



**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MARACUJAZEIRO,
EM ÁREA COM HISTÓRICO DE *Fusarium solani*
SUBMETIDOS A DIFERENTES MÉTODOS DE
MANEJO FITOSSANITÁRIO**

JONILSON SANTOS DE CARVALHO

2019

JONILSON SANTOS DE CARVALHO

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MARACUJAZEIRO, EM ÁREA COM
HISTÓRICO DE *FUSARIUM SOLANI* SUBMETIDOS A DIFERENTES
MÉTODOS DE MANEJO FITOSSANITÁRIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:
Prof. D. Sc. Abel Rebouças São José

Coorientador:
Prof. D. Sc. Alessandro de Magalhães Arantes

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
2019

C324a Carvalho, Jonilson Santos de.

Avaliação de genótipos de maracujazeiro, em área com histórico de *Fusarium solani* submetidos a diferentes métodos de manejo fitossanitário. / Jonilson Santos de Carvalho, 2019. 70f.

Orientador (a): D. Sc. Abel Rebouças São José.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Área de concentração Fitotecnia, Vitória da Conquista, 2019.

Inclui referência F. 59 – 70.

1. *Passiflora edulis* Sims. 2. *Passiflora foetida*, 3. *Passiflora cincinnata*, 4. Maracujá – Cultivo – Fitossanidade - Biocontrole. I. São José, Abel Rebouças. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Área de concentração Fitotecnia. III. T.

CDD: 634.425

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MARACUJAZEIRO, EM ÁREA COM HISTÓRICO DE *Fusarium solani* SUBMETIDOS A DIFERENTES MÉTODOS DE MANEJO FITOSSANITÁRIO”

Autor: Jonilson Santos de Carvalho

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:


Prof. Abel Rebouças São José, D.Sc., UESB
(Presidente)


Prof. Quelmo Silva de Novaes, D.Sc, UESB


Prof. Pedro Ricardo Rocha Marques, D.Sc, IF Baiano – Campus Guanambi

Data de realização: 23 de julho de 2019.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383
Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900

AGRADECIMENTOS

Gratidão é a palavra que melhor define este momento; sou grato a Deus por ter me concedido a oportunidade de trilhar este caminho.

À minha família, pelo incondicional apoio. Honrá-los tem sido minha força motriz!

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelo ensino de excelência.

Ao IF Baiano, pelo auxílio incondicional durante a instalação e execução do experimento, especialmente ao setor de agricultura e CAE.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – Fapesb, pela concessão da bolsa.

Ao Prof. Dr. Abel Rebouças São José, pela orientação e exemplo de contribuição à agricultura.

Ao Prof. Dr. Alessandro de Magalhães Arantes, pela coorientação e o vasto conhecimento partilhado, como professor, pesquisador e passicultor.

Aos professores membros da banca examinadora, pela disposição em avaliar e sugerir melhorias ao trabalho.

Aos professores Dr. João Abel da Silva, Dr. Marcelo Rocha dos Santos, Dr. Pedro Ricardo Rocha Marques e Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato, por sempre estarem acessíveis e dispostos a compartilharem conhecimento.

Aos integrantes da Biofábrica, na pessoa do Prof. Dr. Alcebíades Rebouças São José, pela solicitude e apoio em todos os momentos.

Aos amigos Cleiton Fernando Barbosa Brito, Giliar Souza, Ian Carlos Bispo de Carvalho, John Silva Porto, Maira de Araújo Kurfis, Poliana Prates de Souza Soares, Varley Andrade Fonseca e Zilda Cristina Malheiros Lima, pelas valiosas contribuições ao trabalho.

Eu sou grato a Deus por cada um de vocês!

Que, nos campos da vida, tenhamos sempre colheitas fartas!

A Deus seja a honra, a glória e o louvor!

“Nós precisamos de ventos e tempestades para exercitar nossa fé, para arrancar o ramo podre da autodependência e nos enraizar mais firmemente em Cristo”.

C. H. Spurgeon

RESUMO

CARVALHO, J. S. **Avaliação de genótipos de maracujazeiro, em área com histórico de *Fusarium solani* submetidos a diferentes métodos de manejo fitossanitário.** Vitória da Conquista - BA: UESB. 2019. 70 p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia) *

A passicultura destaca-se como uma importante atividade econômica em várias regiões do Brasil, sobretudo no Nordeste, que detém mais de 60% da produção nacional. Ainda assim, o sistema de produção da cultura do maracujá é carente em tecnologias, sendo este um dos motivos do aumento da incidência de doenças e baixa produtividade da cultura. Entre as doenças importantes para o maracujazeiro no Brasil, destaca-se a podridão do colo e raiz, causada pelo *Fusarium solani*, principalmente por causar a morte das plantas infectadas e ainda não existir um manejo curativo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes estratégias de manejo da doença; para isso, no ensaio I, utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, constituído de quatro genótipos de maracujazeiro amarelo: FB 200, Gigante Amarelo, Paty e Roxo, submetidos ao tratamento com dois agentes biológicos: *Trichoderma longibrachiatum*, *Bacillus subtilis* e controle, sem aplicação de biofungicida; foram avaliadas as características fenológicas a cada 15 dias, após o transplantio das mudas ao campo, e o percentual de sobrevivência das plantas. Para a execução do ensaio II, utilizou-se um esquema fatorial 3x2x10, em blocos casualizados, para avaliar a sobrevivência de três espécies de maracujazeiro: *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora cincinnata* e *Passiflora foetida*, submetidas ao sistema de plantio com e sem exposição parcial das raízes, avaliadas em dez períodos. A incidência do *Fusarium solani* foi realizada por meio de levantamento semanal do número de plantas mortas. Os experimentos foram conduzidos em dois períodos, de janeiro a setembro de 2018 e de janeiro a junho de 2019, em uma área de 0,3 ha com histórico de *Fusarium solani*, localizada no Instituto Federal Baiano campus Guanambi. Os resultados para uso de produtos biológicos, no ensaio I, mostraram que o *Bacillus subtilis* age como promotor do crescimento de plantas de maracujazeiro *Passiflora edulis* Sims, entretanto, nem o *Bacillus subtilis*, nem o *Trichoderma longibrachiatum* são eficientes no controle da podridão do colo e raiz do maracujazeiro, quando adotados como única estratégia de manejo. No ensaio II, verificou-se que a exposição parcial do sistema radicular reduz o percentual de plantas mortas por *Fusarium solani*, e, dentre as espécies avaliadas, destaca-se o *Passiflora foetida* como altamente resistente ao *F. solani*. Portanto, o uso de estratégias de manejo integradas pode ser uma alternativa viável aos passicultores para mitigar os danos causados pela podridão do colo e raiz.

* Orientador: Abel Rebouças São José, D. Sc., UESB e * Co-orientador: Alessandro de Magalhães Arantes, D. Sc., IF Baiano

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora foetida*, *Passiflora cincinnata*, fitossanidade, biocontrole.

ABSTRACT

CARVALHO, J. S. **Evaluation of passion fruit genotypes in an area with history disease of *Fusarium solani* submitted to different methods of phytosanitary management.** Vitória da Conquista - BA: UESB. 2019. 70 p. (Dissertation - Master's degree in agronomy, Concentration Area Crop Science) *

The passion fruit crop stands out as an important economic activity in several regions of Brazil, especially in the Northeast, which holds more than 60% of the national production. Nevertheless, the passion fruit production system is lacking in technologies, this is one of the reasons for the increase in disease incidence and low productivity. There are important passion fruit diseases in Brazil, among which root and collar rot caused by *Fusarium solani* mainly because it causes the death of infected plants and there is still no curative management. Therefore, this work aimed to evaluate different disease management strategies, for this, in experiment I was used a randomized block design, in a factorial scheme 4x3, consisting of four genotypes of yellow passion fruit: FB 200, Gigante Amarelo, Paty and Roxo, submitted to treatment with two biological agents: *Trichoderma longibrachiatum*, *Bacillus subtilis*, and control, without the biofungicide. The phenological characteristics were evaluated every 15 days, after transplanting the seedlings to the field, and the percentage of plant survival. For the execution of experiment II, a randomized block in a factorial scheme 3x2x10 was used to evaluate the survival of three species of passion fruit: *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora cincinnata* and *Passiflora foetida*, submitted to the system of planting with and without partial exposure of the roots, evaluated over ten periods. The incidence of *Fusarium solani* was rated on a weekly basis by the number of dead plants. The experiments were conducted in two periods, from January to September 2018 and from January to June 2019, in an area of 0.3 ha with a history of *Fusarium solani* incidence, located at the Instituto Federal Baiano campus Guanambi. The results for use of biological products in experiment I showed that *Bacillus subtilis* acts as a growth promoter of *Passiflora edulis* Sims passion fruit plants, however, neither *Bacillus subtilis* nor *Trichoderma longibrachiatum* is efficient in the passion fruit root and collar rot, when adopted as the only management strategy. In experiment II, it was verified that the partial exposure of the root system reduces the percentage of dead plants by *Fusarium solani* and, among the evaluated species, stands the *Passiflora foetida* as highly resistant to *F. solani*. Therefore, using integrated management strategies can be a viable alternative for farmers to mitigate the damage caused by passion fruit root and collar rot.

* Adviser: Abel Rebouças São José, D. Sc., UESB e * Coadviser: Alessandro de Magalhães Arantes, D. Sc., IF Baiano.

Key-words: *Passiflora edulis*, *Passiflora foetida*, *Passiflora cincinnata*, phytosanitary, biocontrol.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Abertura das covas para o plantio (A); adubação fosfatada e orgânica, respectivamente (B e C); sistema de condução em espaldeira (D). Guanambi – BA, 2018.	32
Figura 2. Roçagem das plantas espontâneas nas entrelinhas (A e B). Guanambi – BA, 2018.	34
Figura 3. Planta com sintoma da podridão do colo e raiz (A); <i>F. solani</i> isolado da área, frente (B) e verso (C) da placa de Petri. Guanambi – BA, 2019.	35
Figura 4. Temperatura máxima, média e mínima (°C) (A); precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) (B); velocidade média do vento ($m s^{-1}$) e rajadas de vento ($km h^{-1}$) (C), registrados na estação meteorológica localizada no IF Baiano, campus Guanambi, no período de janeiro a setembro de 2018.	36
Figura 5. Primeira avaliação fenológica, diâmetro a nível do solo (A) e altura (B). Guanambi – BA, 2018.	38
Figura 6. Temperatura máxima, mínima e média (°C) (A); precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) (B); velocidade média do vento ($m s^{-1}$) e rajadas de vento ($km h^{-1}$) (C), registrados na estação meteorológica localizada no IF Baiano, campus Guanambi, no período de janeiro a junho de 2019.	39
Figura 7. Covas elevadas a 15 cm do nível do solo (A e B); jato de água aplicado para exposição parcial do sistema radicular (C); sistema radicular exposto (D). Guanambi – BA, 2019.	40
Figura 8. Percentual de sobrevivência média de diferentes genótipos de maracujazeiro em área com histórico de <i>F. solani</i> , submetidos ao manejo biológico no período de fevereiro a setembro de 2018 em Guanambi, Bahia, 2018.	49
Figura 9. Percentual de sobrevivência média de diferentes espécies de maracujazeiro, em área com histórico de <i>F. solani</i> , independente do manejo do sistema radicular, no período de janeiro a junho de 2019, em Guanambi, Bahia, 2019.	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização físico-química do solo da área experimental. Guanambi – BA, 2018	31
Tabela 2. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para as características fenológicas de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo em área com histórico de <i>F. solani</i> , submetidos ao manejo biológico aos 120 dias após o transplantio (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.	42
Tabela 3. Variáveis fenológicas de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo submetidos à aplicação de dois biofungicidas e testemunha, sem aplicação, em área com histórico de <i>F. solani</i> , aos 120 dias após o transplantio (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.....	43
Tabela 4. Número de nós (NN) de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo submetidos à aplicação de dois biofungicidas e testemunha, sem aplicação, em área com histórico de <i>F. solani</i> , aos 120 dias após o transplantio (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.....	44
Tabela 5. Número de folhas (NFO) de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo submetidos à aplicação de dois biofungicidas e testemunha, sem aplicação, em área com histórico de <i>F. solani</i> , aos 120 dias após o transplantio (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.....	45
Tabela 6. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para o percentual de sobrevivência de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo submetidos à aplicação de dois biofungicidas e testemunha, sem aplicação, em área com histórico de <i>F. solani</i> , dos 30 aos 240 dias após o transplantio (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.	47
Tabela 7. Taxa de sobrevivência de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo submetidos à aplicação de dois biofungicidas e testemunha, sem aplicação, em área com histórico de <i>F. solani</i> , avaliados dos 30 aos 240 dias após o transplantio (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.	48

Tabela 8. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para percentual de sobrevivência até os 140 dias após o transplante (DAT) de diferentes espécies de maracujazeiro em área com histórico de *F. solani*, submetidos ao sistema de plantio com e sem exposição parcial do sistema radicular. Guanambi, Bahia, 2019.52

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Cultura do maracujazeiro	17
2.1.1	<i>Importância socioeconômica</i>	17
2.1.2	<i>Aspectos gerais da cultura</i>	18
2.1.3	<i>Condições edafoclimáticas</i>	19
2.2	Caracterização dos genótipos do <i>P. edulis</i>	20
2.3	Caracterização das espécies silvestres	21
2.4	Podridão do colo e raiz do maracujazeiro	23
2.5	Manejo do <i>F. solani</i>	24
2.5.1	<i>Exposição parcial do sistema radicular</i>	24
2.5.2	<i>Manejo biológico</i>	25
2.5.2.1	<i>Uso do Bacillus sp. na agricultura</i>	26
2.5.2.2	<i>Uso do Trichoderma sp. na agricultura</i>	27
3.	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	Descrição das condições experimentais	30
3.2	Instalação do experimento	31
3.3	Condução do experimento	32
3.4	Avaliação de incidência da doença	34
3.5	ENSAIO I	35
3.5.1	<i>Tratamento e delineamento experimental</i>	36
3.5.2	<i>Avaliação fenológica</i>	37
3.5.3	<i>Análise estatística</i>	38
3.6	ENSAIO II	38
3.6.1	<i>Descrição das condições experimentais</i>	38
3.6.2	<i>Tratamento e delineamento experimental</i>	39
3.6.3	<i>Condução do experimento</i>	40
3.6.4	<i>Análise estatística</i>	41
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1	ENSAIO I	42
4.1.1	<i>Características fenológicas</i>	42
4.1.2	<i>Percentual de sobrevivência</i>	46
4.2	ENSAIO II	51
4.2.1	<i>Percentual de sobrevivência</i>	51
5.	CONCLUSÃO	57
7.	REFERÊNCIAS	58

1. INTRODUÇÃO

O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims) destaca-se entre as espécies de passifloráceas cultivadas e está presente em mais de 90% dos pomares de maracujazeiro no território nacional. Essa preferência é em função de um conjunto de características, tais como maior vigor, maior produtividade, maior acidez e melhor rendimento de suco (FERREIRA e outros, 2016; VIANA e outros, 2016). Entretanto, essa espécie enfrenta diversos problemas fitossanitários, ao ponto de ter o tempo de cultivo reduzido de perene para anual, o que a torna inviável em algumas regiões.

Dentre as principais doenças que reduzem o potencial produtivo do maracujazeiro, pode-se destacar a podridão do colo e raiz, causada pelo fungo *Fusarium solani*. Devido à inexistência de medidas efetivas de manejo dessa doença, ocorre redução da longevidade do pomar, menor produtividade e o aumento no custo de produção, o que resulta no abandono de área.

