole presentes no Compost-Aid<sup>®</sup> atuaram como

elicitores decorreu da alteração dos teores de clorofilas *a* e *b*, pois, de acordo com Bostock (2005) e Gayler et al. (2004), na resistência induzida, os parâmetros de fotossíntese e os fotoassimilados estão alterados, principalmente, na presença do patógeno, pois os elicitores são capazes de condicionar o metabolismo vegetal e, quando a planta necessitar, os fotoassimilados são carreados para a defesa induzível, a fim de disponibilizar energia e desencadear outras respostas de defesa.

Os biofertilizantes Agro-Mos<sup>®</sup> e Coppercrop<sup>®</sup> foram menos eficientes, na redução da severidade do mal-do-Panamá, entretanto não podem ser desconsiderados para trabalhos futuros no controle de Foc. No presente trabalho, foi verificado o efeito inibitório do Agro-Mos<sup>®</sup> no crescimento micelial de isolados de Foc *in vitro*.

Pesquisas realizadas em outros patossistemas comprovaram a eficiência do Agro-Mos<sup>®</sup> na proteção contra doenças. Além disso, Pascholati e Leite (1995) relatam sobre a importância do fator *priming* ou “estado de alerta” na indução de resistência, que é o intervalo de tempo entre o tratamento com o indutor e a subsequente inoculação da planta. Esta condição faz com que a planta ative mais rapidamente suas defesas na presença do patógeno resultando em uma preservação de energia. Contudo o período entre a aplicação indutora e a desafiadora difere significativamente entre plantas.

Produtos com combinações de agentes de biocontrole, como os biofertilizantes estudados, têm se tornado uma forma de alcançar o controle de patógenos de forma mais eficiente, pois o controle biológico natural é resultado da combinação de vários microrganismos (ROBERTS et al., 2008). A redução da severidade do mal-do-Panamá, observada neste trabalho, pode ser em virtude da ação conjunta dos agentes de biocontrole, presentes nos biofertilizantes utilizados, pois diferentes agentes possuem diferentes mecanismos de ação, assim, espera-se que esses mecanismos se complementem no controle das doenças.

## 5 CONCLUSÃO

Todas as doses dos biofertilizantes em estudo, com exceção à dose 1 ml L<sup>-1</sup> do biofertilizante Agro-Mos<sup>®</sup>, reduzem o crescimento micelial *in vitro* dos isolados de Foc: CML3487, CML3488, CML3489 CML3490.

Os teores de clorofilas *a*, *b* e total são maiores em mudas de bananeira ‘Maçã’ tratadas com o biofertilizante Compost-Aid<sup>®</sup>.

O crescimento vegetativo das mudas de bananeira ‘Maçã’ é influenciado positivamente pela aplicação dos biofertilizantes deste trabalho.

Os biofertilizantes em estudo não interferem no conteúdo de DNA das plantas, porém o conteúdo de DNA é alterado nas plantas inoculadas com os isolados de Foc CML3488 e CML3489.

A severidade do mal-do-Panamá é reduzida em mudas de bananeira ‘Maçã’ tratadas com os biofertilizantes Compost-Aid<sup>®</sup> e Nem-Out<sup>®</sup>.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 922 p.
- ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, 1999. 585 p.
- ARAÚJO, F. F.; SILVA, J. F. V.; ARAÚJO, A. S. F. de. Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 197-203, abr. 2002.
- ARAÚJO, N. A. F. et al. Identification and aggressiveness of four isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* from Latundan banana in Brazil. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 165, n. 4, p. 257-264, Apr. 2017.
- ARAVIND, R. et al. Endophytic bacterial flora in root and stem tissues of black pepper (*Piper nigrum* L.) genotype: isolation, identification and evaluation against *Phytophthora capsici*. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 48, n. 1, p. 58-64, Jan. 2009.
- BANCROFT, J. Report of the board appointed to inquire into the cause of disease affecting livestock and plants. **Votes and Proceedings**, London, v. 3, p. 1011-1038, 1876.
- BARBOSA, A. S.; MEDEIROS, M. B. Potencial de ação elicitora dos biofertilizantes líquidos na indução de resistência sistêmica vegetal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 1453-1457, set. 2007.
- BARRA, V. R. et al. Antagonismo direto e biocontrole da podridão-mole-do-tomateiro pelo uso de procariontes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 327-330, mar. 2010.
- BARROS, F. C. et al. Indução de resistência em plantas contra fitopatógenos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 231-239, mar./abr. 2010.
- BELLOTTE, J. A. M. **Controle da mancha preta dos frutos cítricos mediante manejo cultura**. 2006. 63 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- BENTLEY, S.; PEGG, K.; DALE, J. Genetic variation among a world-wide collection of isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* analysed by RAPD-PCR fingerprinting. **Mycological Research**, Cambridge, v. 99, n. 11, p. 1378-1384, Nov. 1995.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M. Importância das doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Ceres, 2011. Cap. 2, p. 19-36.
- BONALDO, S. M.; PASCHOLATI, S. F.; ROMEIRO, R. S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L. S. et al. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: Fealq, 2005. p. 11-28.

BOSTOCK, R. M. Signal crosstalk and induced resistance: straddling the line between cost and benefit. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 43, p. 545-580, 2005.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: IICA, 2007. v. 7, 102 p.

BUDDENHAGEN, I. Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and history of introduction of 'Tropical Race 4' to better manage banana production. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BANANA: ISHS-PROMUSA SYMPOSIUM ON RECENT ADVANCES IN BANANA CROP PROTECTION FOR SUSTAINABLE PRODUCTION AND IMPROVED LIVELIHOODS, 3., 2007, South Africa. **Proceedings...** South Africa: ISHS, 2007. p. 193-204.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Regression analysis of count data**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 566 p.

CARDOSO, R. R. et al. Application effects of biofertilizers on blackleg disease and the development of potato plants. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 10, n. 11, p. 1583-1588, Nov. 2016.

