



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA AGROPECUÁRIA**

**KEYLA SOARES SILVA**

**POTENCIAL DE TRANSMISSÃO DO AGENTE CAUSAL DA  
MURCHA DE *Fusarium* DA BANANEIRA PELA BROCA-DO-  
RIZOMA**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2017**

**POTENCIAL DE TRANSMISSÃO DO AGENTE CAUSAL DA MURCHA DE  
*Fusarium* DA BANANEIRA PELA BROCA-DO-RIZOMA**

**Keyla Soares Silva**

Engenharia Agrônômica

Universidade do Estado da Bahia, 2004

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do curso de Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em defesa agropecuária do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

**Orientador:** Prof. Dra. Marilene Fancelli

**Coorientador:** Prof. Dr. Fernando Haddad

**Coorientador:** Prof. Dr. Abel Rebouças São José

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**

**2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

### FICHA CATALOGRÁFICA

S5861p	<p>Silva, Keyla Soares. Potencial de transmissão do agente causal da murcha de <i>Fusarium</i> da bananeira pela broca-do-rizoma / Keyla Soares Silva. Cruz das Almas, BA, 2017. 72f.; il.</p> <p>Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marilene Fancelli. Co-Orientador: Prof. Dr. Fernando Haddad Co-Orientador: Prof. Dr. Abel Rebouças São José</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária.</p> <p>1. Banana. 2. Bananeira – Cultivo 3. Bananeira – Pragas. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD: 634.772</p>
--------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

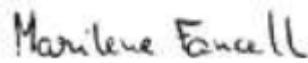
Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA AGROPECUÁRIA

**POTENCIAL DE TRANSMISSÃO DO AGENTE CAUSAL DA MURCHA DE  
*Fusarium* DA BANANEIRA PELA BROCA-DO-RIZOMA**

**Comissão Examinadora Da Defesa De Dissertação De  
Keyla Soares Silva**

Aprovada em 09 de setembro de 2017



Prof.<sup>a</sup> Dra Marilene Fancelli  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA  
Examinador Interno (Orientadora)

Dr. Leandro Souza Rocha  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA  
Examinador Interno

Prof.<sup>a</sup> Dra Suely Xavier de Brito Silva  
Agência de Defesa Agropecuária da Bahia – ADAB  
Examinador Externo

## **DEDICATÓRIA**

Este trabalho é dedicado aos estudantes, professores, pesquisadores, universidades, instituições de pesquisa, produtores rurais que de alguma forma necessitem deste material para melhorar o conhecimento e o desenvolvimento técnico-científico da bananicultura.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia – ADAB, Instituição à qual pertence, onde pude me realizar como profissional e me beneficiar das condições necessárias ao meu ingresso no Curso de Mestrado. Agradeço também aos colegas Engenheiros Agrônomos que me ajudaram com apoio em termos de conhecimento, entusiasmo e logística, como Lauro Novis, Armando Sá Nascimento Filho, Suely Brito, Alessandro Oliveira, Maria Aparecida e aos demais colegas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço, especialmente, à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pela oportunidade que me foi dada de ingressar no Curso de Mestrado Profissional.

Agradeço, ainda, à Embrapa Mandioca e Fruticultura, que me deu “régua e compasso” para levar a bom termo o experimento, auxiliando-me na elaboração estatística, na disponibilidade dos laboratórios de entomologia e fitopatologia cedidos para o desenvolvimento da pesquisa, assim como aos estagiários Danyelle, Rubem, Hernandis, Elisabeth e Marcela, sem me esquecer dos funcionários José e “Bizunga” nem do pesquisador Leandro Costa que teve um papel fundamental para que este trabalho acontecesse.

Agradeço, por fim, com maior gratidão ainda, a Dra. Marilene Fancelli, mestra e amiga, incomparável Orientadora e exemplar modelo de competência, que honrou, para sempre, minha vida, pessoal e profissional, ao me conduzir, pela mão, como só os pais fazem com seus filhos, ao possível êxito deste trabalho. Professora Marilene, “a gratidão é a memória do coração”.