Diante do risco de redução das áreas cultivadas, diversas estratégias têm sido testadas para ampliar a viabilidade do cultivo, dentre as quais destacam-se o uso de material genético resistente (CAVICHOLI e outros, 2011; PREISIGKE e outros, 2017) e a utilização de biofungicidas (BOMFIM e outros, 2010; SILVA e outros, 2014). Além disso, estratégias como o plantio com exposição parcial do sistema radicular, provenientes do conhecimento empírico dos passicultores para mitigar os danos causados por alguns fungos de solo, necessitam de comprovação científica.

Das estratégias promissoras, o uso de material genético resistente pode ser um dos métodos eficientes no manejo das doenças causadas por patógenos de solo, no entanto ainda não existe registro de cultivares comerciais de maracujazeiro resistentes à podridão do colo e raiz. A avaliação e seleção de genótipos com melhor desempenho, aliadas ao manejo biológico, também são vistas como uma das alternativas viáveis.

Nesse contexto, o *Passiflora cincinnata* é uma das espécies consideradas potencialmente importantes para uso como porta-enxerto, haja

vista que apresenta moderada tolerância aos fungos patogênicos do solo, comparado ao *P. edulis*; assim como o *P. foetida*, que é um material genético ainda pouco explorado, mas com potencial para ser usado como porta enxerto e no melhoramento genético (PREISIGKE e outros, 2017).

Em se tratando de manejo biológico, utilizando-se fungos com potencial antagonista, deve-se ressaltar o gênero *Trichoderma*, que é de anaeróbios facultativos encontrados naturalmente em diversos solos (RÍOS, 2014) e utilizados como biofungicida de rápido crescimento. Destes, um dos mais empregados é o *T. longibrachiatum*, que possui uma importante função ecológica, pois participa da decomposição e mineralização dos resíduos vegetais, contribuindo com a ciclagem e solubilização de nutrientes para as plantas (CHAGAS e outros, 2015; 2016).

O *Bacillus subtilis*, assim como o *T. longibrachiatum*, pode atuar como bioestimulante do crescimento vegetal por meio da secreção de fitohormônios, o que permite uma melhor assimilação de nutrientes e água. É utilizado também como biofungicida devido aos múltiplos modos de ação, em que se destaca a produção de lipopeptídeos, que age na membrana celular das estruturas reprodutivas do fungo degradando-as, e competição por nutrientes e espaço na rizosfera. Adicionalmente, acredita-se que moléculas sintetizadas por *B. subtilis* podem agir como eliciadoras da resistência sistêmica induzida (RYU e outros, 2004; ONGENA e outros, 2007).

Outra opção para combater a doença seria a mudança do ambiente em que se dá o ótimo desenvolvimento do patógeno. A partir disso e com base na experiência de alguns passicultores, que têm utilizado a exposição parcial do sistema radicular como um método de manejo ao *F. solani*, infere-se que esta possa ser uma prática viável, fundamentada no princípio da regulação.

Desse modo, é pertinente avaliar se o manejo do sistema de plantio, com e sem exposição parcial das raízes, é uma alternativa viável para a redução da mortalidade das plantas em área com histórico de *F. solani*. Igualmente, torna-se indispensável verificar a efetividade do manejo biológico em mitigar os efeitos causados por este fungo patogênico, a fim de propiciar

maior longevidade e melhor desenvolvimento das plantas.

Para isso, objetivou-se avaliar o efeito de dois produtos biológicos, *T. longibrachiatum* e *B. subtilis*, aplicados em quatro genótipos de maracujazeiro amarelo (Paty, Roxo, FB 200 e Gigante Amarelo), quanto ao desenvolvimento e percentual de sobrevivência das plantas; bem como avaliar a sobrevivência de três espécies de maracujazeiro (*P. edulis*, *P. cincinnata* e *P. foetida*), submetidas ao sistema de plantio com e sem exposição parcial do sistema radicular, em área com histórico do *F. solani*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do maracujazeiro

2.1.1 *Importância socioeconômica*

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, com produção de 554.598 toneladas de frutos em uma área de 41.090 ha no ano de 2017 (SIDRA, 2019); no entanto, a exportação do fruto ainda é incipiente, pois toda produção é consumida internamente. O Equador destaca-se como maior exportador, e, apesar de o fruto ser produzido em vários países pelo mundo, tais como África do Sul, Austrália, Colômbia e Peru, para a maioria da população mundial, a fruta do maracujá ainda é considerada exótica (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016; FALEIRO e outros, 2017).

O maracujazeiro apresenta ciclo de produção relativamente curto e boa rentabilidade; destaca-se na geração de emprego e renda, principalmente em pequenas propriedades, onde se desenvolve o modelo de agricultura familiar, com importância significativa na base da economia em vários estados e municípios do Nordeste, o que correspondeu a 60,92% da produção nacional em 2017 (SIDRA, 2019).

Mesmo com potencialidades a nível econômico e social, a baixa produtividade do maracujazeiro ainda é um entrave para o desenvolvimento da cultura, cuja média brasileira é de 13,5 t ha⁻¹, com variações de 6 t ha⁻¹ no Maranhão a 34 t ha⁻¹ no Distrito Federal. A Bahia, embora seja o estado com maior produção, com cerca de 170.910 toneladas em 2017, apresenta produtividade média de apenas 10,5 t ha⁻¹, bem abaixo da média nacional (SIDRA, 2019).

Entre as causas da baixa produtividade, destacam-se a não utilização de cultivares geneticamente melhoradas, a não adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, como adubações, irrigação e polinização artificial, (FALEIRO e outros, 2017) e, principalmente, a reduzida disponibilidade de métodos de manejo fitossanitário eficientes, uma vez que a cultura apresenta

potencial superior a 50 toneladas ha⁻¹ ano⁻¹ (FALEIRO e outros, 2008b).

Apesar de ser uma planta nativa do Brasil, apenas nos últimos 50 anos, os estudos foram aprimorados, e, mesmo com notável evolução, ainda é caracterizada como uma atividade carente de assistência técnica (MELETTI, 2011). Ainda assim, o cultivo do maracujazeiro é considerado uma atividade altamente rentável e de grande importância social, haja vista que o pequeno produtor ainda consegue atender satisfatoriamente às necessidades dos tratamentos culturais, desde a fase de instalação do pomar, polinização manual à colheita (BASTOS, 2014; FURLANETO e outros, 2014), o que se configura em uma opção viável à agricultura familiar.

2.1.2 Aspectos gerais da cultura

O maracujazeiro é originário da América tropical, e, em virtude da beleza e da característica física de suas flores, a planta foi relacionada com a “Paixão de Cristo” no período da colonização e catequização dos índios. Desse detalhe surgiu o nome do seu gênero botânico, *passio*, o equivalente à paixão, e *flos oris*, que significa flor (CANÇADO e outros, 2000). O vocábulo maracujá representa diferentes espécies da família *Passifloraceae*, todas do gênero *Passiflora*, que vem do vocabulário indígena, derivado da expressão “mara-cuiá”, ou seja, comida preparada em cuiá (EMBRAPA, 2006).

A primeira referência ao maracujá, no Brasil, ocorreu em 1587, no estado da Bahia, no documento intitulado Tratado Descritivo do Brasil, em que o português Gabriel Soares de Souza descreveu a planta como “frutas que se comem, em ervas que não fazem árvores”, detalhando que se tratava de uma planta com múltiplas potencialidades alimentares, ornamentais e medicinais (KUGLER; KING, 2004).

A família *Passifloraceae* é composta por 18 gêneros e mais de 630 espécies, dentre os quais o gênero *Passiflora* é o mais importante em termos econômicos. Estima-se que esse gênero seja composto por mais de 500

espécies; destas, aproximadamente, 150 originárias do Brasil, um dos principais centros de diversidade genética da cultura (BERNACCI, 2015; FALEIRO e outros, 2017). Portanto, dentre as espécies existentes, o *Passiflora edulis* Sims destaca-se como a espécie cultivada, devido à qualidade dos frutos, bom rendimento de polpa e boa aceitação no mercado consumidor (MELETTI, 2011; ITI TROPICALS, 2016; JESUS e outros, 2017).

O *Passiflora edulis* Sims, popularmente conhecido como maracujá azedo ou amarelo, possui algumas cultivares que podem apresentar frutos de casca vermelha ou arroxeadas. Essa diversidade dentro da espécie demonstra a alta variabilidade genética, que permite o melhoramento genético e desenvolvimento de genótipos mais produtivos e mais adaptados a pragas e doenças (MELETTI, 2011). A variabilidade do maracujazeiro ocorre devido à autoincompatibilidade desencadeada por genes que impedem o pólen de fecundar flores da mesma planta, o que favorece a polinização cruzada, realizada por insetos maiores, como as abelhas mamangavas, *Xylocopa* sp., ou polinização artificial, geralmente realizada em áreas superiores a 3 ha (MELETTI, 2003; JESUS; ROSA, 2017).

Apesar de ser considerada uma cultura com potencial produtivo de vários ciclos, é bastante comum, em regiões produtoras, a prática da renovação do pomar após o primeiro ano de produção, devido, principalmente, à ação de doenças fúngicas e algumas viroses que não possuem medidas efetivas de manejo, e, por conta disso, a exploração econômica do maracujazeiro tem experimentado oscilações na área plantada, sendo um entrave para a consolidação da cultura em algumas regiões (SÃO JOSÉ e outros, 2011).

2.1.3 Condições edafoclimáticas

O maracujazeiro desenvolve-se satisfatoriamente em regiões com precipitação pluviométrica entre 800 mm e 1750 mm, bem distribuída durante o ano, já que, para o bom desenvolvimento, a cultura requer cerca de 60 a

120 mm de água mensal e necessita de baixa umidade relativa, clima quente, temperaturas médias mensais entre 21°C e 32°C (RUGGIERO; OLIVEIRA, 1998).

É bastante exigente em luminosidade, necessita de, no mínimo, 11 horas de luz por dia, o que, associado a outros fatores, garante um melhor desenvolvimento da planta, boa floração, maior produtividade e frutos de alta qualidade (COSTA e outros, 2008). Outro fator climático que pode ser significativo é a incidência eólica, que, quando muito intensa, pode dificultar o desenvolvimento da planta até a espaldeira, além de provocar injúrias nos ramos e folhas, fato que pode favorecer a infecção por agentes patogênicos (CAVICHOLI e outros, 2016).

O maracujazeiro possui raízes superficiais, pivotante; apresenta maior concentração, cerca de 60 a 80% entre 0,30 e 0,45 m de profundidade, em um raio de 0,6 m a partir do caule (KLIEMANN, 1986; MEDINA e outros 1980). Dessa maneira, é desejável que o solo para o cultivo seja profundo, com mais de 0,6 m e com boa drenagem. Portanto, recomendam-se solos areno-argilosos, que não apresentem camadas impermeáveis ou endurecidas nem lençol freático a menos de dois metros de profundidade, para evitar que se forme ambiente favorável aos patógenos da rizosfera (LIMA; BORGES, 2002; FISCHER e outros, 2008).

2.2 Caracterização dos genótipos do *P. edulis*

O híbrido de maracujazeiro-azedo “BRS Gigante Amarelo” é considerado de alta produtividade, lançado no mercado pela EMBRAPA em 2008, após 20 anos de pesquisa, com o objetivo de disponibilizar um material com qualidade de frutos para o mercado *in natura* e mais tolerante às diversas doenças que afetam a cultura (CATALÕES, 2008; JESUS e outros, 2017).

Apesar de apresentar boa tolerância à antracnose e bacteriose, é suscetível às viroses, verrugose e à podridão-do-colo e raiz. Nas condições do Distrito Federal, a produtividade tem ficado em torno de 42 t ha⁻¹ no primeiro

ciclo, e, mesmo com ataque de virose, no segundo ano de produção, verificou-se produtividade em torno de 20 t ha⁻¹ a 25 t ha⁻¹, a depender do manejo (FALEIRO e outros, 2008a; JESUS e outros, 2017).

A cultivar Flora Brasil 200 foi obtida por meio da mistura de vários genótipos desenvolvidos na região de Araguari-MG, com o intuito de obter frutos para a indústria. Entretanto, usa-se para o consumo *in natura*, pois tem como características frutos com maior uniformidade de tamanho, formato e cor, casca mais grossa, o que proporciona maior resistência durante o transporte, rendimento de suco em torno de 36%, produzindo até 50 t ha⁻¹ ano⁻¹ (RONCATTO e outros, 2011). Nos municípios baianos de Lençóis, Dom Basílio e Rio de Contas, essa cultivar apresentou produtividade média de 17,5 t ha⁻¹ a 36,4 t ha⁻¹ ano⁻¹ (JESUS e outros, 2016b).

Além das cultivares comerciais registradas no MAPA, são bastante comuns em regiões produtoras as seleções a partir de frutos produzidos pelos agricultores. Essas cultivares obtidas em seleções regionais, geralmente, apresentam boa produtividade, a exemplo da cultivar Araguari, difundida em Minas Gerais; Golden Star, nos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo; e a seleção da Amafrutas, no estado do Pará (MELETTI e outros, 2005; NASCIMENTO e outros, 2003). E, mais recentemente, os genótipos Paty e Roxo, que foram selecionadas no estado do Rio de Janeiro, apesar de menos populares, são descritos como genótipos com bons atributos agronômicos.

2.3 Caracterização das espécies silvestres

Vários autores sugerem que as alternativas para o desenvolvimento da passicultura em área com histórico de *Fusarium* spp. estão relacionadas ao manejo fitotécnico da cultura e ao uso de mudas enxertadas utilizando espécies silvestres de maracujazeiro resistentes aos patógenos (AGUIAR e outros, 2010; SANTOS e outros, 2016).

A espécie *P. foetida*, apesar de pouco difundida, já é considerada importante no meio científico por apresentar respostas positivas quando

submetida ao *F. solani*, tendo sido utilizada tanto em estudos de melhoramento genético quanto para trabalhos com enxertia, para o manejo da fusariose e podridão do colo e raiz (PREISIGKE e outros, 2015a; SILVA e outros, 2017), porém existem poucos resultados na literatura que versam sobre essa resistência.

Popularmente conhecido como maracujá fedido, pelo odor que exala das folhas, o *P. foetida* é um genótipo de elevado vigor, com intensas brotações de ramos secundários e de rápido crescimento. Embora os frutos não apresentem um padrão de comercialização, devido ao tamanho diminuto e ao baixo teor de sólidos solúveis (BRAGA e outros, 2017), essa espécie é apreciada devido às propriedades farmacológicas; é utilizada no tratamento de diversas doenças (PATIL e outros, 2013).

O *P. cincinnata*, conhecido também como maracujá-do-mato, maracujá-da-caatinga, maracujá do cerrado, maracujá-de-boi, também compõe uma das 200 espécies brasileiras de maracujá silvestre (MACHADO e outros, 2017). Quando cultivado, a produtividade varia de 18 t ha⁻¹ a 29 t ha⁻¹ ano⁻¹ e, a depender das condições de manejo, pode ultrapassar as 30 t ha⁻¹ ano⁻¹ no primeiro ano de cultivo (ARAÚJO e outros, 2016).

Por apresentar elevada rusticidade em relação à tolerância ao estresse hídrico e à podridão do colo e raiz, o *P. cincinnata* é considerado uma espécie potencialmente importante para o uso como porta-enxerto e melhoramento genético. No entanto, existem divergências quanto à sua resistência ao *F. solani*, sendo considerada moderadamente resistente em alguns trabalhos (SILVA e outros 2013; PREISIGKE e outros, 2017) e descrita como suscetível por outros autores (RONCATTO e outros, 2004; FISCHER e outros, 2005b; SANTOS e outros, 2016; MACHADO e outros, 2017), o que expõe a necessidade de mais trabalhos em diferentes regiões produtoras.

2.4 Podridão do colo e raiz do maracujazeiro

Considerada uma das doenças importantes do maracujazeiro, a podridão do colo e raiz é causada pelo fungo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.; reduz severamente a produtividade da cultura e inviabiliza a produção em solos afetados (BUENO e outros, 2010; FISCHER e outros, 2005a). O fungo sobrevive em restos culturais e produz estruturas de resistência, clamidósporos, além de se beneficiar de uma ampla gama de hospedeiros alternativos, o que favorece a manutenção de inóculo no solo e dificulta o seu manejo (AGRIOS, 2005).