CAREFOOT, G. L.; SPROTT, E. R. **Famine on the wind: plant diseases and human history**. London: Angus & Robertson, 1969. 22 p.

CARVALHO, A. V. et al. Qualidade pós-colheita de cultivares de bananeira do grupo 'maça', na região de Belém-PA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1095-1102, dez. 2011.

CARVALHO, C. de et al. **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.

CAVALCANTI, L. S. et al. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: Fealq, 2005. 263 p.

CHEN, S. C. et al. Trichoderma harzianum-induced resistance against *Fusarium oxysporum* involves regulation of nuclear DNA content, cell viability and cell cycle-related genes expression in cucumber roots. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 147, n. 1, p. 43-53, Jan. 2017.

COELHO, E. F. **Irrigação da bananeira**. Brasília: Embrapa, 2012. 280 p.

COLLARD, F. H. et al. Efeito do uso de biofertilizante agrobio na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg). **Revista Biociências**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 15-21, jan./jun. 2001.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP. **Banana maçã**. São Paulo: CEAGESP, 2017. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/produtos/banana-maca/>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. D.; MEISSNER FILHO, P. E. Doenças e métodos de controle. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. Cap. 9, p. 146–182.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira (*Musa* spp.). In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 99-117.

COSTA, J. C. B. et al. Indução de resistência em mudas de cacaueteiro contra *Moniliophthora perniciosa* por produto à base de mananoligossacarídeo fosforilado. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 285-294, 2010.

COSTA, J. C. B. **Prospecção de indutores de resistência para o manejo da vassoura-de-bruxa do cacaueteiro**. 2008. 86 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 238 p.

DALY, A.; WALDUCK, G. *Fusarium* wilt of banana (Panama Disease)(*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*)(en línea). **Agnote**, Austrália, n. I51, p. 1-5, Nov. 2006. Northern Territory Government, 2006.

DANTAS, J. L. L. et al. Classificação botânica, origem, evolução e distribuição geográfica. In: ALVES, E. J. (Ed.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa, 1997. p. 27-34.

DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. S. Classificação botânica, origem e evolução. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana: produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 12-16.

DANTAS, S. A. F. et al. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões póscolheita. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 314-319, jul./set. 2004.

DELEITO, C. S. R. et al. Ação do biofertilizante Agrobio sobre a mancha-bacteriana e desenvolvimento de mudas de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 117-122, jan./mar. 2005.

DESLANDES, J. **Doenças da bananeira**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1938. 93 p.

DEVKOTA, H. K. et al. *In vitro* screening of antifungal activity of rhizospheric bacteria and possible role of chitinase in antifungal activity. **Nepal Journal of Science and Technology**, Kathmandu, v. 12, p. 304-311, 2011.

DOLEZEL, J.; BINAROVÁ, P.; LUCRETTI, S. Analysis of nuclear DNA content in plant cells by flow cytometry. **Biologia Plantarum**, Copenhagen, v. 31, n. 2, p. 113–120, Mar. 1989.

DUMPE, B. B.; ORTIZ, R. Apparent male fertility in *Musa* germplasm. **HortScience**, Alexandria, v. 31, n. 6, p. 1019-1022, 1996.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA. **Automação agrícola. Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre: [s.n.], 2008. 33 p.

FERNANDES, C. de F. et al. Doenças da bananicultura: mal-do-Panamá. Embrapa **Circular Técnica**, Porto Velho, n. 86, p. 1-3, set. 2006.

FHOULA, I. et al. Diversity and antimicrobial properties of lactic acid bacteria isolated from rhizosphere of olive trees and desert truffles of Tunisia. **BioMed Research International**, New York, v. 2013, p. 1-14, Sept. 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. **Production: crops**. Netherlands: FAOSTAT, 2017a. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **Production: crops**. Netherlands: FAOSTAT, 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **Food outlook biannual report on global food markets**. Netherlands: FAOSTAT, 2017b. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i7343e.pdf>>. Acesso em: 17 de dez. de 2017.

GACITÚA, S. A. et al. Identification and biological characterization of isolates with activity inhibitive against *Macrophomina phaseolina* (tassi) goid. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 69, n. 4, p. 526-533, Dic. 2009.

GAYLER, S. et al. Modelling the effect of environmental factors on the “trade off” between growth and defensive compounds in young apple trees. **Trees**, Amsterdam, v. 18, n. 3, p. 363-371, May 2004.

GERLACH, K. S. et al. Characterisation of Australian isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* by DNA fingerprinting analysis. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 51, n. 8, p. 945-953, 2000.

GILISSEN, L. J. W. et al. Development of polysomaty in seedlings and plants of *Cucumis sativus* L. **Plant Science**, Limerick, v. 91, n. 2, p. 171-179, 1993.

GOMES, E. C. S. et al. Efeito de indutores de resistência na proteção de uva “Itália” e uva de vinho “Cabernet Sauvignon” contra o oídio e o míldio no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa. **Anais Eletrônico...** João Pessoa: RedeNet, 2007.

GOMES, R. S. S. et al. Bioatividade de indutores de resistência no manejo da antracnose da goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 42, n. 2, p. 149-154, abr./jun. 2016.

GROENEWALD, S.; MARASAS, W. F. O.; VILJOEN, A. Biological, physiological and pathogenic variation in a genetically homogenous population of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense*. **Australasian Plant Pathology**, Clayton, v. 35, n. 4, p. 401-409, 2006.

HAMMERSCHMIDT, H.; DANN, E. K. Induced resistance to disease. In: RECHCIGL, N. A.; RECHCIGL, J. E. (Ed.). **Environmentally safe approaches to crop disease control**. Boca Raton: CRC, 1997. p. 177-199.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\_Agricola/Levantamento\_Sistemático\_da\_Producao\_Agricola\_[mensal]/Fasciculo/lspa\_201704.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2017.