Apesar de ser uma doença bastante comum nas áreas produtoras, poucos relatos têm sido feitos devido à falta de precisão na descrição dos sintomas e à similaridade da podridão do colo e raiz com a murcha ou fusariose, que é causada pelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*, uma vez que ambos causam sintomas de murcha na planta. A falta de um diagnóstico preciso pode prejudicar a identificação correta do agente etiológico e gerar, por consequência, erros na tomada de decisões, já que os dois patógenos podem responder de maneiras diferentes ao manejo empregado (DARIVA e outros, 2015).

A infecção pode ocorrer inicialmente na região basal do caule, colo da planta, em direção às raízes ou o inverso, seguindo a direção caulinar com formação de lesões. A região afetada apresenta-se escurecida, com pequenas fissuras nos tecidos do colo que evoluem e são facilmente destacadas do câmbio, formando extensas áreas necróticas, com danos aos vasos condutores de seiva (SANTOS FILHO e outros, 2017). As folhas da planta apresentam tonalidade verde pálido, posterior amarelecimento, e, em seguida, ocorre uma drástica perda de turgescência e, como culminância, um intenso desfolhamento e morte da planta (FISCHER; REZENDE, 2008; DIAS e outros, 2012).

Segundo Fischer e outros (2005b), os sintomas causados na planta estão condicionados à agressividade do *F. solani*, que pode variar em diferentes regiões. Resultados similares foram obtidos também por Bueno e outros (2010), em que alguns isolados do *F. solani* causaram pequenas lesões no colo sem provocarem a morte das plantas, enquanto outros causaram mortalidade das plantas e grandes lesões, e ainda existem os que provocam grande número de plantas mortas com lesões diminutas. Isso evidencia a variabilidade genética do *F. solani* associado a esse hospedeiro (DARIVA e outros, 2015).

Algumas medidas preventivas de manejo têm sido citadas por diversos autores, tais como a utilização de porta-enxertos resistentes (FISCHER e outros, 2005b; FISCHER e outros, 2010; CAVICHIOLI e outros, 2011; ARAÚJO e outros, 2012; SILVA e outros, 2017), contudo ainda são necessárias mais pesquisas para estudar a compatibilidade entre esses materiais a serem enxertados. Outras medidas incluem a rotação de cultura, desde que se escolha com cautela a cultura sucessora (SANTOS FILHO e outros, 2017), utilização de biofungicidas (SILVA e outros, 2014; ROCHA SOBRINHO e outros, 2018) e a incorporação de matéria orgânica ao solo, a fim de favorecer a microbiota antagonista aos fungos patogênicos de solo (AGRIOS, 2005). Ainda assim, não existem medidas de manejo efetivas contra esses patógenos.

2.5 Manejo do *F. solani*

2.5.1 *Exposição parcial do sistema radicular*

A podridão do colo e raiz ocorre devido ao desajuste entre a ambiência e o ótimo ecológico para a espécie, visto que o ambiente é um importante fator que age sobre a relação patógeno-hospedeiro e demais organismos do sítio de infecção. As relações entre os fatores podem ser alteradas pela ação antrópica, favorecendo ou não o estabelecimento das doenças e sua agressividade (BETTIOL, 2008).

Nesse sentido, a exposição parcial do sistema radicular, recentemente, tem sido utilizada em algumas regiões produtoras como uma estratégia de manejo, cujo objetivo é reduzir os danos causados pelo *F. solani*, de maneira que possa viabilizar a manutenção do cultivo. Uma vez que a incidência ainda causa, inevitavelmente, a morte da planta, torna-se desejável que medidas profiláticas sejam adotadas, priorizando a implantação em solos bem aerados (FISCHER e outros, 2008).

2.5.2 Manejo biológico

O uso de produtos biológicos na agricultura mundial tem sido intensificado nas últimas décadas. Esse mercado inclui produtos para manejo de patógenos e bioestimulantes, com valores avaliados em mais de 1 bilhão de dólares em 2012 e com estimativa que ultrapassa os 7 bilhões de dólares até o término de 2019 (PARNELL e outros, 2016).

Os principais impulsionadores desse crescente mercado incluem os problemas ambientais e de saúde humana, decorrentes do uso de agrotóxicos, e a resistência de patógenos aos fungicidas (BETTIOL e outros, 2008). Nesse sentido, a busca por agentes de manejo biológico que sobrevivam nas mesmas condições ambientais do fitopatógeno, que apresentem um padrão de antagonismo satisfatório e não causem danos aos cultivos agrícolas tem sido alvo de várias pesquisas (PALAZZINI e outros, 2007; SILVA e outros, 2014; FIPKE e outros, 2015).

A partir dessa visão holística, Cook e Baker (1983) sugeriram o conceito de manejo biológico como sendo “a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença, provocada por um patógeno, realizada por ou através de um ou mais organismos que não o homem”. Esse mesmo autor afirma que o estabelecimento da doença extrapola o limite da interação patógeno-hospedeiro e as variações do ambiente. A esse sistema complexo é acrescida uma grande variedade de microrganismos não patogênicos que compartilham do mesmo sítio de infecção e podem limitar ou

aumentar a atividade do patógeno, ou a resistência do hospedeiro.

Portanto, o manejo integrado nesse sistema é desejável, tendo em vista a utilização de práticas culturais, com o objetivo de proporcionar um ambiente favorável aos antagonistas e o melhoramento da planta hospedeira para aumentar a resistência ao patógeno ou adequá-la às atividades dos antagonistas, bem como promover a introdução maciça e periódica de antagonistas e/ou outros agentes benéficos (BETTIOL, 2008; MESQUITA e outros, 2017).

Diante desse contexto, apesar de os trabalhos desenvolvidos em laboratório permitirem que alguns mecanismos de ação importantes contra fitopatógenos sejam identificados (LIU e outros, 2009; LOUZADA e outros, 2009), faz-se necessário o entendimento das respostas do maracujazeiro quando submetido a diferentes produtos biológicos e sua interação com fatores edafoclimáticos, com vistas à adoção de estratégias de manejo e geração de informações que possam viabilizar a produção dessa importante cultura.

2.5.2.1 Uso do *Bacillus* sp. na agricultura

Considerado um microrganismo de alto potencial para o manejo biológico de fitopatógenos, o *Bacillus subtilis* é uma bactéria epifítica inócua ao homem e ao meio ambiente e tem como habitat natural o solo. Apresenta rápido crescimento em culturas líquidas e possui a capacidade de formar endósporo, que favorece sua sobrevivência em ambientes adversos (CANO; BORUCKI, 1995; SHODA, 2000; LANNA FILHO e outros, 2012).

É um dos agentes de biocontrole mais eficientes, pois apresenta uma diversidade de mecanismos diretos e indiretos de antagonismo a diversas bactérias e fungos fitopatogênicos, tais como a produção de moléculas que podem agir com efeito inibidor contra esses agentes patogênicos de forma similar a um fungicida; atua também com ação indutora de resistência à planta e por competição por espaço e nutrientes (RYU e outros, 2004; HAMMAMI

e outros, 2009; LEELASUPHAKUL e outros, 2008; LANNA FILHO e outros, 2012).

Utilizado como agente de biocontrole de fitopatógenos de diversas culturas (NGUGIA e outros, 2005; HAMMAMI e outros, 2009; YU e outros, 2011; CHEN e outros, 2013; OLIVEIRA e outros, 2017), destaca-se também pela produção de alguns compostos orgânicos voláteis e auxinas, que têm o potencial de melhorar o desempenho da planta, aumentando o vigor e crescimento de várias culturas de importância agrícola (MANJULA; PODILE, 2005; YAO e outros, 2006; YU e outros, 2011; LANNA FILHO e outros, 2012).

2.5.2.2 *Uso do Trichoderma sp. na agricultura*

O manejo biológico de fitopatógenos de solo com espécies de *Trichoderma* tem sido estudado desde 1930 (WEINDLING, 1934). Apesar disso, o primeiro trabalho publicado no Brasil sobre o uso desse fungo como agente de manejo biológico de doenças de plantas foi em 1950, quando foi descrita a inativação do vírus do mosaico do fumo (TMV) por filtrados da cultura de *Trichoderma sp.* com redução de até 90% da capacidade infectiva do vírus (FOSTER, 1950); só em 1987, foi lançado comercialmente no Brasil um produto à base de *Trichoderma viride*, indicado contra a podridão de raízes e colo em macieira, causada por *Phytophthora cactorum* (BETTIOL; MORANDI, 2009).

Os fungos do gênero *Trichoderma* são encontrados naturalmente na maioria dos solos e apresentam importante função ecológica, colonizam o sistema radicular de diversas espécies vegetais e podem ser facilmente isolados, cultivados e multiplicados, sendo compostos por mais de 30 espécies benéficas às plantas cultivadas (RÍOS, 2014).

Esses microrganismos apresentam versatilidade de ação, são capazes de produzir substâncias antifúngicas e também enzimas que degradam paredes celulares de outros fungos, tais como: quitinase, proteases e glucanases; além

de apresentarem diversas estratégias de sobrevivência, o que os torna altamente competitivos no ambiente e garante grande capacidade de proliferação na rizosfera (HARMAN, 2006; RÍOS, 2014; ASAD e outros, 2015).

Por apresentarem múltiplos mecanismos de combate aos fitopatógenos, o gênero *Trichoderma* tornou-se um dos microrganismos antagonistas de maior interesse científico (BENÍTEZ e outros, 2004; HARMAN, 2006; VAN NGUYEN e outros, 2008; MACHADO e outros, 2012); pode-se destacar a competição por espaço e nutrientes bem como a indução de defesa do hospedeiro (HARMAN, 2006; MACHADO e outros, 2012; KUMAR e outros, 2012), hiperparasitismo e produção de compostos voláteis e não voláteis (MESQUITA e outros, 2017).

Louzada e outros (2009) identificaram 230 isolados como pertencentes ao gênero *Trichoderma*, a partir de 40 amostras de solo, provenientes dos estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Goiás e Tocantins. Desses, 50 isolados inibiram o crescimento micelial de *F. solani*, pelo teste de pareamento de culturas. Alguns autores destacam o *Trichoderma* sp. com potencial antagônico de patógenos com estruturas de resistência consideradas difíceis de serem manejadas por meio do biocontrole, tais como: escleródios, clamidósporos e microescleródios (MELO, 1996; BETTIOL, 2008).

Apesar de a maioria das pesquisas focarem o antagonismo do fitopatógeno, outro mecanismo importante é a indução de resistência do hospedeiro. Partindo desse princípio, os isolados de *Trichoderma* spp. apresentam potencial de colonização da epiderme e das células do córtex das raízes e, conseqüentemente, ativam vias de sinalização (MEYER e outros, 1998; BROTMAN e outros, 2010; RÍOS, 2014; HARMAN, 2006), que se dá pela ação de enzimas e resulta na liberação de moléculas, desencadeando respostas de defesa nas plantas (SILVA e outros, 2011).

Além da indução de defesa e ação antagônica aos fitopatógenos, o *Trichoderma* spp. é considerado um microrganismo de importância para o

incremento vegetal, como verificado por Silva e outros (2010), empregando o *T. longibrachiatum*, no cultivo de pepino. Outros autores verificaram incremento de até 60% em relação às plantas não tratadas (VINALE e outros, 2008; CHAGAS e outros, 2017; NIETO-JACOBO e outros, 2017), haja vista que o *Trichoderma* spp. pode atuar na liberação de fitormônios, tais como auxina, ou mesmo na decomposição e mineralização dos resíduos vegetais, contribuindo com a disponibilização de nutrientes para as plantas (CONTRERAS-CORNEJO e outros, 2009; CARVALHO FILHO e outros, 2008).

Contudo, para que a atuação do *Trichoderma* spp. seja bem-sucedida, é necessária uma compreensão aprofundada dos fatores ecológicos e fisiológicos que envolvem os componentes desse sistema, tendo como exemplo: a compatibilidade do fungo e os demais organismos do solo, a hospedabilidade do maracujazeiro e os fatores abióticos diversos que serão determinantes para a persistência do *Trichoderma* spp. no sítio de infecção (BENÍTEZ e outros, 2004; AL-HAZMI; TARIQJAVEED, 2016; PARNELL e outros, 2016). Diante da complexidade de atuação e dos potenciais benefícios decorrentes da utilização do *T. longibrachiatum*, fazem-se necessárias mais pesquisas em relação ao uso deste fungo na cultura do maracujá.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição das condições experimentais

Os experimentos foram conduzidos em dois períodos, de janeiro a setembro de 2018 e de janeiro a junho de 2019, em uma área de 0,3 ha localizada no Instituto Federal Baiano campus Guanambi, latitude de 14°17'27'' S, longitude de 42°46'53'' W, altitude de 537 m, em um latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, A fraco, textura média, fase caatinga hipoxerófila, relevo plano a suave ondulado (SANTOS e outros, 2006).

A precipitação média anual é de 680 mm, e a temperatura média anual, de 26°C. A região localiza-se no Grande Domínio Morfoclimático da Caatinga. Segundo a Classificação climática de *Koppen*, a região tem clima quente (Aw), com estação seca bem definida, coincidindo com o inverno. O período chuvoso varia de outubro a março e apresenta pelo menos um mês com precipitação inferior a 60 mm. A temperatura do mês mais frio é superior a 18°C, e a amplitude térmica das médias mensais mantém-se abaixo de 5°C (BRASIL, 1982).

As variáveis meteorológicas registradas durante o período experimental, temperaturas máximas e mínimas, precipitação, umidade relativa e velocidade média do vento e rajadas foram coletadas da estação meteorológica automática (Modelo Vantage Pro Integrated Sensor, fabricado pela Davis Instruments, Wayward, Califórnia, USA), instalada próxima à área de implantação do experimento.

As informações do solo foram obtidas a partir de 15 amostras simples do solo destinado à implantação da área experimental, em profundidades de 0-20 cm, para formar uma amostra composta, que, posteriormente, foram enviadas ao Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, campus Vitória da Conquista, para determinação das propriedades físico-químicas (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização físico-química do solo da área experimental. Guanambi – BA, 2018

Parâmetros	Unidade	Profundidade
		0 - 20 cm
pH (H ₂ O)	--	7,50
P	mg dm ⁻³	49,00
K ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,36
Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	3,20
Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	2,30
Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,00
H ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,90
Na ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,13
S.B ¹	cmol _c dm ⁻³	6,00
t ²	cmol _c dm ⁻³	6,00
T ³	cmol _c dm ⁻³	6,90
V ⁴	%	87,00
m ⁵	%	0,00
PST ⁶	%	2,00
M.O. ⁷	g dm ⁻³	7,00
Classe textural	Franco arenoso	

¹soma de bases; ²capacidade de troca catiônica efetiva, CTC efetiva; ³CTC a pH 7,0; ⁴saturação por bases; ⁵saturação por alumínio; ⁶porcentagem de Sódio Trocável; ⁷matéria orgânica do solo. FONTE: Laboratório de solos da UESB, 2017.

3.2 Instalação do experimento

A área foi arada e gradeada, e, posteriormente, foram abertas as covas nas dimensões 50 cm x 40 cm x 40 cm, por meio de trado mecânico perfurador de solo, acoplado à tomada de força do trator (Figura 1A). Em seguida, as paredes das covas foram escarificadas para romper o selamento provocado pelo trado. A adubação foi realizada na cova de plantio (Figura 1B e 1C) de acordo com o resultado da análise de solo e as recomendações para a cultura (BORGES; SOUZA, 2010).

No plantio, foram utilizadas mudas produzidas no viveiro do IF Baiano, campus Guanambi, a partir de sementes cedidas pela Embrapa Agrobiologia e de sementes selecionadas na região de Guanambi. As mudas do *P. foetida*,

foram cedidas por um viveirista comercial de Mossoró – RN. O espaçamento foi de 3 m x 2 m (1.666 plantas ha⁻¹), e o sistema de condução utilizado foi em espaldeira, com um fio de arame liso, galvanizado, nº 12, a 1,8 m de altura do solo, suspenso por estacas espaçadas em seis metros de distância uma da outra (Figura 1D).

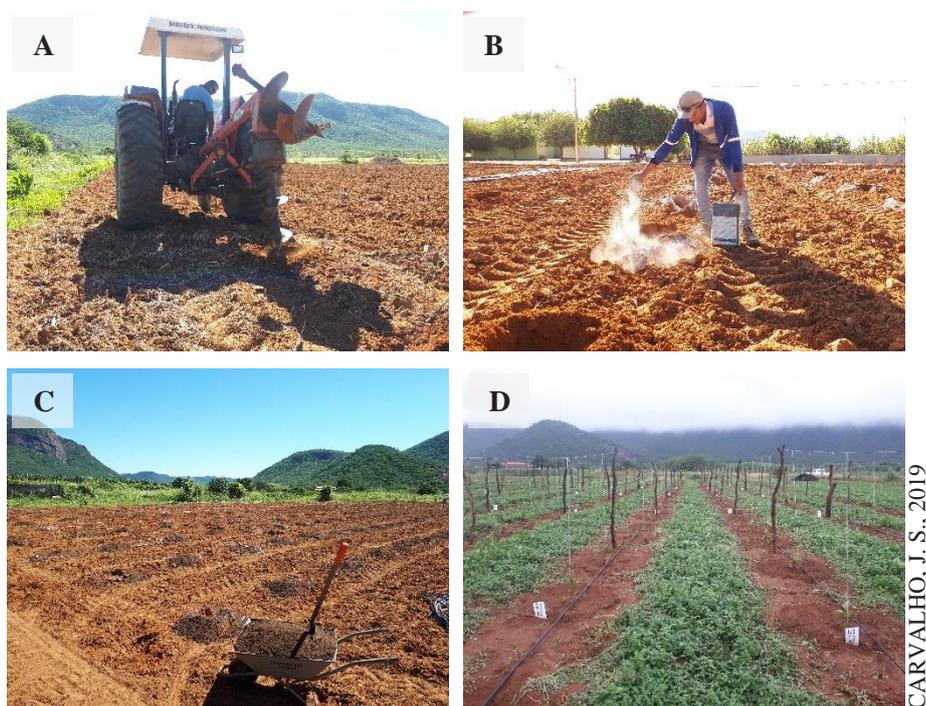


Figura 1. Abertura das covas para o plantio (A); adubação fosfatada e orgânica, respectivamente (B e C); sistema de condução em espaldeira (D). Guanambi – BA, 2018.

3.3 Condução do experimento

As plantas foram irrigadas por gotejamento com vazão de 8 L h⁻¹ e um gotejador por planta. As irrigações foram realizadas com base na evapotranspiração de referência (ET_o) determinada pelo método de Penman-Monteith, por meio de elementos meteorológicos coletados diariamente numa estação meteorológica instalada próximo à área. Os coeficientes de cultivo

para determinação da ETc foram definidos em função das fases fenológicas.

Foram plantadas mudas de capim Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum.) para servirem como quebra-ventos em torno da área experimental, nas laterais de predomínio dos ventos. Os tratos culturais recomendados ao maracujazeiro foram adotados conforme recomendações técnicas desenvolvidas para a cultura. A fertilização foi realizada com base em análise de solo e recomendações de adubação para o maracujazeiro (BORGES; SOUZA, 2010).

A partir de 15 dias após o transplante, foi iniciada a condução das plantas, com eliminação manual de todos os brotos laterais, deixando-se apenas o caule principal, que foi conduzido em haste única por um barbante de algodão, amarrado em uma pequena estaca fixada ao solo, até o fio do arame da espaldeira. Posteriormente, assim que as plantas atingiram 1,8 m, foram guiadas para um lado e conduzidas pelo arame. Os ramos laterais que formaram a cortina foram podados a 20 cm do solo (FIGUEIREDO e outros, 2015).

As entrelinhas de cultivo receberam roçagens periódicas, por meio de roçadeira acoplada à tomada de força do trator (Figura 2), e, nas linhas, utilizou-se roçadeira costal; a biomassa produzida foi adicionada à linha de cultivo para formar uma camada de cobertura morta que serviu de barreira mecânica para as plantas espontâneas, uma vez que se evita o uso de capina mecânica por meio da enxada em áreas afetadas por *F. solani*. As pragas que ocorreram ao longo do experimento foram controladas de acordo com as recomendações disponíveis na base de dados AGROFIT (MAPA, 2018).

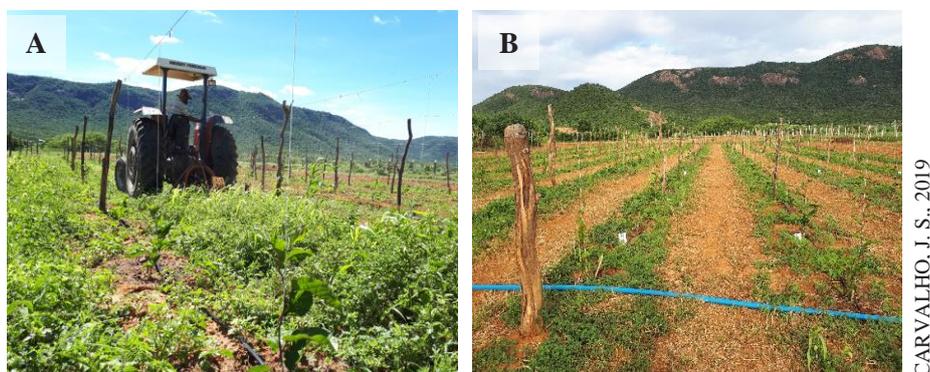


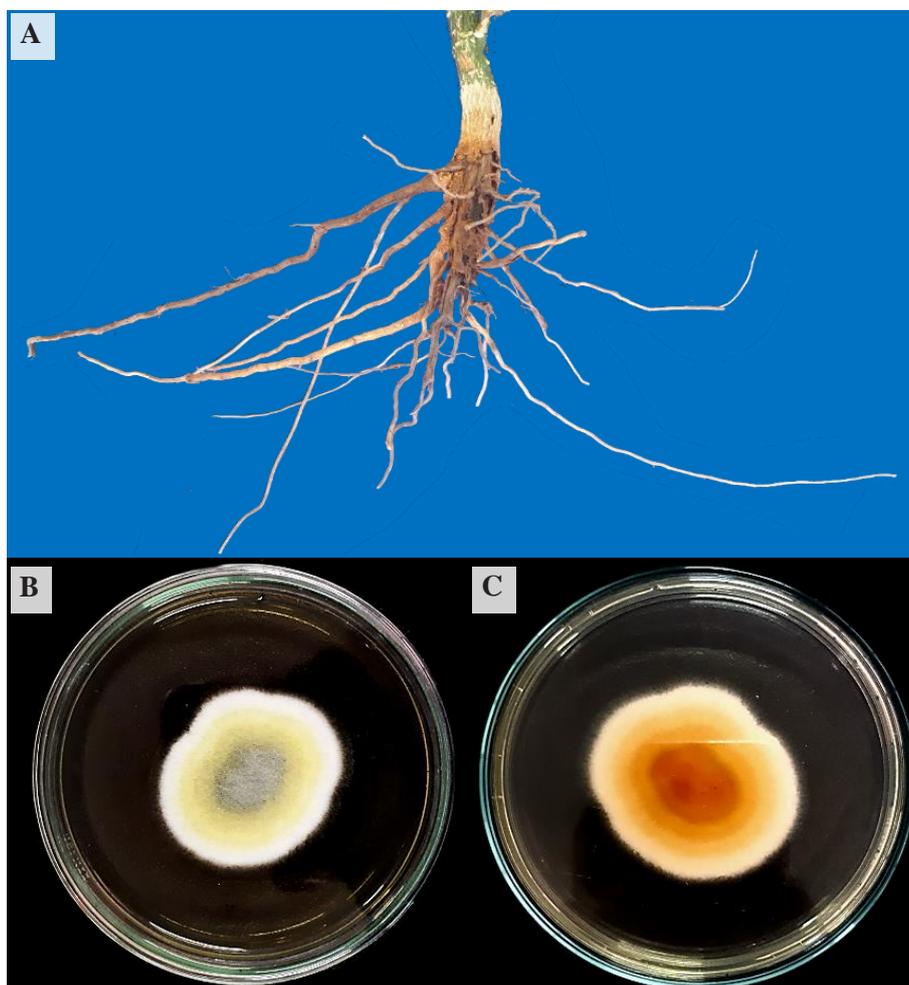
Figura 2. Roçagem das plantas espontâneas nas entrelinhas (A e B). Guanambi – BA, 2018.

3.4 Avaliação de incidência da doença

A incidência do *Fusarium solani* foi realizada por meio de levantamento semanal do número de plantas mortas. Foi considerada como morta toda planta que iniciou o processo de murcha nas folhas, uma vez que este é um processo irreversível (JESUS e outros, 2016a). Além da presença de murcha, os sintomas característicos presentes no colo e sistema radicular foram observados.

As plantas infectadas foram facilmente destacadas do solo, pois grande parte do sistema radicular já havia sido necrosado e as poucas raízes remanescentes tornaram-se curtas, de coloração escurecida e quebradiças, devido à atuação do fungo (Figura 3). A partir desse levantamento, calculou-se o percentual de sobrevivência ao longo do tempo e a longevidade das plantas.

Para a confirmação do agente etiológico na área, realizou-se no Laboratório do IF Baiano campus Guanambi o isolamento do fungo por meio do material retirado do colo e raiz de plantas com os sintomas da doença. Após isolado, uma amostra foi encaminhada à Embrapa Mandioca e Fruticultura para a confirmação da presença do patógeno na área (Figura 3).



CARVALHO, J. S., 2019

Figura 3. Planta com sintoma da podridão do colo e raiz (A); *F. solani* isolado da área, frente (B) e verso (C) da placa de Petri. Guanambi – BA, 2019.

3.5 Ensaio I - Genótipos de *P. edulis* submetidos ao manejo biológico em área com histórico do *F. solani*

O ensaio foi desenvolvido entre janeiro e setembro de 2018, quando se verificaram temperaturas máximas próximas a 40°C, alguns eventos de chuvas em janeiro, fevereiro e março, ventos moderados a fortes, com rajadas que chegaram a mais de 70 km h⁻¹ (Figura 4).

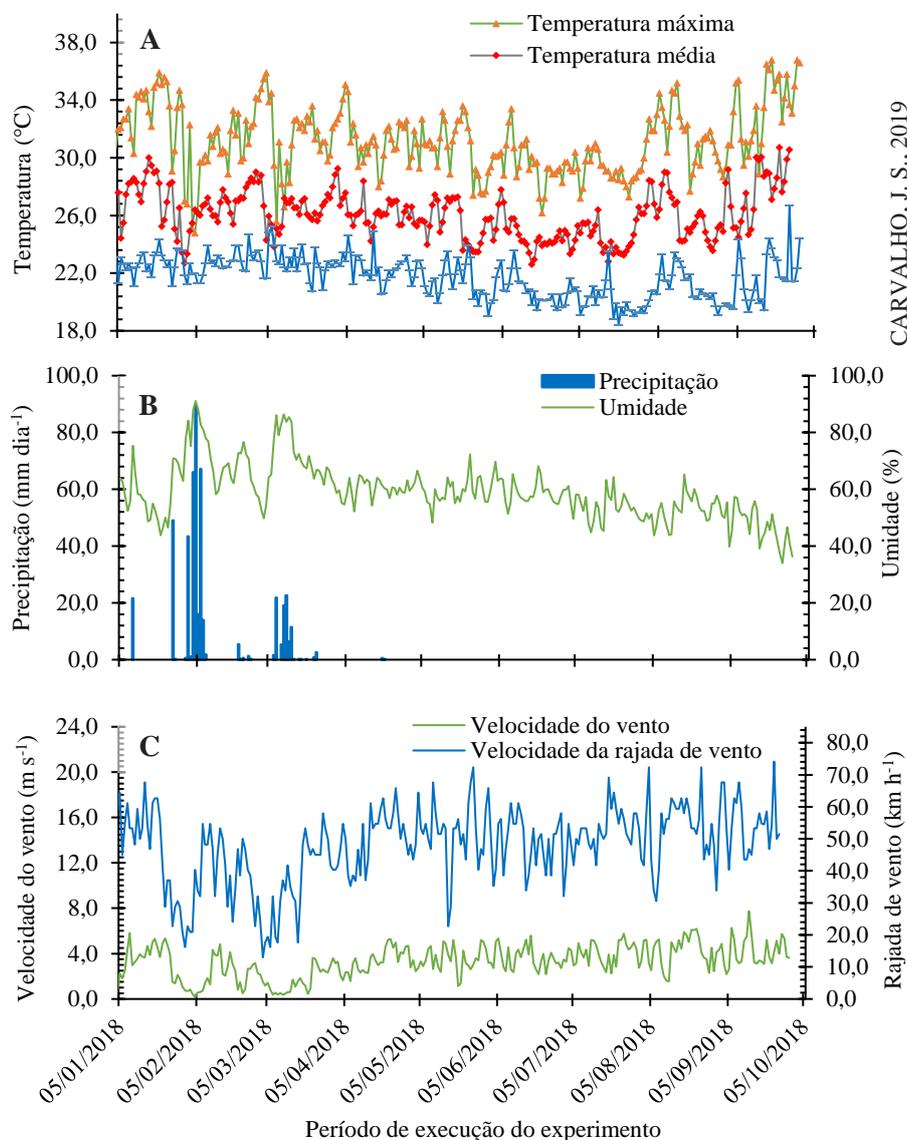


Figura 4. Temperatura máxima, média e mínima ($^{\circ}\text{C}$) (A); precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) (B); velocidade média do vento (m s^{-1}) e rajadas de vento (km h^{-1}) (C), registrados na estação meteorológica localizada no IF Baiano, campus Guanambi, no período de janeiro a setembro de 2018.

3.5.1 Tratamento e delineamento experimental

O ensaio foi instalado em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, quatro genótipos de *Passiflora edulis* Sims, conhecido também por

maracujazeiro-amarelo, sendo dois selecionados por agricultores: Paty e Roxo; um híbrido comercial lançado pela Embrapa Cerrados: BRS Gigante Amarelo; e uma cultivar lançada pelo viveiro Flora Brasil: FB200; submetidos a aplicações de *Trichoderma longibrachiatum*, *Bacillus subtilis* e controle, sem aplicação de microrganismo, em uma área naturalmente infestada com *F. solani*, com três repetições, totalizando 36 parcelas compostas por 4 plantas úteis.

Utilizou-se *T. longibrachiatum* colonizado em arroz em uma concentração de 2×10^8 conídios g^{-1} , cedido pela empresa BIOFUNGI - Controle Biológico, localizada em Eunápolis – BA. Para a aplicação do tratamento, adicionaram-se 200 g do arroz colonizado em 2,4 litros de água, de modo que a solução fosse homogênea. Posteriormente, 50 ml dessa solução foram diluídos em 4 litros de água para cada planta. A dose foi estabelecida com base na recomendação de até $7 kg ha^{-1}$.

Para o tratamento com *B. subtilis*, foi utilizada a linhagem QST 713 sob concentração mínima de 1×10^9 UFC g^{-1} de ativo, produto comercial Serenade®. A dose aplicada foi estabelecida considerando a recomendação de até $6 L ha^{-1}$; para tanto, foram diluídos 150 ml do produto comercial em 4,8 litros de água, e distribuídos 100 ml da solução para cada planta.