JONES, D. R. History of banana breeding. \_\_\_\_\_. (Ed.). **Diseases of banana. Abaca and enset**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 425-449.

JURKEVITCH, E.; CHEN, Y.; HADAR, Y. Involvement of bacterial siderophores in the remedy of lime-induced chlorosis in peanut. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 52, n. 4, p. 1032-1037, July 1988.

KUMAR, N. et al. Nuevo factor para estimar el área foliar total en banano. **Infomusa**, Montpellier, v. 11, n. 2, p. 42-43, 2002.

KUPPER, K. C. Mal-do-Panamá. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 13., 2005, **Anais...** São Paulo: Instituto Biológico, 2005. p. 28-31.

LEITE, B. et al. Reconhecimento e transdução de sinais moleculares em interações plantas-fungos patogênicos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 5, p. 235-280, 1997.

LEONEL, S.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Caracterização das áreas de cultivo da bananeira 'maçã' na região de Ribeirão do Sul-SP. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 958-965, jul./ago. 2007.

LING, N. et al. *Paenibacillus polymyxa* SQR-21 systemically affects root exudates of watermelon to decrease the conidial germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. **Plant and Soil**, New York, v. 341, n. 1/2, p. 485-493, Apr. 2011.

LOON, L. C. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis related proteins. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 103, n. 9, p. 753-765, Dec. 1997.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 232-245, 1981. 596 p.

MALBURG, J. L. et al. Amostragem foliar para a diagnose nutricional de zinco na bananeira Enxerto ( Prata-anã ) em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 21-26, 1992.

MARIE, D.; BROWN, S. C. A cytometric exercise in plant DNA histograms, with 2C-values for 70 species. **Biology of the Cell**, Chichester, v. 78, n. 1/2, p. 41-51, 1993.

- MATOS, A. P. et al. O mal-do-Panamá ou murcha de *Fusarium* da bananeira. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Montes Claros: Unimontes, 2001. p. 38-50.
- MESQUITA, C. B. et al. Characterization of banana starches obtained from cultivars grown in Brazil. **International Journal of Biological Macromolecules**, Guildford, v. 89, p. 632-639, Aug. 2016.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Projeções do agronegócio: Brasil 2016/2017 a 2026/2027: projeções a longo prazo.** Brasília: MAPA, 2017. 125 p.
- MOHAMED, A. A. et al. Early evaluation of banana planta at nursery stage for *Fusarium* wilt tolerance. In: MOLINA, A. B.; MASDEK, N. K.; LIEW, K. W. **Banana Fusarium wilt management: towards sustainable cultivation.** Malasia: [s.n.], 1999. p. 174-185.
- MOHAPATRA, D.; MISHRA, S.; SUTAR, N. Banana and its by-product utilization: an overview. **Journal of Scientific and Industrial Research**, New Delhi, v. 69, n. 5, p. 323-329, 2010.
- MOORE, N. et al. Vegetative compatibility and distribution of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 33, n. 6, p. 797-802, 1993.
- MURPHY, J. F. et al. Rhizobacteria-mediated growth promotion of tomato leads to protection against *Cucumber mosaic virus*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 93, n. 10, p. 1301-1307, Oct. 2003.
- NASCIMENTO, A. R. et al. Controle químico da mancha-bacteriana do tomate para processamento industrial em campo. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 31, n. 1, p. 15-24, jan./mar. 2013.
- NASCIMENTO, S. R. C. et al. Sobrevivência de estrutura de resistência de *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em solo tratado biologicamente. **Revista Agro@ mbiente Online**, Roraima, v. 10, n. 1, p. 50-56, jan./mar. 2016.
- NAVES, R. L. **Bactéria endofíticas do sistema radicular: isolamento e potencial para o controle biológico de fitonematóides.** 2000. 113 p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- NICHOLSON, R. L.; HAMMERSCHMIDT, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annual Review of Phytopatology**, Palo Alto, v. 30, p. 369-389, Sept. 1992.
- NUNES, M. U. C.; LEAL, M. L. S. Efeito da aplicação de biofertilizante e outros produtos químicos e biológicos, no controle da broca pequena do fruto e na produção do tomateiro tutorado em duas épocas de cultivo e dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 53-59, mar. 2001.

ORBERÁ, T. M.; SERRAT, M. J.; ORTEGA, E. Potential applications of *Bacillus subtilis* strain SR/B-16 for the control of phytopathogenic fungi in economically relevant crops. **Biotecnología Aplicada**, La Habana, v. 31, n. 1, p. 13-17, Ene/mMar. 2014.

OSELEBE, H. O.; TENKOUANO, A.; PILLAY, M. Ploidy variation of *Musa* hybrids from crosses. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 5, n. 11, P. 1048-1053, June 2006.

PASCHOLATI, S. F. et al. Resistência sistêmica adquirida (SAR) x resistência sistêmica induzida (ISR). In: SIMPÓSIO DECONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS – INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA: NOVOS CONCEITOS E APLICAÇÕES, 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2010. p. 29-40.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 193-217.

\_\_\_\_\_. Mecanismos bioquímicos de resistência à doenças. In: LUZ, W. C. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, 1994. v. 2, p. 1-52.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **MB-4: agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes**. Canoas: La Salee, 1997. 273 p.

PLOETZ, R. C. **Diseases of tropical fruit crops**. New York: CABI Publishing, 2003. 527 p.

\_\_\_\_\_. *Fusarium* wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 96, n. 6, p. 653-656, June 2006.

\_\_\_\_\_. *Fusarium* wilt of banana. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 105, n. 12, p. 1512-1521, Dec. 2015.

PLOETZ, R. C.; CORRELL, J. C. Vegetative compatibility among races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. **Plant Disease**, Wallingford, v. 72, n. 4, p. 325-328, 1988.

PLOETZ, R.; PEGG, K. *Fusarium* wilt of banana and Wallace's line: was the disease originally restricted to his Indo-Malayan region? **Australasian Plant Pathology**, Clayton, v. 26, n. 4, p. 239-249, Dec. 1997.