As aplicações dos tratamentos foram realizadas com o auxílio de uma proveta volumétrica, diretamente no colo da planta, iniciadas dois dias após o transplante e renovadas a cada 15 dias, até 135 dias após o transplante (DAT).

3.5.2 Avaliação fenológica

Após o transplante das mudas, a cada 15 dias, até aos 120 DAT, foram avaliados: diâmetro a nível do solo (DAM), com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 5A); número de ramos secundários (NRS); número de nós do ramo principal (NN); número de folhas totalmente expandidas do ramo principal (NF); comprimento do ramo principal (CRP); por meio do

comprimento do ramo principal e número de nós (CRP/NN), foi obtido o comprimento do entrenó (CEN), e, pela diferença entre o comprimento, nos diferentes períodos, foi calculada a velocidade de crescimento (VEC) (Figura 5B).

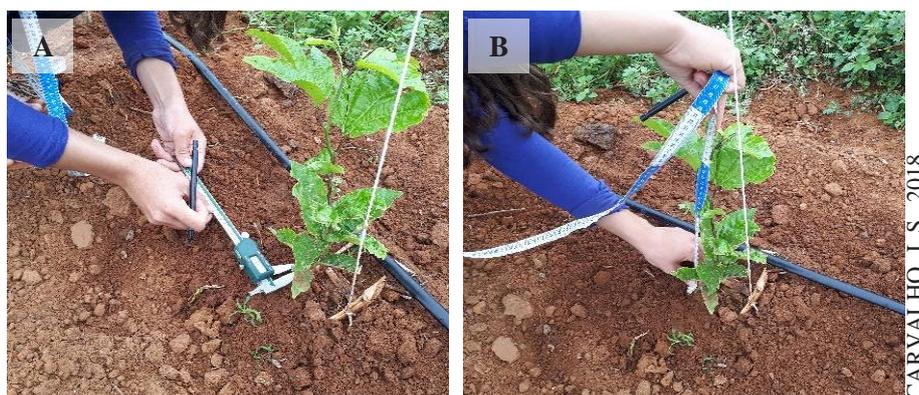


Figura 5. Primeira avaliação fenológica, diâmetro a nível do solo (A) e altura (B). Guanambi – BA, 2018.

3.5.3 *Análise estatística*

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as interações foram desdobradas quando se obteve significância. As médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O percentual de sobrevivência ao longo do tempo, considerando-se oito épocas de avaliação, foi analisado por meio de Regressão Polinomial, a 5% de significância.

3.6 Ensaio II - Espécies de maracujazeiro submetidas ao manejo com e sem exposição parcial das raízes em área com histórico do *F. solani*

3.6.1 *Descrição das condições experimentais*

O experimento foi conduzido no período compreendido entre janeiro e junho de 2019, quando se verificaram temperaturas máximas próximas de 40°C, alguns eventos de chuvas em fevereiro, março e abril, ventos moderados a fortes, com rajadas de até 60 km h⁻¹ (Figura 6).

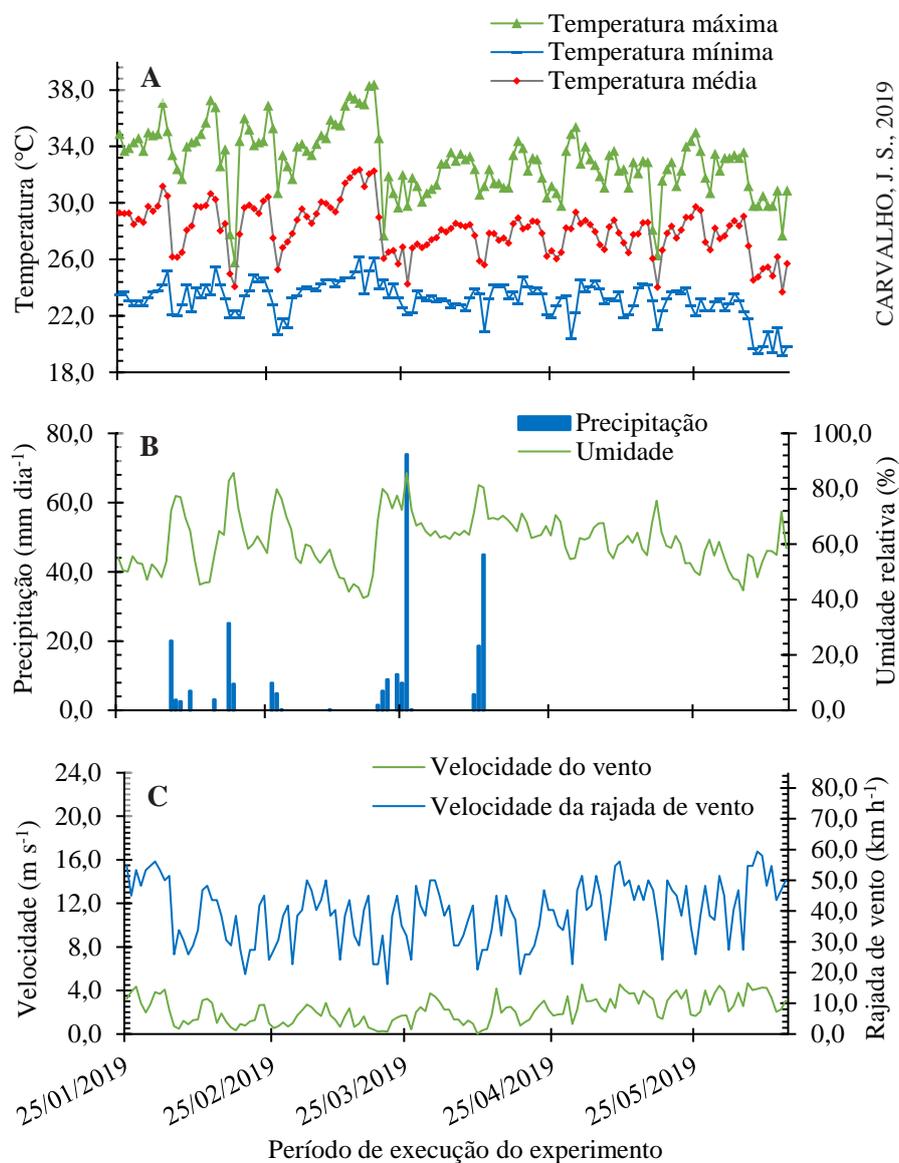


Figura 6. Temperatura máxima, mínima e média (°C) (A); precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) (B); velocidade média do vento (m s⁻¹) e rajadas de vento (km h⁻¹) (C), registrados na estação meteorológica localizada no IF Baiano, campus Guanambi, no período de janeiro a junho de 2019.

3.6.2 Tratamento e delineamento experimental

O ensaio foi instalado em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2x10, três espécies: *Passiflora edulis* Sims e *Passiflora cincinnata*, obtidas

da seleção de sementes da região de Guanambi, e *Passiflora foetida*, oriunda de Mossoró – RN, submetidas ao sistema de plantio convencional, sem exposição do sistema radicular, e com sistema radicular parcialmente exposto, em uma área naturalmente infestada com *F. solani*. Utilizaram-se três repetições e sete plantas úteis por parcela, avaliadas a cada 15 dias em 10 épocas.

3.6.3 Condução do experimento

O método de plantio com exposição parcial do sistema radicular foi aplicado por meio da elevação das covas a 15 cm do nível do solo, e, aos 60 dias após o transplante (DAT), realizou-se a aplicação de um jato de água junto ao colo da planta de modo que se expusessem os primeiros seis centímetros do sistema radicular (Figura 7).



Figura 7. Covas elevadas a 15 cm do nível do solo (A e B); jato de água aplicado para exposição parcial do sistema radicular (C); sistema radicular

exposto (D). Guanambi – BA, 2019.

3.6.4 *Análise estatística*

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as interações foram desdobradas quando se obteve significância. As médias das variáveis foram comparadas pelo teste F e de Tukey para os fatores sistema de plantio e espécies, respectivamente. O percentual de sobrevivência ao longo do tempo foi analisado por meio de Regressão Polinomial, a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio I - Genótipos de *P. edulis* submetidos ao manejo biológico em área com histórico do *F. solani*

4.1.1 Características fenológicas

As variáveis de número de nós (NN) e número de folhas (NFO) do maracujazeiro apresentaram interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores Genótipos x Aplicação de biofungicidas (Tabela 2). Já o comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do entrenó (CEN) e número de ramos secundários (NRS) foram influenciados pela aplicação de biofungicidas de forma isolada. O diâmetro a nível do solo e a velocidade de crescimento não foram influenciados pelos tratamentos.

Tabela 2. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para as características fenológicas de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo em área com histórico de *F. solani*, submetidos ao manejo biológico aos 120 dias após o transplante (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.

FV	GL	Quadrados médios				
		CRP	NN	CEN	NRS	NFO
Genótipo (G)	3	1005,27 ^{NS}	33,26 ^{NS}	0,956 ^{NS}	1,050 ^{NS}	53,96 ^{NS}
Biofungicida (B)	2	17314,74*	138,55*	5,002**	30,896**	76,63 ^{NS}
G x B	6	4832,07 ^{NS}	131,39*	0,798 ^{NS}	8,285 ^{NS}	94,48*
Bloco	2	6813,53 ^{NS}	1,70 ^{NS}	3,211*	5,400 ^{NS}	5,82 ^{NS}
Resíduo	22	3507,68	35,14	0,635	5,104	36,28

FV, Fator de variação; GL, grau de liberdade do resíduo; CRP, comprimento do ramo principal; NN, número de nós; CEN, comprimento do entrenó; NRS, número de ramos secundários; NFO, número de folhas; ^{NS}não significativo, *significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As aplicações do *B. subtilis* permitiram às plantas expressar melhor desempenho para a variável CRP em relação ao tratamento com *T. longibrachiatum*, apresentando um incremento de 35% (Tabela 3), assim como foi observado maior NRS para as plantas submetidas ao *B. subtilis* em

comparação aos demais tratamentos (Tabela 3). Em relação ao CEN, as plantas sob o tratamento do *T. longibrachiatum* obtiveram resposta inferior aos demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Variáveis fenológicas de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo submetidos à aplicação de dois biofungicidas e testemunha, sem aplicação, em área com histórico de *F. solani*, aos 120 dias após o transplântio (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.

Tratamentos	CRP	NRS	CEN
<i>B. subtilis</i>	280,75 a	5,84 a	5,83 a
Testemunha	226,11 ab	3,52 b	5,47 a
<i>T. longibrachiatum</i>	207,72 b	2,77 b	4,58 b
CV (%)	24,86	55,84	15,05

CRP, comprimento do ramo principal; NRS, número de ramos secundários; CEN, comprimento do entrenó; CV, coeficiente de variação; médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O crescimento de diversas culturas é incrementado pelo uso de *B. subtilis* (MANJULA; PODILE, 2005; YU e outros, 2011; ZUCARELI e outros, 2018). A promoção de crescimento ocasionada por *B. subtilis* pode ser devido à maior disponibilidade de nutrientes por meio da solubilização e melhoria das condições do solo, por conta da decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (MANJULA; PODILE, 2005).

A associação simbiótica do *B. subtilis* proporciona o aumento de metabólitos que induzem respostas mais precisas do sistema radicular às condições ecológicas do solo, o que resulta em maior interceptação e absorção de nutrientes (MANJULA; PODILE, 2005). Acredita-se também na capacidade dessas bactérias rizosféricas epífitas de controlar o crescimento do sistema radicular por meio de alterações nas sínteses de auxina, giberelina e citocinina (TSAVKELOVA e outros, 2006), que são substâncias que apresentam propriedades indutoras da elongação celular nos vegetais superiores (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Verificou-se que o genótipo Roxo apresentou maior número de nós quando submetido à aplicação de *B. subtilis* e *T. longibrachiatum* em comparação à não aplicação de biofungicida (Tabela 4), enquanto o ‘Paty’

apresentou maior número de nós apenas quando submetido à aplicação de *B. subtilis*; esta resposta pode condicionar um incremento no número de ramificações e culminar em melhor produtividade da cultura (SILVA e outros, 2005). Portanto, pode-se inferir que os genótipos selecionados por agricultores, ‘Paty’ e ‘Roxo’, apresentam maior potencial produtivo quando associados aos microrganismos.

O número de nós não diferiu significativamente para os genótipos FB 200 e Gigante Amarelo, em relação aos tratamentos aplicados. Contudo, na ausência de aplicação dos produtos biológicos, o ‘Gigante Amarelo’ apresentou maior número de nós, sem diferir significativamente do ‘FB 200’. Essas diferentes respostas dos genótipos ante os tratamentos podem ser inerentes à variabilidade genética intraespecífica do *P. edulis* (CASTRO e outros, 2011).

Tabela 4. Número de nós (NN) de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo submetidos à aplicação de dois biofungicidas e testemunha, sem aplicação, em área com histórico de *F. solani*, aos 120 dias após o transplante (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.

Genótipo	Biofungicida		
	<i>T. longibrachiatum</i>	<i>B. subtilis</i>	Testemunha
FB 200	43,33 A a	42,56 A a	43,50 AB a
PATY	44,16 A ab	48,55 A a	35,77 B b
ROXO	52,16 A a	53,00 A a	35,16 B b
G. AMARELO	39,06 A a	47,66 A a	50,16 A a
CV (%)	13,29		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Um outro fator significativo para o desenvolvimento da planta é a produção de folhas, importante para o processo fotossintético e a produção de carboidratos pela planta. Para esta variável, observou-se que o genótipo Seleção Roxo expressou boa interação em relação aos produtos biológicos utilizados e, quando submetido ao tratamento com *T. longibrachiatum*, apresentou maior NFO em relação ao híbrido Gigante Amarelo e melhor

desempenho sob aplicação do *B. subtilis*, em relação à ausência de aplicação de biofungicida (Tabela 5).

Tabela 5. Número de folhas (NFO) de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo submetidos à aplicação de dois biofungicidas e testemunha, sem aplicação, em área com histórico de *F. solani*, aos 120 dias após o transplântio (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.

Genótipo	Produto		
	<i>T. longibrachiatum</i>	<i>B. subtilis</i>	Testemunha
FB 200	25,00 AB a	27,33 A a	27,50 A a
PATY	29,00 AB a	26,33 A a	20,89 A a
ROXO	34,19 A ab	37,00 A a	22,00 A b
G. AMARELO	20,08 B a	30,50 A a	30,84 A a
CV (%)	21,86		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O *T. longibrachiatum*, assim como o *B. subtilis*, é considerado um microrganismo que promove o melhor desempenho de plantas, o que é evidenciado em trabalhos com diversas culturas, nos quais se proporcionou efeito positivo no incremento de massa fresca e seca de plantas de maracujazeiro, oriundas de estacas (SANTOS e outros, 2010), pepino (SILVA e outros, 2011), soja, feijão caupi, arroz e milho (CHAGAS e outros, 2017).

No entanto, a ação do *Trichoderma* spp. como estimulante do crescimento vegetal é complexa; pode ser realizada pela produção de compostos benéficos e enzimas, bem como pela interação com fatores bioquímicos (BAUGH; ESCOBAR, 2007). No entanto, esses mecanismos e moléculas envolvidas na promoção do crescimento de plantas por *Trichoderma* spp. são vulneráveis a variações do ecossistema e o potencial em incrementar a produção vegetal parece ser mais fortemente influenciada por parâmetros ambientais do que pela escolha das cepas; isso pode propiciar a obtenção de respostas negativas quando sob temperaturas mais extremas (NIETO-JACOBO e outros, 2017).

Durante a execução do experimento, verificaram-se temperaturas

máximas próximas de 40°C, sobretudo no estabelecimento das plantas em campo, nos meses de janeiro, fevereiro e março, temperaturas acima da adequada ao crescimento e antagonismo realizado pelo *Trichoderma* spp. A ação inibitória ocorre na faixa de 22 a 30°C, como observado em trabalho realizado com o antagonismo de isolados de *Trichoderma* spp. ao *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes temperaturas, nos quais as ações antagônicas dos isolados de *Trichoderma* foram inibidas nos extremos de 15 e 37°C (FIPKE e outros, 2015).