POWELL, K. A.; FAULL, J. L.; RENWICK, A. The commercial and regulatory challenge. In: HORNY, D. (Ed.). **Biological control of soil borne plant pathogens**. United Kingdom: CAB International Wallingford, 1990. p. 445-463.

RAMACHANDRAN, V. K. et al. Adaptation of *Rhizobium leguminosarum* to pea, alfalfa and sugar beet rhizospheres investigated by comparative transcriptomics. **Genome Biology**, London, v. 12, n. 10, p. R106, Oct. 2011.

ROBERTS, P. D. et al. Evaluation of spray programs containing famoxadone plus cymoxanil, acibenzolar-S-methyl, and *Bacillus subtilis* compared to copper sprays for management of bacterial spot on tomato. **Crop Protection**, Tehran, v. 27, n. 12, p. 1519–1526, Dec. 2008.

- ROSELLÓ, G. et al. Biological control of fire blight of apple and pear with antagonistic *Lactobacillus plantarum*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 137, n. 3, p. 621- 633, Nov. 2013.
- SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. de. **Cultivo da bananeira**. Viçosa: Editora UFV, 2015. 109 p.
- SANTOS, V. P. et al. Fertirrigação da bananeira cv. Prata-Anã com N e K em um argissolo vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 567-573, jun. 2009.
- SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F. Mecanismos bioquímicos de defesa vegetal. In: PASCHOLATI, S. F. et al. (Ed.). **Interação planta patógeno: fisiologia, bioquímica e biologia molecular**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p. 227-248.
- SENHOR, R. F. et al. Eficiência de diferentes fungicidas no controle de *Alternaria alternata*, agente causal da podridão pós-colheita em frutos de meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 14-19, 2009.
- SHARMA, A. et al. Plant growth-promoting bacterium *Pseudomonas* sp. strain GRP3 influences iron acquisition in mung bean (*Vigna radiata* L. Wilzeck). **Soil Biology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 35, n. 7, p. 887-894, July 2003.
- SIKORA, R. A.; SCHÄFER, K.; DABABAT, A. A. Modes of action associated with microbially induce in planta suppression of plant-parasitic nematodes. **Australasian Plant Pathology**, Clayton, v. 36, n. 2, p. 124-134, Mar. 2007.
- SILVA, J. O. **Meloidogyne incognita na cultura do tomate: levantamento e manejo com produtos biológicos**. 2015. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- SILVA, J. T. A.; SILVA, I. P.; PEREIRA, R. D. Adubação fosfatada em mudas de bananeira 'Prata anã' (AAB), cultivadas em dois Latossolos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 238-242, mar./abr. 2011.
- SILVA, S. D. E.; MATOS, A. P. de; ALVES, E. J. Genetic improvement of banana tree. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 693-703, 1998.
- SILVA, S. O.; FLORES, J. C.; LIMA NETO, F. P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1567-1574, nov. 2002.
- SIMMONDS, N. W. **Bananas**. London: Longmans, 1959. 466p.
- \_\_\_\_\_. **Los platanos**. Barcelona: Blume, 1973. 539 p.
- \_\_\_\_\_. **The evolution of the bananas**. London: Longmans, 1962. 170 p.
- SMITH, C. J. Accumulation of phytoalexins: defense mechanisms and stimulus response system. **The New Phytologist**, London, v. 132, n. 1, p. 1-45. 1996.

- SMITH, M. K. et al. Towards the development of a Cavendish banana resistant to race 4 of fusarium wilt: gamma irradiation of micropropagated Dwarf Parfitt (*Musa* spp., AAA group, Cavendish subgroup). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 46, n. 1, p. 107-113, 2006.
- STADNIK, M. J. Indução de resistência a oídios. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 175-177, 2000.
- STANGARLIN, J. R. et al. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 18-46, 2011.
- STOVER, R. H. et al. Fusarial wilt (Panama Disease) of bananas and other *Musa* species. New York: CABI Publishing, 1962. 117 p.
- STOVER, R. H.; WAITE, B. H. Colonization of banana roots by *Fusarium-oxysporum* f. *cubense* and other soil fungi. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 44, n. 12, p. 689-693, 1954.
- \_\_\_\_\_. Studies on *Fusarium* wilt of bananas: v. Pathogenicity and distribution of *F. oxysporum* f. sp. *cubense* races 1 and 2. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 38, n. 1, p. 51-61, 1960.
- TERRY, L. A.; JOYCE, D. C. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 1-13, Apr. 2004.
- THANGAVELU, R.; MUSTAFFA, M. Current advances in the *Fusarium* wilt disease management in banana with emphasis on biological control. **Plant Pathology**, New York, p. 273-298, Apr. 2012.
- THE R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Development Core Team, 2012. 2673 p.
- VILJOEN, A. The status of *Fusarium* wilt (Panama disease) of banana in South Africa. **South African Journal of Science**, Johannesburg, v. 98, n. 7/8, p. 341-344, July 2002.
- ZECCHIN, V. J. S. **Uso da bactéria promotora do crescimento vegetal, *Bacillus amyloliquefaciens* SUBSP, *plantarum* FZB-42, tomateiro em cultivo orgânico**. 2016. 93 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

**APÊNDICE A – ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ENSAIO *IN VITRO* PARA O  
BIOFERTILIZANTE AGRO-MOS®.**

Tabela 20 - Análise de variância para crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Agro-Mos®.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolado	3	2383,0	794,3	102,7*	7,7900e-19
Dose	4	34412,7	8603,2	1112,5*	0,0000e+00
Isolado*Dose	12	2815,6	234,6	30,3*	2,6436e-16
Resíduo	40	309,3	7,7		
Total	59	39920,5			