Algumas pesquisas observaram que a faixa ótima para o crescimento micelial do gênero *Trichoderma* pode variar desde uma amplitude maior entre 20 e 30°C (BOMFIM e outros, 2010) à mais restrita, com variação entre 25 e 28°C (JAILL e outros, 2006); enquanto, para o *B. subtilis*, foi observado um crescimento a 30°C, melhor do que em 25 °C, e o crescimento celular, inibido em 37 e 40°C (HAMMAMI e outros 2009).

4.1.2 Percentual de sobrevivência

Os resultados obtidos com a aplicação dos biofungicidas *T. longibrachiatum*, *B. subtilis* e ausência de aplicação em diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo não apresentaram interação significativa entre si. Todavia, verificou-se diferença significativa ($p < 0,01$) entre os genótipos avaliados, quanto ao percentual de sobrevivência, independente dos biofungicidas utilizados (Tabela 6). A longevidade das plantas não foi influenciada pelos tratamentos aplicados.

Tabela 6. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para o percentual de sobrevivência de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo submetidos à aplicação de dois biofungicidas e testemunha, sem aplicação, em área com histórico de *F. solani*, dos 30 aos 240 dias após o transplântio (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.

FV	GL	Quadrados médios
		Sobrevivência
Genótipo (G)	3	2203,84**
Biofungicida (B)	2	1250,10 ^{NS}
DAT	7	39707,76**
G x B	6	1202,55 ^{NS}
G X DAT	21	204,63 ^{NS}
B X DAT	14	182,70 ^{NS}
G X B X DAT	42	174,08 ^{NS}
Bloco	2	78,84 ^{NS}
Resíduo	190	713,11

FV, Fator de variação; GL, grau de liberdade do resíduo; DAT, dias após o transplântio; ^{NS}não significativo e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Apesar de ser uma espécie classificada como altamente suscetível ao *F. solani* (LARANJEIRA e outros, 2005; PREISIGKE e outros, 2017), foi observada diferença de suscetibilidade ao patógeno entre os genótipos avaliados. Pode-se destacar o genótipo Paty, pois se mostrou menos propenso ao *F. solani* e apresentou percentual de sobrevivência ligeiramente acima da cultivar FB 200, uma média de pouco mais de 11% ao longo do período de avaliação, embora o seu percentual de sobrevivência tenha sido de apenas 25,93% aos 240 DAT (Tabela 7).

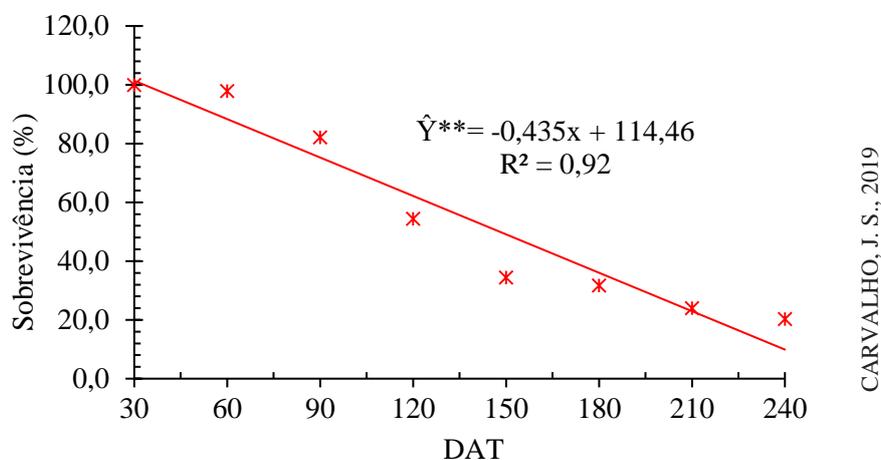
Tabela 7. Taxa de sobrevivência de diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo submetidos à aplicação de dois biofungicidas e testemunha, sem aplicação, em área com histórico de *F. solani*, avaliados dos 30 aos 240 dias após o transplantio (DAT). Guanambi, Bahia, 2018.

DAT	Percentual de sobrevivência			
	FB 200	PATY	ROXO	G. AMARELO
30	100,00	100,00	100,00	100,00
60	97,22	100,00	94,44	100,00
90	73,15	97,22	76,85	81,48
120	44,44	63,89	55,56	53,70
150	29,63	47,22	27,78	33,33
180	29,63	41,67	25,00	30,56
210	24,07	35,19	22,22	14,81
240	18,52	25,93	22,22	14,81

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Diferenças entre genótipos também foram observadas por Silva e outros (2013), ao avaliarem 20 genótipos de maracujazeiro amarelo, sob inoculação com *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*, em que encontraram diferentes níveis de resistência para sete genótipos, o que foi verificado também por Fischer e outros (2005b), fato que evidencia a alta variabilidade da espécie.

O primeiro registro de planta morta ocorreu aos 55 DAT, período semelhante ao verificado em outros trabalhos (RONCATTO e outros, 2004; FISCHER e outros, 2010); posteriormente, apresentou-se decréscimo no percentual de plantas vivas em modelo linear, declínio de 5,6% a cada 15 dias, e o percentual de sobrevivência, independente de genótipo, foi de apenas 20,37% aos 240 DAT (Figura 8), o que expõe a alta suscetibilidade do maracujazeiro amarelo ao *F. solani*.



CARVALHO, J. S., 2019

** Significativo a 1% de probabilidade pela Análise de Variância de Regressão

Figura 8. Percentual de sobrevivência média de diferentes genótipos de maracujazeiro em área com histórico de *F. solani*, submetidos ao manejo biológico no período de fevereiro a setembro de 2018 em Guanambi, Bahia, 2018.

Silva e outros (2017) também verificaram alto percentual de mortalidade para o maracujazeiro amarelo, em uma área com histórico de *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*, embora se tenham observado divergências em relação ao início da mortalidade, que se deu aos 90 DAT, e do percentual de sobrevivência, de 50 % para o genótipo FB 200, aos 180 DAT. Essa divergência pode ser justificada devido à diferença de atuação dos agentes etiológicos, haja vista que o *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae* é passível de resistência, e, apesar de algumas semelhanças na sintomatologia com o *F. solani*, diferem quanto à agressividade, como classificado por McNew (1960).

Outro importante componente do sistema ecológico é o pH do solo, que, quando acima do recomendado para a cultura, pode afetar diretamente a presença e atuação do *F. solani* na planta hospedeira, o que irá determinar a ocorrência e severidade da doença e também pode contribuir com os altos índices de mortalidade. A faixa de pH ideal para o maracujazeiro é de 5,0 a

6,0 (BORGES; SOUZA, 2010), enquanto foi verificado na área experimental pH do solo em torno de 7,5 (Tabela 1).

Santos e outros (2014) avaliaram a influência do pH no crescimento micelial de diferentes isolados dos fungos *F. solani* e *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*, submetidos ao pH 5, 6, 7 e 8, em que obtiveram maior crescimento micelial para os isolados sob pH 8,0. Solos com pH alcalino também podem provocar a indisponibilidade de alguns micronutrientes; quando acima de 6,0, reduzem a disponibilidade do ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) (RAIJ, 2011). Ainda assim, apesar de não existirem dados precisos sobre o efeito da nutrição em relação às doenças do maracujazeiro, deve-se considerar que a deficiência ou desequilíbrio nutricional pode deixar as plantas mais suscetíveis aos ataques de patógenos (PERUCH e outros, 2017).

Verificou-se também, em área infestada por *Fusarium* spp., que as cultivares de BRS Gigante Amarelo e FB 200 são altamente suscetíveis ao patógeno, com 100% de mortalidade um ano após o transplante (ARAÚJO e outros, 2012). Apesar desses resultados, a resposta da planta pode variar de acordo com a agressividade da população de *F. solani* existente na área, verificada pelo número de plantas mortas e comprimento da lesão nas plantas (FISCHER e outros, 2005b; BUENO e outros, 2010).

Além dos diferentes níveis de agressividade, o desenvolvimento da podridão do colo e raiz pode ser influenciado pela interação planta-patógeno ao sítio, solo e clima. Nesse contexto, verificaram-se rajadas de ventos que atingiram velocidades superiores a 70 km h⁻¹ (Figura 4C), que, além de dificultarem o crescimento da planta até o fio de arame, causa danos aos ramos e folhas, provocam solapamento, que é o atrito do colo da planta com o solo, o que pode ter desencadeado o surgimento de microferimentos e contribuído com os altos índices de mortalidade, dado que essas injúrias permitem a infecção passiva do *F. solani*.

Ao final do experimento, verificou-se que somente 20,37% da população média das plantas permaneceu viva; esse resultado corrobora os

observados por Fischer e outros (2010), em trabalho realizado em campo, no qual submeteram diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo ao tratamento com produtos biológicos, aplicados em intervalos quinzenais no colo da planta, e verificaram que os agentes de manejo biológico *Trichoderma* sp. podem não ser eficientes no manejo da podridão do colo e raiz do maracujazeiro, quando adotados como única estratégia.

Em síntese, apesar de alguns trabalhos em laboratório demonstrarem o efeito inibidor do *Trichoderma* spp. ao crescimento micelial de fungos fitopatogênicos (BOMFIM e outros, 2010; SILVA e outros, 2014; FIPKE e outros, 2015) e dos diversos mecanismos de biocontrole do *B. subtilis* (LANNA FILHO e outros, 2010; ROCHA SOBRINHO e outros, 2018), podem haver divergências entre as respostas *in vitro* e em campo, devido à complexidade de interação desses organismos com os demais componentes do ambiente.

Diante desse contexto, faz-se necessário desenvolver novas alternativas tecnológicas para a viabilidade econômica do cultivo do maracujazeiro em áreas com histórico da podridão do colo e raiz. Para tanto, após a retirada do experimento, foi desenvolvido um segundo ensaio na mesma área afetada pelo *F. solani*, com diferentes espécies de maracujazeiro submetidas ao sistema de plantio com e sem exposição parcial do sistema radicular.

4.2 Ensaio II - Espécies de maracujazeiro submetidas ao manejo com e sem exposição parcial das raízes em área com histórico do *F. solani*

4.2.1 Percentual de sobrevivência

As espécies de maracujazeiro, *P. edulis*, *P. cincinnata* e *P. foetida*, apresentaram interação significativa com o período de avaliação ($p < 0,01$), assim como houve interação significativa entre as espécies e o manejo aplicado ao sistema de plantio com e sem exposição parcial do sistema radicular ($p < 0,01$) para o percentual de sobrevivência, avaliado até aos 140

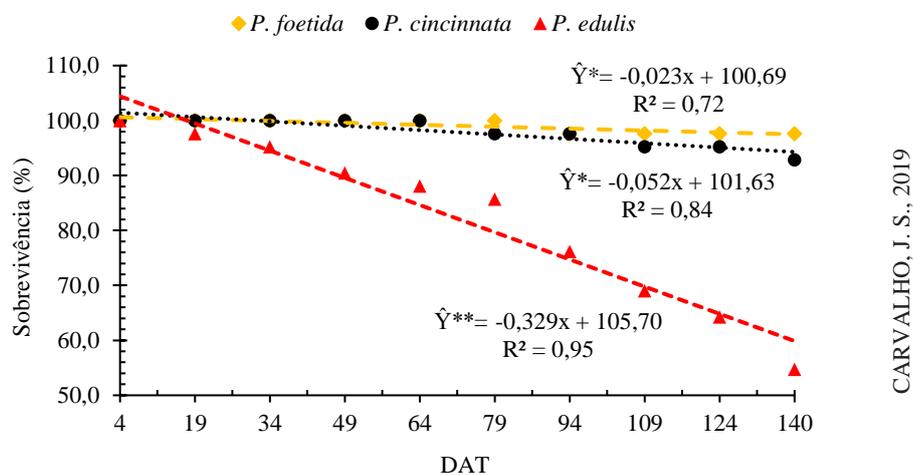
DAT (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para percentual de sobrevivência até os 140 dias após o transplântio (DAT) de diferentes espécies de maracujazeiro em área com histórico de *F. solani*, submetidos ao sistema de plantio com e sem exposição parcial do sistema radicular. Guanambi, Bahia, 2019.

FV	GL	Quadrados médios
		Percentual de sobrevivência
Genótipo (G)	2	5341,26**
Manejo (M)	1	1160,99**
DAT	9	722,60**
G x M	2	280,04**
G x DAT	18	371,50**
M x DAT	9	42,32 ^{NS}
G x M x DAT	18	34,39 ^{NS}
Bloco	2	280,04**
Resíduo	118	

FV, Fator de variação; GL, grau de liberdade do resíduo; DAT, dias após o transplântio; ^{NS}não significativo e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O *P. edulis* teve o primeiro registro de mortalidade aos 15 DAT, com percentual de sobrevivência decrescente em um modelo linear, 4,3% a cada 15 dias e sobrevivência média de 54,76% aos 140 DAT (Figura 9). Já o *P. cincinnata* só apresentou registro de mortalidade aos 76 DAT (Figura 9), sendo considerado uma espécie de resistência moderada (SILVA e outros, 2013; PREISIGKE e outros, 2017). Para o *P. foetida*, entretanto, foi registrada uma única morte aos 91 DAT (Figura 9), e, por isso, foi avaliado como altamente resistente (SILVA e outros, 2013; PREISIGKE e outros, 2015a), com potencial para ser utilizado como porta-enxerto ao *P. edulis*.



CARVALHO, J. S., 2019

*significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pela Análise de Variância de Regressão.

Figura 9. Percentual de sobrevivência média de diferentes espécies de maracujazeiro, em área com histórico de *F. solani*, independente do manejo do sistema radicular, no período de janeiro a junho de 2019, em Guanambi, Bahia, 2019.

A exposição parcial do sistema radicular reduziu o percentual de mortalidade para as plantas de *P. edulis*, com uma taxa de sobrevivência de 23,8% superior em relação às plantas sem a exposição parcial do sistema radicular, aos 140 DAT. As espécies *P. foetida* e *P. cincinnata* foram superiores ao *P. edulis* tanto no sistema de plantio com exposição do sistema radicular quanto na ausência do manejo (Figura 10). Ambos apresentaram percentual de sobrevivência superior aos 90%, com destaque para o *P. foetida*, com 100% de sobrevivência quando no sistema de plantio com exposição parcial das raízes (Figura 10).

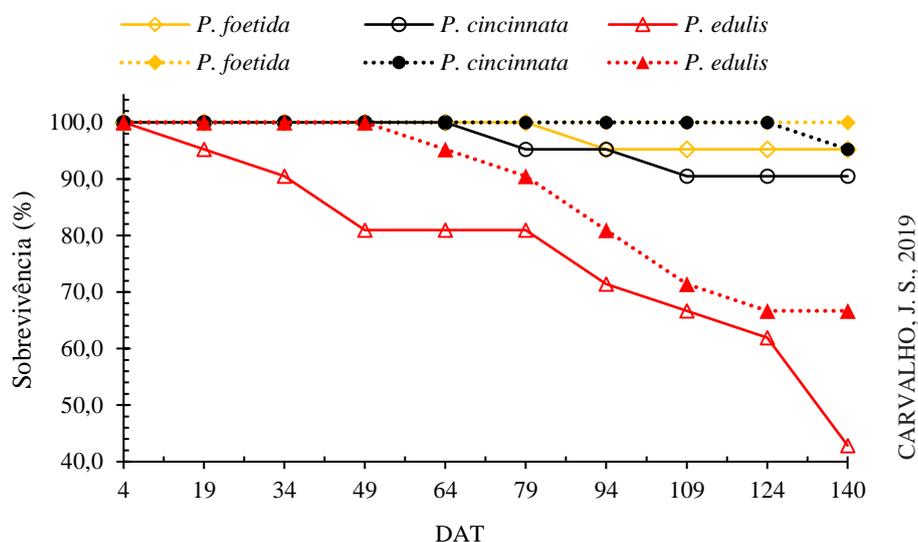


Figura 10. Percentual de sobrevivência média de diferentes espécies de maracujazeiro, em área com histórico de *F. solani*, submetidas ao sistema de plantio com exposição do sistema radicular (linhas seccionadas e marcadores preenchidos) e sem exposição do sistema radicular (linhas sólidas e marcadores sem preenchimento) no período de janeiro a junho de 2019, em Guanambi, Bahia, 2019.