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 21 - Análise do desdobramento de isolados em cada nível de dose de Agro-Mos® para crescimento micelial total (mm) de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Doses	4	34412,7	8603,2	1112,5*	0
Isolados: Dose 0	3	389,2	129,7	16,8*	0
Isolados: Dose 1	3	536,6	178,9	23,1*	0
Isolados: Dose 2	3	1156,0	385,3	49,8*	0
Isolados: Dose 4	3	2504,8	834,9	108,0*	0
Isolados: Dose 8	3	611,9	204,0	26,4*	0
Resíduo	40	309,3	7,7		
Total	59	39920,5	676,6		

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 22 - Análise de desdobramento de doses de Agro-Mos® em cada nível de isolado para crescimento total micelial (mm) de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	3	2383,0	794,3	102,7*	0
Doses: CML3487	4	12950,2	3237,6	418,6*	0
Doses: CML3488	4	5477,7	1369,4	177,1*	0
Doses: CML3489	4	8630,9	2157,7	279,0*	0
Doses: CML3490	4	10169,4	2542,4	328,8*	0
Resíduo	40	309,3	7,7		
Total	59	39920,5	676,6		

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 23 - Análise de variância para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc em função de diferentes isolados e doses de Agro-Mos®.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolado	3	7200,9	2400,3	241,1*	0,0000e+00
Dose	4	48933,1	12233,3	1228,6*	0,0000e+00
Isolado*Dose	12	3395,6	283,0	28,4*	8,2947e-16
Resíduo	40	398,3	10,0		
Total	59	59928,0			

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 24 - Análise de desdobramento de isolados em cada nível dose de Agro-Mos<sup>®</sup> para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Doses	4	48933,1	12233,3	1228,6*	0
Isolados: Dose 0	3	0,0	0,0	0,0 <sup>ns</sup>	1
Isolados: Dose 1	3	1049,9	350,0	35,2*	0
Isolados: Dose 2	3	3332,8	1110,9	111,6*	0
Isolados: Dose 4	3	4929,1	1643,0	165,0*	0
Isolados: Dose 8	3	1284,7	428,2	43,0*	0
Resíduo	40	398,3	10,0		
Total	59	59928,0	1015,7		

<sup>ns</sup>Não significativo. \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 25 - Análise de desdobramento de doses de Agro-Mos<sup>®</sup> em cada nível de isolado para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	3	7200,9	2400,3	241,1*	0
Doses: CML3487	4	15431,2	3857,8	387,4*	0
Doses: CML3488	4	9585,6	2396,4	240,7*	0
Doses: CML3489	4	12216,5	3054,1	306,7*	0
Doses: CML3490	4	15095,5	3773,9	379,0*	0
Resíduo	40	398,3	10,0		
Total	59	59928,0	1015,7		

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

**APÊNDICE B - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ENSAIO *in vitro* PARA O  
BIOFERTILIZANTE COMPOST-AID®**

Tabela 26 - Análise de variância para crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Compost-Aid®.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolado	3	377,4	125,8	32,3*	0
Dose	4	20330,1	5082,5	1304,4*	0
Isolado*Dose	12	198,5	16,5	4,2*	0
Resíduo	40	155,9	3,9		
Total	59	21061,8			

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 27 - Análise do desdobramento de isolados em cada nível de dose de Compost-Aid® para crescimento micelial total (mm) de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Doses	4	20330,1	5082,5	1304,4*	0
Isolados: Dose 0	3	126,4	42,1	10,8*	0
Isolados: Dose 0,5	3	139,4	46,5	11,9*	0
Isolados: Dose 1	3	132,3	44,1	11,3*	0
Isolados: Dose 2	3	77,0	25,7	6,6*	0,001
Isolados: Dose 4	3	100,6	33,5	8,6*	2e-04
Resíduo	40	155,9	3,9		
Total	59	21061,8	357,0		

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 28 - Análise de desdobramento de doses de Compost-Aid® em cada nível de isolado para crescimento total micelial (mm) de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	3	377,4	125,8	32,3*	0
Doses: CML3487	4	5625,3	1406,3	360,9*	0
Doses: CML3488	4	3750,7	937,7	240,6*	0
Doses: CML3489	4	5348,8	1337,2	343,2*	0
Doses: CML3490	4	5803,7	1450,9	372,4*	0
Resíduo	40	155,9	3,9		
Total	59	21061,8	357,0		

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 29 - Análise de variância para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc em função de diferentes isolados e doses de Compost-Aid®.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolado	3	507,4	169,1	28,8*	0,000000
Dose	4	27320,4	6830,1	1164,1*	0,000000
Isolado*Dose	12	196,4	16,4	2,8*	0,007405
Resíduo	40	234,7	5,9		
Total	59	28258,9			

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 30 - Análise de desdobramento de isolados em cada nível dose de Compost-Aid<sup>®</sup> para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Doses	4	27320,4	6830,1	1164,1*	0
Isolados: Dose 0	3	0,0	0,0	0,0 <sup>ns</sup>	1
Isolados: Dose 1	3	251,8	83,9	14,3*	0
Isolados: Dose 2	3	193,8	64,6	11,0*	0
Isolados: Dose 4	3	78,4	26,1	4,5*	0
Isolados: Dose 8	3	179,7	60,0	10,2*	0
Resíduo	40	234,7	5,9		
Total	59	28258,9	479,0		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 31 - Análise de desdobramento de doses de Compost-Aid<sup>®</sup> em cada nível de isolado para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	3	507,4	169,1	28,8*	0
Doses: CML3487	4	7220,7	1805,2	307,7*	0
Doses: CML3488	4	5605,8	1401,5	238,9*	0
Doses: CML3489	4	6584,5	1646,1	280,6*	0
Doses: CML3490	4	8105,8	2026,4	345,4*	0
Resíduo	40	234,7	5,9		
Total	59	28259,0	479,0		

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

**APÊNDICE C - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ENSAIO *IN VITRO* PARA O  
BIOFERTILIZANTE NEM-OUT®**

Tabela 32 - Análise de variância para crescimento micelial total (mm) de Foc em função de diferentes isolados e doses de Nem-Out®.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolado	3	433,5	144,5	21,5*	1,8400e-08
Dose	4	18897,7	4724,4	703,9*	0,0000e+00
Isolado*Dose	12	460,9	38,4	5,7*	1,2872e-05
Resíduo	40	268,5	6,7		
Total	59	20060,6			

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 33 - Análise do desdobramento de isolados em cada nível de dose de Nem-Out® para crescimento micelial total (mm) de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Doses	4	18897,7	4724,4	703,9*	0
Isolados: Dose 0	3	141,3	47,1	7,0*	7e-04
Isolados: Dose 2,5	3	330,3	110,1	16,4*	0
Isolados: Dose 5	3	92,9	31,0	4,6*	0,0073
Isolados: Dose 10	3	170,7	56,8	8,5*	2e-04
Isolados: Dose 20	3	159,5	53,2	7,9*	3e-04
Resíduo	40	268,5	6,7		
Total	59	20060,6	340,0		

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 34 - Análise de desdobramento de doses de Nem-Out® em cada nível de isolado para crescimento total micelial (mm) de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	3	433,5	144,5	21,5*	0
Doses: CML3487	4	6713,9	1678,5	250,1*	0
Doses: CML3488	4	3454,4	863,6	128,7*	0
Doses: CML3489	4	3596,8	899,2	134,0*	0
Doses: CML3490	4	5593,5	1398,4	208,3*	0
Resíduo	40	268,5	6,7		
Total	59	20060,6	340,0		

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 35 - Análise de variância para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc em função de diferentes isolados e doses de Nem-Out®.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolado	3	1286,4	428,8	48,7*	0,000000
Dose	4	28038,5	7009,6	795,5*	0,000000
Isolado*Dose	12	439,3	36,6	4,2*	0,000319
Resíduo	40	352,5	8,8		
Total	59	30116,6			

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 36 - Análise de desdobramento de isolados em cada nível dose de Nem-Out<sup>®</sup> para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Doses	4	28038,5	7009,6	795,5*	0
Isolados: Dose 0	3	0,0	0,0	0,0 <sup>ns</sup>	1
Isolados: Dose 2,5	3	699,5	233,2	26,5*	0
Isolados: Dose 5	3	271,6	90,5	10,3*	0
Isolados: Dose 10	3	3838,0	127,8	14,5*	0
Isolados: Dose 20	3	371,6	123,9	14,6*	0
Resíduo	40	352,5	8,8		
Total	59	30116,6	510,5		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 37 - Análise de desdobramento de doses de Nem-Out<sup>®</sup> em cada nível de isolado para taxa de inibição (%) do crescimento micelial de Foc.

Fatores	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	3	1286,4	428,8	48,7*	0
Doses: CML3487	4	9076,8	2269,2	257,5*	0
Doses: CML3488	4	5890,3	1472,6	167,1*	0
Doses: CML3489	4	5386,4	1346,6	152,8*	0
Doses: CML3490	4	8124,3	2031,1	230,5*	0
Resíduo	40	352,5	8,8		
Total	59	30116,6	510,5		

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

## APÊNDICE D - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ÍNDICES DE CLOROFILA

Tabela 38 – Resumo da análise de variância para índice clorofila *a* de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Valor F	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	59460	11892	2,9*	0,02101
Isolado (I)	4	19728	4932	1,2 <sup>ns</sup>	0,32066
B*I	20	112204	5610	1,4 <sup>ns</sup>	0,17729

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 39 – Resumo da análise de variância para índice de clorofila *b* de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Valor F	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	8,31	1,66	4,0*	0,003303
Isolado (I)	4	3,13	0,78	1,9 <sup>ns</sup>	0,124276
B*I	20	14,27	0,71	1,7 <sup>ns</sup>	0,054533

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 40 – Resumo da análise de variância para índice de clorofila total de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Valor F	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	1,96	0,39	3,6*	0,006669
Isolado (I)	4	0,67	0,17	1,5 <sup>ns</sup>	0,206460
B*I	20	3,29	0,16	1,5 <sup>ns</sup>	0,115467

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

## APÊNDICE E - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA O CONTEÚDO DE DNA NUCLEAR

Tabela 41 - Análise de variância para conteúdo de DNA nuclear (pg) de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	0,3	0,0	1,5 <sup>ns</sup>	0,2060
Isolado (I)	4	1,0	0,3	7,5*	0,0001
B*I	20	1,0	0,1	1,5 <sup>ns</sup>	0,1174
Resíduo	60	2,0	0,0		
Total	89	4,3			

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

## APÊNDICE F - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO

Tabela 42 - Análise de variância para diâmetro (mm) do pseudocaule de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	406,1	81,2	6,8*	0,0000
Isolado (I)	4	100,8	25,2	2,1*	0,0892
B*I	20	472,5	23,6	2,0*	0,0213
Resíduo	60	712,8	11,9		
Total	89	1692,3			