Alguns autores, utilizando como parâmetro a análise de sobrevivência, observaram que o maracujazeiro amarelo apresentou baixo percentual de sobrevivência em relação às demais espécies (LARANJEIRA e outros, 2005; PREISIGKE e outros, 2017), verificado também em trabalho com vários híbridos e cultivares comerciais (SILVA e outros, 2017), o que reforça a necessidade de alternativas tecnológicas para o cultivo do *P. edulis*.

O genótipo *P. cincinnata* mostrou-se razoavelmente tolerante ao *F. solani*, com percentual de sobrevivência elevado. Em outros trabalhos, foi classificado como uma espécie de resistência moderada a forte, em áreas com histórico de *F. solani* (SILVA e outros, 2013; PREISIGKE e outros, 2015b). É considerado um material promissor, com ampla adaptação, importante para programas de melhoramento (RUGGIERO; OLIVEIRA, 1998), apesar de ter sido considerado suscetível, quando plantas de diferentes idades foram

inoculadas com *F. solani*, via sistema radicular, em casa de vegetação (FISCHER e outros, 2005b).

As plantas de *P. foetida* mostraram-se resistentes ao *F. solani*, com apenas um registro de mortalidade aos 140 DAT. Respostas positivas também foram registradas em trabalho realizado comparando cultivares de maracujazeiro amarelo, pé franco e enxertado em *P. foetida*, em uma área com histórico de *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae* na região de Mossoró – RN, onde se verificaram 100% de sobrevivência das plantas enxertadas (SILVA e outros, 2017). Resultado semelhante foi observado em trabalho que avaliou o percentual de sobrevivência das plantas e as classificou de acordo com uma escala de avaliação da doença, em que a variabilidade intra e interespecífica da resistência contra *F. solani* foi confirmada, sendo *P. foetida* avaliado como altamente resistente (PREISIGKE e outros, 2015a).

Esses resultados sugerem que o *P. foetida* é um genótipo promissor para o uso como porta-enxerto em regiões de solos com histórico de *Fusarium* spp., assim como para o melhoramento genético (SANTOS e outros, 2011; PREISIGKE e outros, 2015a; SILVA e outros, 2017), destacando-se como uma alternativa tecnológica aos passicultores. No entanto, respostas divergentes foram verificadas por Roncatto e outros (2004), que descrevem essa espécie silvestre como sendo suscetível à morte precoce, ao avaliarem diferentes espécies de maracujazeiro em uma área com agentes fitopatogênicos desconhecidos, implantada na UNESP, campus Jaboticabal.

Diante do exposto, fazem-se necessárias mais pesquisas sobre a sua adaptação sob diferentes condições climáticas em locais com histórico da podridão do colo e raiz, para que seja verificada a sua estabilidade ante o patógeno, uma vez que a interação da planta com o fungo pode ser influenciada por diversos fatores edafoclimáticos, como observado na interação significativa entre as espécies e o manejo de exposição do parcial das raízes.

O maior percentual de sobrevivência das plantas de *P. edulis*, quando submetidas à exposição parcial do sistema radicular, sugere que medidas

preventivas, que possam melhorar a aeração do colo e raízes, podem propiciar uma menor severidade da doença. As interações do *F. solani* e o sistema radicular das plantas estão intimamente ligadas às condições do ambiente rizosférico, uma vez que solos pesados e mal drenados favorecem o desenvolvimento da doença (FISCHER e outros, 2008).

Alguns autores descrevem maior patogenicidade e agressividade dos fungos após alterações na aeração da região radicular, assim como observado na cultura da ervilha, em que se verificou rápido crescimento micelial do *F. solani* f. sp. *pisi* em condições anaeróbicas, um incremento de 500% no crescimento e aumento de 400% na podridão radicular de ervilha inoculadas (SMUCKER; ERICKSON, 1987), assim como foi observada maior severidade da podridão de raízes do feijoeiro, causada por *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, em condições de atmosfera com deficiência de O₂ (ALLMARAS e outros, 1988).

Diante do exposto, faz-se necessária a utilização de ações integradas que visem a aumentar a supressividade do solo ao *F. solani*, priorizando medidas profiláticas que busquem melhorar as condições ambientais para desenvolvimento da cultura, tais como a melhoria da aeração do sistema radicular e colo da planta e a utilização de microrganismos promotores do crescimento vegetal e antagonistas a fitopatógenos.

5. CONCLUSÃO

Nas condições em que foi desenvolvida a presente pesquisa, é possível concluir que:

O *Bacillus subtilis* age como promotor do crescimento de plantas de maracujazeiro em áreas com histórico de *F. solani*.

O *Bacillus subtilis* e o *Trichoderma longibrachiatum* não são eficientes no manejo da podridão do colo e raiz do maracujazeiro, quando adotados como única estratégia.

A exposição parcial do sistema radicular reduz o percentual de plantas mortas por *F. solani*, aos 140 dias após o transplântio.

O *Passiflora foetida* apresenta alta resistência ao *F. solani*.

6. REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 2005, 922 p.
- AGUIAR, A. V. M.; SILVA, R. M.; CARDOSO, E. A.; MARACAJÁ, P. B.; PIRES, H. G. Utilização de espécies de *Passiflora* spp. como porta-enxertos no controle de doenças do maracujazeiro. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 6, n. 4, p. 17-22, 2010.
- AL-HAZMI, A. S.; TARIQJAVEED, M. Effects of different inoculum densities of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* against *Meloidogyne javanica* on tomato. **Saudi Journal of Biological Sciences**. v. 23, p. 288-292, 2016
- ALLMARAS, R. R.; KRAFT, J. M. E MILLER, D. E. Effects of soil compaction and incorporated crop residue on root health. **Annual Review of Phytopathology**, vol. 26, p. 219-243. 1988.
- ARAÚJO, C. A. T.; FALEIRO, F. G.; SEMPREBOM, M. S.; KRAUSE, W. Sobrevivência de plantas enxertadas de maracujazeiro em área com histórico de doenças causadas por *Fusarium* spp. no Mato Grosso. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais...** 2012. Sociedade Brasileira de Fruticultura: Bento Gonçalves. P. 4208-4211, 2012.
- ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; FALEIRO, F. G.; **Produção de mudas do maracujazeiro silvestre: *Passiflora cincinnata* Mast.** BRS Sertão Forte (BRS SF). Petrolina: Embrapa Semiárido, Fôlder, 2016, p. 1.
- ASAD, S. A.; TABASSUM, A.; HAMEED, A.; HASSAN, F. U. L.; AFZAL, A.; KHAN, S. A.; AHMED, R.; SHAHZAD, M. Determination of lytic enzyme activities of indigenous *Trichoderma* isolates from Pakistan. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, p. 1053-1064, 2015.
- BASTOS, A. Biscoitos e cosméticos dos resíduos do maracujá. **EMBRAPA**. 2014. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2071280/biscoitos-e-cosmeticos-dos-residuos-do-maracuja>>. Acesso em: 11 de julho de 2019.
- BAUGH, C. L.; ESCOBAR, B. The genus *Bacillus* and genus *Trichoderma* for agricultural bio-augmentation. **Rice Farm Magazine**, Anytown, NY, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2007.
- BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODÓN, A. C. Biocontrol

mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v. 7, p. 249-260, 2004.

BERNACCI, L. C.; CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; NUNES, T. S.; IMIG, D. C.; MEZZONATO, A. C. **Passifloraceae**. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB12506>>. Acesso em: 03 de jun. 2019.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; MORANDI, M. A. B.; STADNIK, M. J.; KRAUS, U.; STEFANOVA, M.; PRADO, A. M. C. Controle biológico de doenças de plantas na América Latina. In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. (Eds) **Controle microbiano de pragas na América Latina – Avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ, p. 303-331, 2008.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna – SP, ed. 1, 2009, 341 p.

BOMFIM, M. P.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T. N. H.; ALMEIDA, S. S.; SOUZA, I. V. B.; DIAS, N. O. Avaliação antagônica *in vitro* e *in vivo* de *Trichoderma* spp. a *Rhizopus stolonifer* em maracujazeiro amarelo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, p.61-67, 2010.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. D. **Recomendações de calagem e adubação para maracujazeiro**. Embrapa Mandioca e Fruticultura: Comunicado Técnico, 141, Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010, 4 p.

BRAGA, C. S.; RODRIGUES, D. V.; BISPO, R. B.; GÖTTER, V.; MARTINS, K. C.; SOUZA, A. A. M. Caracterização e diversidade genética de espécies do gênero *Passiflora* com base em características físicas e químicas dos frutos. **Revista de Ciências Agroambientais**. Alta Floresta – MT, v. 15, n. 2, p. 181-186, 2017.

BRASIL. Ministério das Minas Energia. Secretaria Geral. **Projeto RAMBRASIL**, Folha SD 23 Brasília; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v. 29, 1982, 660 p.

BROTMAN, Y.; GUPTA, K.J.; VITERBO, A. *Trichoderma*. **Current Biology**, v.20, p. 390-391, 2010.

BUENO, C. J.; FISCHER, I. H.; PARISI, M. C. M. FURTADO, E. L. Comportamento do maracujazeiro amarelo, variedade Afruvec, ante uma população de *Fusarium solani*, agente causal da podridão do colo e raiz. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 3, 2010, p. 533-537.

CANÇADO JÚNIOR, F. L.; ESTANISLAU, L. L. M.; PAIVA, M. B. Aspectos econômicos da cultura do maracujá. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 21, n. 206, set./out. 2000, p.10-17.

CANO, R.J.; BORUCKI, M.K. Revival and identification of bacterial spores in 25- to 40-million-year-old Dominican amber. **Science**, v. 268, p. 1060-1064, 1995.

CARVALHO FILHO, M. R.; MELLO, S. C. M.; SANTOS, R. P.; MENÊZES, J. E. **Avaliação de isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético *in vitro* e colonização endofítica de mudas de eucalipto**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília. 2008, 13 p.

CASTRO, A. P. G.; FALEIRO, F. G.; CARVALHO, D. D. C.; FONSECA, K. G.; VILELA, M. F.; JUNQUEIRA, N. T. V.; CARES, J. C. Genetic variability of *Passiflora* spp. from comercial fields in the Federal District, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 996-1002, 2011.

CATALÕES, L. G. Lançamento de híbridos de maracujazeiro. **Jornal Agrosoft**, p. 1-2, 2008. Disponível em: <www.agrosoft.org.br> Acesso em: 29 de setembro de 2017.

CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, L. S.; MARCHI, M. J.; FISCHER, I. H. Desenvolvimento, Produtividade e Sobrevivência de Maracujazeiro-amarelo Enxertado e Cultivado em Área com Histórico de Morte Prematura de Plantas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 567-574, 2011.

CAVICHIOLO, J. C.; MELETTI, L. M. M.; NARITA, N. Cultivo do Maracujá: Aspectos a Serem Observados Antes da Implantação. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 13, n. 2, 2016.

CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; MILLER, L. de O. Evaluation of the phosphate solubilization potential of *Trichoderma* strains (Trichoplus JCO) and effects on rice biomass. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 15, p. 794-804, 2015.

CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SOARES, L. P.; FIDELIS, R. R. *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. **Revista de Agricultura Neotropical**. v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017

CHAGAS, L.F.B., CASTRO, H.G. de; COLONIA, B.S.O.; CARVALHO FILHO, M.R., MILLER, L.O.; CHAGAS JUNIOR, A.F. Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 38, p. 1-9, 2016.

CHEN, Y.; FANG, Y.; CHAI, Y.; LIU, H.; KOLTER., R.; LOSICK, R.; GUO, J. Biocontrol of tomato wilt disease by *Bacillus subtilis* isolates from natural environments depends on conserved genes mediating biofilm formation. **Environmental Microbiology**, v. 15, p. 848-864, 2014.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; CORTÉS-PENAGOS, C.; LÓPEZ-BUCIO, J. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in arabidopsis. **Plant Physiology**, v. 149, p. 1579-1592, 2009.

COOK, R. J.; BAKER, K. F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. American Phytopathological Society, 1983, 539 p.

COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória, ES: Incaper, (Incaper. Documentos, 162), 2008, 56 p.

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

DIAS, M. S. C.; JESUS, A. M.; RODRUGUES, M. G. V.; SOUZA, L. T. Doenças do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 269, p. 83-89, 2012.

EMBRAPA. **A cultura do maracujá**, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical – 3. ed. rev. amp. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, (Coleção Plantar, 51), 2006, 124 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M.F. Pesquisa e desenvolvimento do maracujá. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, R. C.; (Eds.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**, 1 ed. Brasília: Embrapa, 2008a, p. 411-416.

FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2008b, 184 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: 500 perguntas e 500 respostas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2016, 341 p.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JESUS, O. N.; COSTA, A. M.;

MACHADO, C. F.; JUNQUEIRA, K. P.; ARAÚJO, F. P.; JUNGHANS, T. G. Espécies de maracujazeiro no mercado internacional. In: JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. de. **Maracujá do cultivo à comercialização**, Brasília – DF: EMBRAPA, 2017, p. 15-38.

FERREIRA, R. T.; VIANA, A. P.; SILVA, F. H. de L. e.; SANTOS, E. A.; SANTOS, J. O. Seleção recorrente intrapopulacional em maracujazeiro azedo via modelos mistos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, p. 158-166, 2016.

FIGUEIREDO, F. R. A.; HAFLE, O. M.; RODRIGUES, M. H. B. S.; PEREIRA JÚNIOR, E. B.; DELFINO, F. I. Produtividade e qualidade dos frutos do maracujazeiro amarelo sob diferentes formas de condução de plantas. **Agropecuária Científica do Semiárido**, v.11, n.4, p. 23-32, 2015.

FIPKE, G. M.; PAZINI, J. B.; ETHUR, L. Z. Antagonismo de isolados de *Trichoderma* spp. ao *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes temperaturas. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 27, n.1, p. 23-32, 2015.

FISCHER, I. H.; ALMEIDA, A. M.; FILETI, M. S.; BERTANI, R. M. A.; ARRUDA, M. A.; BUENO, C. J. Avaliação de passifloráceas, fungicidas e *Trichoderma* para o manejo da Podridão-do-colo do maracujazeiro, causada por *Nectria haematococca*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 32, n. 3, p. 709-717, 2010.

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

FISCHER, I. H.; KIMATI, H.; REZENDE, J. A. M. Doenças do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. v. 2, 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005a, p. 467-474.

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

FOSTER, R. Inativação do vírus do mosaico comum do fumo pelo filtrado de culturas de *Trichoderma* sp. **Bragantia**, v. 10, p. 139-148. 1950.

FURLANETO, F. de P. B.; ESPERANCINI, M. S. T.; MARTINS, A. N.; OKAMOTO, F. VIDAL, A. de A.; BUENO, O. de C. Análise energética do novo sistema de produção de maracujá amarelo na região de Marília-SP. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 235-240, 2014.

HAMMAMI, I.; RHOUMA, A.; JAOUADI, B.; REBAI, A.; NESME, X. Optimization and biochemical characterization of a bacteriocin from a newly isolated *Bacillus subtilis* strain 14B for biocontrol of *Agrobacterium* spp. strains. **Letters in Applied Microbiology**, v. 48, p. 253-260, 2009.