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 43 - Análise de desdobramento de biofertilizantes em cada nível de isolado de Foc para diâmetro (mm) do pseudocaule de bananeira ‘Maçã’.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	4	100,8	25,2	2,1 <sup>ns</sup>	0,0892
Biofertilizantes: Ausência	5	89,6	17,9	1,5 <sup>ns</sup>	0,2001
Biofertilizantes: CML3487	5	12,9	2,6	0,2 <sup>ns</sup>	0,9541
Biofertilizantes: CML3488	5	258,6	51,7	4,4*	0,0019
Biofertilizantes: CML3489	5	199,0	39,8	3,3*	0,0098
Biofertilizantes: CML3490	5	318,7	63,7	5,4*	4e-04
Resíduo	60	712,8	11,9		
Total	89	1692,3	19,0		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 44 - Análise de desdobramento de isolados de Foc em cada nível de biofertilizante para diâmetro (mm) do pseudocaule de bananeira ‘Maçã’.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizantes	5	406,1	81,2	6,8*	0,0000
Isolados: Água	4	161,0	40,3	3,4*	0,0145
Isolados: Agro-Mos <sup>®</sup>	4	25,5	6,4	0,5 <sup>ns</sup>	0,7091
Isolados: Coppercrop <sup>®</sup>	4	214,2	53,6	4,5*	0,0030
Isolados: Compost-Aid <sup>®</sup> (CA)	4	68,8	17,2	1,4 <sup>ns</sup>	0,2292
Isolados: Nem-Out <sup>®</sup> (NO)	4	85,2	21,3	1,8 <sup>ns</sup>	0,1419
Isolados: CA+CO	4	18,6	4,6	0,4 <sup>ns</sup>	0,8146
Resíduo	60	712,8	11,9		
Total	89	1692,3	19,0		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 45 - Análise de variância para massa fresca da parte aérea (g) de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	50355,8	10071,2	10,7*	0,0000
Isolado (I)	4	12611,3	3152,8	3,4*	0,0150
B*I	20	34757,2	1737,9	1,9*	0,0345
Resíduo	60	56253,6	937,6		
Total	89	153977,9			

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 46 - Análise de desdobramento de biofertilizantes em cada nível de isolado de Foc para massa fresca da parte aérea (g) de bananeira ‘Maçã’.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	4	12611,3	3152,8	3,4*	0,0150
Biofertilizantes: Ausência	5	17252,4	3450,5	3,7*	0,0057
Biofertilizantes: CML3487	5	2011,8	402,4	0,4 <sup>ns</sup>	0,8265
Biofertilizantes: CML3488	5	31132,3	6226,5	6,6*	1e-04
Biofertilizantes: CML3489	5	9321,5	1864,3	2,0 <sup>ns</sup>	0,0933
Biofertilizantes: CML3490	5	25395,0	5079,0	5,4*	4e-0,4
Resíduo	60	56253,6	937,6		
Total	89	153977,9	1730,1		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 47 - Análise de desdobramento de isolados de Foc em cada nível de biofertilizante para massa fresca da parte aérea (g) de bananeira ‘Maçã’.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizantes	5	50355,8	10071,2	10,7*	0,0000
Isolados: Água	4	5340,6	1335,2	1,4 <sup>ns</sup>	0,2370
Isolados: Agro-Mos <sup>®</sup>	4	11052,3	2763,1	2,9*	0,0273
Isolados: Coppercrop <sup>®</sup>	4	14382,5	3595,6	3,8*	0,0077
Isolados: Compost-Aid <sup>®</sup> (CA)	4	4104,1	1026,0	1,1 <sup>ns</sup>	0,3676
Isolados: Nem-Out <sup>®</sup> (NO)	4	9712,3	2428,1	2,6*	0,0456
Isolados: CA+CO	4	2776,6	694,2	0,7 <sup>ns</sup>	0,5682
Resíduo	60	56253,6	937,6		
Total	89	153977,9	1730,1		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 48 - Análise de variância para massa seca da parte aérea (g) de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	411,0	82,2	6,6*	0,0001
Isolado (I)	4	41,0	10,2	0,8 <sup>ns</sup>	0,5169
B*I	20	519,5	26,0	2,1*	0,0152
Resíduo	60	748,4	12,5		
Total	89	1719,9			

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 49 - Análise de desdobramento de biofertilizantes em cada nível de isolado de Foc para massa seca da parte aérea (g) de bananeira ‘Maçã’.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	4	41,0	10,2	0,8 <sup>ns</sup>	0,5169
Biofertilizantes: Ausência	5	203,0	40,6	3,3*	0,0115
Biofertilizantes: CML3487	5	48,1	9,6	0,8 <sup>ns</sup>	0,5744
Biofertilizantes: CML3488	5	340,5	68,1	5,5*	3e-04
Biofertilizantes: CML3489	5	69,2	13,8	1,1 <sup>ns</sup>	0,3649
Biofertilizantes: CML3490	5	269,7	53,9	4,3*	0,0020
Resíduo	60	748,4	12,5		
Total	89	1719,9	19,3		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 50 - Análise de desdobramento de isolados de Foc em cada nível de biofertilizante para massa seca da parte aérea (g) de bananeira ‘Maçã’.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizantes	5	411,0	82,2	6,6*	1e-04
Isolados: Água	4	70,0	17,5	1,4 <sup>ns</sup>	0,2437
Isolados: Agro-Mos <sup>®</sup>	4	86,5	21,6	1,7 <sup>ns</sup>	0,1543
Isolados: Coppercrop <sup>®</sup>	4	109,6	27,4	2,2 <sup>ns</sup>	0,0796
Isolados: Compost-Aid <sup>®</sup> (CA)	4	131,6	32,9	2,6*	0,0425
Isolados: Nem-Out <sup>®</sup> (NO)	4	98,1	24,5	2,0 <sup>ns</sup>	0,1111
Isolados: CA+CO	4	64,5	16,1	1,3 <sup>ns</sup>	0,2833
Resíduo	60	748,4	12,5		
Total	89	1719,9	19,3		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 51 - Análise de variância para altura (cm) de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	1536,5	307,3	11,6*	0,0000
Isolado (I)	4	499,4	124,8	4,7*	0,0023
B*I	20	746,2	37,3	1,4 <sup>ns</sup>	0,1570
Resíduo	60	1595,4	26,6		
Total	89	4377,6			

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 52 - Análise de variância para área foliar (cm<sup>2</sup>) de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	1127987,7	225597,6	5,1*	0,0006
Isolado (I)	4	517661,5	129415,4	2,9*	0,0275
B*I	20	1395964,9	69798,2	1,6 <sup>ns</sup>	0,0866
Resíduo	60	2639199,2	43986,7		
Total	89	5680813,4			

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 53 - Análise de variância para massa fresca das raízes (g) de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	5079,6	1015,9	9,5*	0,0000
Isolado (I)	4	2105,3	526,3	4,9*	0,0017
B*I	20	2887,7	144,4	1,4 <sup>ns</sup>	0,1826
Resíduo	60	6397,4	106,6		
Total	89	16470,0			

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 54 - Análise de variância para massa seca das raízes (g) de bananeira ‘Maçã’ em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	82,0	16,4	8,7*	0,0000
Isolado (I)	4	21,1	5,3	2,8*	0,0343
B*I	20	44,5	2,2	1,2 <sup>ns</sup>	0,3058
Resíduo	60	113,5	1,9		
Total	89	261,1			

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

**APÊNDICE G - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA AS VARIÁVEIS DA SEVERIDADE  
DO MAL-DO-PANAMÁ**

Tabela 55 - Análise de variância para severidade do mal-do-Panamá no rizoma bananeira 'Maçã' em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	12529	2505,7	3,7*	0,0054440
Isolado (I)	4	33402	8350,5	12,4*	0,0000002
B*I	20	29321	1466,1	2,2*	0,0110859
Resíduo	60	40545	675,8		
Total	89	115798			

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 56 - Análise de desdobramento de biofertilizantes em cada nível de isolado para severidade do mal-do-Panamá no rizoma de bananeira 'Maçã'.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	4	33402,2	8350,5	12,4*	0
Biofertilizantes: Ausência	5	0,0	0,0	0,0 <sup>ns</sup>	1
Biofertilizantes: CML3487	5	5136,7	1027,3	1,5 <sup>ns</sup>	0,1971
Biofertilizantes: CML3488	5	22314,0	4462,8	6,6*	1e-04
Biofertilizantes: CML3489	5	4682,6	936,5	1,4 <sup>ns</sup>	0,2424
Biofertilizantes: CML3490	5	9716,7	1943,3	2,9*	0,0215
Resíduo	60	40545,3	675,8		
Total	89	115797,5	1301,1		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 57 - Análise de desdobramento de isolados em cada nível de biofertilizante para severidade do mal-do-Panamá no rizoma de bananeira 'Maçã'.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizantes	5	12528,7	2505,7	3,7*	0,0054
Isolados: Agro-Mos <sup>®</sup>	4	7483,1	1870,8	2,8*	0,0353
Isolados: Água	4	13524,4	3381,1	5,0*	0,0015
Isolados: Compost-Aid <sup>®</sup> (CA)	4	8381,9	2095,5	3,1*	0,0219
Isolados: CA+CO	4	1823,2	455,8	0,7 <sup>ns</sup>	0,6123
Isolados: Coppercrop <sup>®</sup>	4	26204,9	6551,2	9,7*	0,0000
Isolados: Nem-Out <sup>®</sup> (NO)	4	5306,1	1326,5	2,0 <sup>ns</sup>	0,1117
Resíduo	60	40545,3	675,8		
Total	89	115797,5	1301,1		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 58 - Análise de variância para severidade do mal-do-Panamá no sistema vascular de bananeira 'Maçã' em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	14622	2924,3	6,1*	0,0001
Isolado (I)	4	22699	5674,9	11,9*	0,0000
B*I	20	26229	1311,4	2,7*	0,0014
Resíduo	60	28706	478,4		
Total	89	92256			

\*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 59 - Análise de desdobramento de biofertilizantes em cada nível de isolado para severidade do mal-do-Panamá no sistema vascular de bananeira 'Maçã'.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Isolados	4	22699,4	5674,9	11,9*	0
Biofertilizantes: Ausência	5	0,0	0,0	0,0 <sup>ns</sup>	1
Biofertilizantes: CML3487	5	818,2	163,6	0,3 <sup>ns</sup>	0,885
Biofertilizantes: CML3488	5	20000,0	4000,0	8,4*	0
Biofertilizantes: CML3489	5	11065,3	2213,1	4,6*	0,001
Biofertilizantes: CML3490	5	8966,9	1793,4	3,7*	0,005
Resíduo	60	28706,2	478,4		
Total	89	92256,0	1036,6		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 60 - Análise de desdobramento de isolados em cada nível de biofertilizante para severidade do mal-do-Panamá no sistema vascular de bananeira 'Maçã'.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizantes	5	14621,6	2924,3	6,1*	1e-04
Isolados: Agro-Mos <sup>®</sup>	4	10259,5	2564,9	5,4*	9e-04
Isolados: Água	4	9519,5	2379,9	5,0*	0,0016
Isolados: Compost-Aid <sup>®</sup> (CA)	4	4074,6	1018,6	2,1 <sup>ns</sup>	0,0882
Isolados: CA+CO	4	1000,1	250,0	0,5 <sup>ns</sup>	0,7195
Isolados: Coppercrop <sup>®</sup>	4	21740,9	5435,2	11,4*	0,0000
Isolados: Nem-Out <sup>®</sup> (NO)	4	2333,7	583,4	1,2 <sup>ns</sup>	0,3121
Resíduo	60	28706,2	478,4		
Total	89	92256,0	1036,6		

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 61 - Análise de variância para severidade do mal-do-Panamá no sistema radicular de bananeira 'Maçã' em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	18285	3656,9	5,9*	0,0002
Isolado (I)	4	30053	7513,1	12,1*	0,0000
B*I	20	17766	888,3	1,4 <sup>ns</sup>	0,1434
Resíduo	60	37223	620,4		
Total	89	103326			

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).

Tabela 62 - Análise de variância para área abaixo da curva de progresso da doença em mudas de bananeira 'Maçã' em função de isolados de Foc e biofertilizantes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Biofertilizante (B)	5	3646,4	729,27	5,0*	0,0007
Isolado (I)	4	3430,9	857,73	5,9*	0,0004
B*I	20	4811,0	240,55	1,7 <sup>ns</sup>	0,0685
Resíduo	60	8712,3	145,21		
Total	89	20600,6			

<sup>ns</sup>Não significativo \*Significativo a 5%, pelo teste F. Fonte: Da autora (2018).