HARMAN, G. E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. **Phytopathology**, v. 96, n. 2, p. 190-194, 2006.

ITI TROPICALS. 2016. **Disponível em:**

<<http://www.passionfruitjuice.com>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

JAILL, C. APABLAZA, G.; NOREIRO, A. **Efecto de la temperatura sobre el crecimiento micelial de *Trichoderma harzinum* T-39 y larelación interbiótica com *Botrytis cinera* procedente de tomate**. Dissertação (Mestrado) - Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago. 2006.

JESUS, O. N. de; MARTINS, C.A.D.; OLIVEIRA, E. J.; SOARES, T. L.; FALEIRO, F.G.; BERNACCI, L.C.; MACHADO, C. de F.; GIRARDI, E. A.; ARAÚJO, F.P. de; PEREIRA, T.N.S.; VIANA, A.P.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Descritores morfoagronômicos ilustrados para *Passiflora* spp.**, Embrapa, Brasília, DF., v. 1, 2016a, 122 p.

JESUS, O. N. de; SOARES, T. L.; GIRARDI, E. A.; ROSA, R. C. C.; OLIVEIRA, E. J.; CRUZ NETO, A. J.; SANTOS, V. T.; OLIVEIRA, J. R. P. Evaluation of intraspecific hybrids of yellow passionfruit in organic faming. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 2129-2138, 2016b.

JESUS, O. N.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; GIRARDI, E. A.; ROSA, R. C. C.; PETRY, H. B. Cultivares comerciais de maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims) no Brasil. In: JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. de. **Maracujá do cultivo à comercialização**, Brasília – DF: EMBRAPA, 2017, p. 39-58.

JESUS, O. N.; ROSA, R. C. C. Polinização do maracujazeiro. In: JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. de. **Maracujá do cultivo à comercialização**, Brasília – DF: EMBRAPA, 2017, p. 177-190.

KLIEMANN, H. J. **Nutrição mineral e adubação de fruteiras tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 342p.

KUGLER, E. E.; KING, L. A. A brief history of the passionflower. In: ULMER, T.; MACDOUGAL, J. M. **Passiflora: passionflower of the word**. Portland: Timber, 2004, p. 15-26.

KUMAR, D. P.; THENMOZHI, R.; ANUPAMA, P. D.; NAGASATHYA, A.; THAJUDDIN, N.; PANEERSELVAM, A. Selection of potential antagonistic *Bacillus* and *Trichoderma* isolates from tomato rhizospheric soil against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. **Journal of Microbiology and Biotechnology Research**, Alberta, v.2, p.78-89, 2012.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12, 2010.

LARANJEIRA, F. F.; LIMA, A. A.; COSTA, M. M.; PFENNING, L. Progresso da fusariose do maracujá em porta-enxertos do gênero *Passiflora*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 146, 2005.

LEELASUPHAKUL, W. et al. Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit. Postharvest. **Biology and Technology**, v. 48, p. 113-121, 2008.

LIMA, A. de A.; BORGES, E. A. L. Solo e clima. In: LIMA, A. de A. (ed.) **Maracujá. Produção: Aspectos técnicos**. Embrapa–SPI, Brasília, DF, 2002, p. 25-28.

LIU, L. N.; ZHANG, J. Z.; XU, T. Histopathological studies of sclerotia of *Rhizoctonia solani* parasitized by the EGFP transformant of *Trichoderma virens*. **Letters in Applied Microbiology**, Hoboken, v. 49, p. 745-750, 2009.

LOUZADA, G. A. S.; CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L. M. Potencial antagônico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 145-149, 2009.

MACHADO, C. F.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ARAÚJO, F. P.; COSTA, A. M.; JUNGHANS, T. G. Espécies silvestres de maracujazeiro comercializadas em pequena escala no Brasil. In: JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. de. **Maracujá do cultivo à comercialização**, Brasília – DF: EMBRAPA, 2017, p. 59-80.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, p. 01-05, 2012.

MANJULA, K.; PODILE, A. R. Increase in seedling emergence and dry weight of pigeon pea in the field with chitin-supplemented formulations of

Bacillus subtilis AF 1. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 21, p. 1057-1062, 2005.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Base de dados AGROFIT**. 2018. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 04 jan. 2018.

MCNEW, G. L. The nature, origin, and evolution of parasitism. In: HORSFAL, J.G.; DIMOND, A.E.(Eds). **Plant Pathology**. New York: Academic Press, v. 2, 1960, p. 20-66.

MEDINA, J.C.; GARCIA, J.L.M.; LARA, J.C.C.; TOCCHINI, R.P.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V.A.; CANTO, W.L. do. **Maracujá: da cultura ao processamento e comercialização**. São Paulo: ITAL, 1980, 207 p.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 83-91, 2011.

MELETTI, L. M. M.; BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; AZEVEDO FILHO, J. A. MARTINS, A. L. M. Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agronômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Brasileira de Fruticultura**, 35 Jaboticabal, v. 25, p. 275-278, 2003.

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

MELO, I. S. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, 1996, p. 261-295.

MESQUITA, D. C. M.; FERREIRA, F. A.; MARTINS, I.; MELO, S. C. M.; CARVALHO, D. D. C. Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma* spp. a *Sclerotinia sclerotiorum* do feijão comum, **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos - PB, v. 13, n. 1, p. 1-4, 2017.

MEYER, G.; BIGIRIMANA, J.; ELAD, Y.; HÖFTE, M. Induced systemic resistance in *Trichoderma harzianum* T39 biocontrol of *Botrytis cinerea*. **European Journal of Plant Pathology**, v.104, p.279-286, 1998.

NASCIMENTO, W. M. O.; TOMÉ, A. T.; OLIVEIRA, M. S. P.; MULLER,

C. H.; CARVALHO, J. E. U. Seleção de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), quanto a qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 186-188, 2003.

NGUGIA, H.K.; DEDEJB, S.; DELAPLANEB, K.S.; SVELLEA, A.T.; SCHERMA, H. Effect of flower-applied Serenade biofungicide (*Bacillus subtilis*) on pollination-related variables in rabbiteye blueberry. **Biological Control**, v. 33, p. 32-38, 2005.

NIETO-JACOBO, M. F.; STEYAERT, J. M.; SALAZAR-BADILLO, F. B.; NGUYEN, D. V.; ROSTÁS, M.; BRAITHWAITE, M.; SOUZA, J. T.; JIMENEZ-BREMONT, J. F.; OHKURA, M.; STEWART, A.; MENDOZA-MENDOZA, A. Environmental growth conditions of *Trichoderma* spp. affects indole acetic acid derivatives, volatile organic 35 compounds, and plant growth promotion. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 8, p. 1-18, 2017.

OLIVEIRA, G. R. F.; SILVA, M. S.; PROENÇA, S. L.; BOSSOLANI, J. W.; CAMARGO, J. A.; FRANCO, F. S.; SÁ, M. E. Influência do *Bacillus subtilis* no controle biológico de nematoides e aspectos produtivos do feijoeiro. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 11, p. 47-58, 2017.

ONGENA, M.; JOURDAN, E.; ADAM, A.; PAQUOT, M.; BRANS, A.; JORIS, B.; ARPIGNY, J. L.; THONART, P. Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants. **Environmental Microbiology**, v. 9, p.1084-1090, 2007.

PALAZZINI, J. M.; RAMIREZ, M. L.; TORRES, A. M.; CHULZE, S. N. Potential biocontrol agents for *Fusarium* head blight and deoxynivalenol production in wheat. **Crop Protection**, v. 26, n. 11, p. 1702-1710, 2007.

PARNELL, J. J.; BERKA, R.; YOUNG, H. A.; STURINO, J. M.; KANG, Y.; BARNHART, D. M.; DILEO, M. V. From the lab to the farm: an industrial perspective of plant beneficial microorganisms. **Frontiers in plant Science**, v. 7, 2016, 12p.

PATIL, A. S.; PAIKRAO, H. M.; PATIL, S. R. *Passiflora foetida* Linn: a complete morphological and phytopharmacological review. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, New Delhi, India, v. 4, n. 1, p. 285-296, 2013.

PERUCH, A. A. M.; COLARICCIO, A.; BATISTA, D. C. Controle de doenças do maracujazeiro: situação atual e perspectivas. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 31, n.1, p. 37-40, 2018.

PREISIGKE, S. C.; VIAN, M. F.; ROSSI, A. A. B.; SERAFIM, M. E.; BARELLI, M. A. A.; LUZ, P. B.; ARAÚJO, K. L.; NEVES, L. G. Genetic variability of '*Passiflora*' spp. against collar rot disease, **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 1, 2015a.

PREISIGKE, S. C.; NEVES, L. G.; ARAÚJO, K. L.; BARBOSA, N. R.; SERAFIM, M. E.; KRAUSE, W. Multivariate analysis for the detection of *Passiflora* species resistant to collar rot. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 31, n. 6, p. 1700-1707, 2015b.

PREISIGKE, S. C.; SILVA, L. P.; SERAFIM, M. E.; BRUCKNER, C. H.; ARAÚJO, K. L.; NEVES, L. G. Seleção precoce de espécies de *Passiflora* resistente a fusariose. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 321-325, 2017.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011, 420 p.

RÍOS, E. L. V. Caracteres principales, ventajas y beneficios agrícolas que aporta el uso de *Trichoderma* como control biológico. **Agroecosistemas**, v. 2, n. 1, p. 254-264, 2014.

ROCHA SOBRINHO, G. G.; BRITO, N. D.; SANTOS, A.; NOVAES, Q. S. Atividade antagônica de *Bacillus subtilis* sobre dois isolados de *Fusarium solani* do maracujazeiro, por diferentes métodos, **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 28, p. 131, 2018.

RONCATTO, G.; ASSIS, G. M. L.; OLIVEIRA, T. K.; LESSA, L. S. Pegamento da enxertia em diferentes combinações de variedades e espécies utilizadas como copa e como porta-enxertos de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33 n. 3, p. 791-797, 2011.

RONCATTO, G.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C.; NOGUEIRA FILHO, G.C.; CENTURION, M.A.P.C.; FERREIRA, F.R. Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto à morte prematura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 552-554, 2004.

RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C. Enxertia do maracujazeiro. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro, Jaboticabal. **Resumos...** Jaboticabal: FUNEP, 1998, p. 70-92.

RYU, C. M.; FARAG, M. A.; HU, C.-H.; REDDY, M. S.; KLOEPPER, J. W.; PARÉ, P. W. Bacterial volatiles induce systemic resistance in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v. 134, p. 1017-1026, 2004.

SANTOS FILHO, H. P.; BARBOSA, F. F. L.; HADDAD, F. Doenças do

maracujazeiro causadas por fungos, oomicetos e bactérias. In: JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. de. **Maracujá do cultivo à comercialização**, Brasília – DF: EMBRAPA, p. 231-280, 2017.

SANTOS, C. H. B.; OLIVEIRA, E. J.; LARANJEIRA, F. F.; JESUS, O. N. D.; GIRARDI, E. A. L. Growth, fruit set, and fusariosis reaction of yellow passion fruit grafted onto *Passiflora* spp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, p. 1-5, 2016.

SANTOS, I. S.; NETO CRUZ, A. J.; SOARES, T. L.; JESUS, O. N. Influência da temperatura e do pH no crescimento micelial *in vitro* dos fungos causadores de fusariose do maracujazeiro. **8º Jornada Científica – Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2014. Disponível em:<www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1008964/1/14514.pdf> Acesso em: 24 de junho de 2019.

SANTOS, E. A.; SOUZA, M. M.; VIANA, A. P.; ALMEIDA, A. A. F.; FREITAS, J. C. O.; LAWINSCKY, P. R. Multivariate analysis of morphological characteristics of two species of passion flower with ornamental potential and of hybrids between them. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 4, p. 2457–2471, 2011.

SANTOS, H. A.; MELLO, S. C. M.; PEIXOTO, J. R. Associação de isolados de *Trichoderma* spp. e ácido indol-3-butírico (AIB) na promoção de enraizamento de estacas e crescimento de maracujazeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia - MG, v. 26, n. 6, p. 966-972, 2010.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.

SÃO JOSÉ. A. R.; BOMFIM, M. P.; HOJO, R. H.; ANGEL, D. N.; PIRES, M. de M. Doenças do maracujazeiro. In: PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A. R.; CONCEIÇÃO, A. O. **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**, Ilhéus: Editus, 2011, p. 115-146.

SHODA, M. Controle bacteriano das doenças das plantas, **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 89, n. 6, p. 515-521, 2000.

SIDRA - **Sistema IBGE de recuperação automática**: Produção Agrícola Municipal - Culturas Temporárias e Permanentes. 2017. Disponível em:<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2015_v42_br.pdf> Acesso em: 28 de maio de 2019.

SILVA, A. C.; LUCENA, C. C.; ALMEIDA, F. F. D.; VASCONCELLOS,

M. A. S. Crescimento e desenvolvimento de espécies passifloras. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISAS EM MARACUJAZEIRO, 4., 2005, Planaltina. **Anais...** Planaltina: Embrapa, 2005, p. 137-142.

SILVA, A. N.; AZEVEDO, G. B.; ROCHA SOBRINHO, G. G.; NOVAES, Q. S. Efeito de produtos químicos e de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium solani* do maracujazeiro. **Interciencia**, v. 39, n. 6, p. 398-403, 2014.

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

SILVA, R. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; AGUIAR, A. V. M.; FALEIRO, F. G.; CARDOSO, A. M. S.; MENDONÇA, V. Reaction of passion fruit cultivars in areas with fusariosis. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 2, p. 98-102, 2017.

SILVA, V. A.; ANTUNES, W. C.; GUIMARÃES, B. L. S.; PAIVA, R. M. C.; SILVA, V. F.; FERRÃO, M. A. G.; DAMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 05, p. 457-464, 2010.

SILVA, V. N.; GUZZO, S. D.; LUCON, C. M. M.; HAKAKAVA, R. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 46, n. 12, p. 1609-1618, 2011.

SMUCKER, A. J. M., ERICKSON, A. E. Anaerobic stimulation of root exudates and disease of peas. **Plant and Soil**, v. 99, p. 423-33, 1987.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**, 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 858 p.

TSAVKELOVA, E.A.; KLIMOVA, S. Y.; CHERDYNTSEVA, T. A.; NETRUSOV, A. I. Microbial producers of plant growth stimulators and their practical use: A review. **Applied Biochemistry and Microbiology**, v. 42, p. 117-126, 2006.

VAN NGUYEN, N.; KIM, Y. J.; OH, K. T.; JUNG, W. J.; PARK, R. D. Antifungal activity of chitinases from *Trichoderma aureoviride* DY-59 and *Rhizopus microsporus* VS-9. **Current Microbiology**, New York, v. 56, p. 28-32, 2008.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E. L.; MARRA, R.; WOO, S. L.; LORITO, M. *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40 p. 1-10, 2008.

WEINDLING, R.: Studies on a lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other fungi, **Phytopathology**, v. 24, p. 1153-1179, 1934.

YAO, A.; BOCHOW, H.; KARIMOV, S.; BOTUROV, U.; SANGINBOY, S.; SHARIPOV, A. Effect of FZB 24® *Bacillus subtilis* as a biofertilizer on cotton yields in field tests. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 39, p. 323-328, 2006.

YU, X., AI, C., XIN, L., ZHOU, G. The siderophore-producing bacterium, *Bacillus subtilis* CAS15, has a biocontrol effect on *Fusarium* wilt and promotes the growth of pepper. **European Journal of Soil Biology**, v. 47, p. 138-145, 2011.

ZUCARELI, C.; BARZAN, R. R.; SILVA, J. B.; CHAVES, D. P. Associação de fosfatos e inoculação com *Bacillus subtilis* e seu efeito no crescimento e desempenho produtivo do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n. 2, p. 189-195, 2018.