## POTENCIAL DE TRANSMISSÃO DO AGENTE CAUSAL DA MURCHA DE *Fusarium* DA BANANEIRA PELA BROCA-DO-RIZOMA

**RESUMO:** A banana (*Musa* spp.) é uma das frutas mais consumidas no mundo. Ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas no Brasil. A Bahia é atualmente o maior produtor de banana do país. Entretanto, os entraves fitossanitários podem ocasionar prejuízos significativos, como é o caso da murcha de *Fusarium*, doença causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc). A infecção por esse patógeno provoca destruição do sistema vascular, com severo impacto sobre a produção. É de difícil erradicação devido a sua longevidade, pois tem a capacidade de sobreviver por vários anos no solo, sendo de fácil disseminação por meio dos esporos. Atualmente, a presença da broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*), inseto-praga bastante disseminado nos bananais do país, tem sido associada com o Foc, sendo que na Austrália esse inseto foi relacionado como vetor da raça tropical (TR4), patógeno de importância quarentenária para o Brasil. Considerando que a broca-do-rizoma da bananeira, ao se alimentar de rizomas de plantas infectadas, pode alojar os esporos do fungo causador da doença no seu corpo, sua ocorrência pode agravar o quadro da transmissão e dificultar o seu manejo. Dois experimentos foram realizados com os seguintes objetivos: (1) avaliar o potencial de transmissão do agente causal da murcha de *Fusarium* por adultos de *C. sordidus*; (2) verificar se existe associação entre *C. sordidus* e Foc e (3) avaliar a atratividade de diferentes partes de bananeiras sadias e infectadas pelo agente causal da murcha de *Fusarium* a *C. sordidus*. No primeiro experimento, quatro cultivares de bananeira (Grande Naine, Maçã, Prata Anã e Princesa) foram avaliadas quanto ao efeito da infestação por *C. sordidus* em associação ou não com Foc. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em parcelas subdivididas com dez repetições. Os tratamentos consistiram de: 1) testemunha, 2) infecção com Foc, 3) infestação por *C. sordidus*, 4) infestação por *C. sordidus* + Foc (internamente ao inseto) e 5) infestação por *C. sordidus* + Foc (externamente ao inseto). As variáveis avaliadas (altura de plantas, diâmetro do pseudocaule e número de folhas vivas) foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Verificou-se interação entre *C. sordidus* e Foc nas diferentes cultivares de bananeira testadas pela associação com o patógeno no corpo dos insetos. No segundo experimento, avaliou-se a atratividade de rizoma, pseudocaule e folhas de bananeiras cv. Maçã sadias e infectadas pelo Foc a fêmeas de *C. sordidus*. Os testes foram feitos em arenas em delineamento inteiramente casualizado com 36 repetições para cada parte da planta. Em cada arena, foram liberadas cinco fêmeas. A escolha das fêmeas foi observada após o período de 30 minutos. As variáveis avaliadas foram o número de insetos em cada um dos tratamentos e o número de insetos na área sem resposta. As médias dos dados foram submetidos ao teste t ( $p < 0,05$ ). Fêmeas de *C. sordidus* responderam positivamente ao pseudocaule e rizoma de bananeira. Por sua vez, o inseto foi menos atraído pelos odores de planta infectada. Esse resultado indica que a atratividade do inseto às plantas é mediada pelos compostos orgânicos voláteis. O conhecimento acerca do seu comportamento pode ser utilizado no monitoramento e controle da praga. Com o risco existente de uma possível introdução do Foc TR4, medidas de contingenciamento devem ser estabelecidas, uma vez que adultos de *C. sordidus* podem transportar esporos em seu exoesqueleto ou internamente, atuando como vetor do patógeno.

**Palavras Chave:** *Cosmopolites sordidus*; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; *Musa* spp.; praga presente; praga ausente.

## POTENTIAL FOR THE TRANSMISSION OF THE CAUSAL AGENT OF *Fusarium* WILT OF BANANA BY THE BANANA WEEVIL

**ABSTRACT:** Banana (*Musa* spp.) is one of the most consumed fruits in the world. It occupies the second place in volume of fruits produced in Brazil. Bahia is currently the largest banana producer in the country. However, phytosanitary constraints can cause significant losses, as is the case of *Fusarium* wilt, a disease caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc). Infection by this pathogen causes destruction of the vascular system, with severe impact on production. It is difficult to eradicate it due to its longevity, since it has the capacity to survive for several years in the soil, being easily disseminated through fungus spores. Presently, the presence of the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*), a widespread insect in all Brazilian banana plantations, has been associated with the causal agent of *Fusarium* wilt, and in Australia this insect has been related as a vector of tropical race (TR4), a pathogen of quarantine importance for Brazil. Whereas banana weevil, when fed on rhizomes of infected plants, may harbor the spores of the causal agent of the disease in its body, its occurrence may aggravate the disease transmission and may interfere with its management. Two experiments were carried out with the following objectives: (1) to evaluate the potential of transmission of the causal/agent of *Fusarium* wilt by *C. sordidus* adults; (2) to determine a possible association between *C. sordidus* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (3) to evaluate the attractiveness to *C. sordidus* of different, healthy and infected, banana plant parts regarding to *Fusarium* wilt. In the first experiment, four banana cultivars (Grande Naine, Maçã, Prata Anã and Princesa) were evaluated as for the infestation by *C. sordidus*, associated or not with Foc. A completely randomized design was used in a split-plot scheme with ten replicates. The treatments were: 1) control, 2) infection with Foc, 3) infestation by *C. sordidus*, 4) infestation by *C. sordidus* + Foc (internally to the insect) and 5) infestation by *C. sordidus* + Foc (externally to the insect). The evaluated variables (plant height, pseudostem diameter and number of alive leaves) were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test ( $p < 0.05$ ). There was an interaction between *C. sordidus* and Foc in the different banana cultivars tested by association with the pathogen in the body of the insects. In the second experiment, the attractiveness of rhizome, pseudostem and leaves of banana plants cv. Maçã, healthy and infected by Foc, to *C. sordidus* females was evaluated. The tests were done in arenas in a completely randomized design with 36 replicates for each part of the plant. In each arena, five females were released. The choice of females was observed after the 30-minute period. The variables evaluated were the number of insects in each of the treatments and the number of insects in the non-response area. The averages of the data were submitted to Student's t test ( $p < 0.05$ ). Females of *C. sordidus* responded positively to banana pseudostem and rhizome. In turn, the insect was less attracted by the odors of infected plant. This result indicates that the attractiveness of the insect to the plants is mediated by the volatile organic compounds. Knowledge about their behavior can be used to monitor and control the pest. With the existing risk of a possible introduction of Foc TR4, contingency measures should be established, since adults of *C. sordidus* can carry spores in their exoskeleton or internally, acting as vector of the pathogen.

**Key words:** *Cosmopolites sordidus*; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; *Musa* spp.; present pest; absent pest.



## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

Tabela 1. Altura das plantas (cm) ( $\pm$ epm) do genótipo Grande Naine em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	40
Tabela 2. Diâmetro do pseudocaule das plantas (cm) ( $\pm$ epm) do genótipo Grande Naine em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	41
Tabela 3. Número de folhas vivas ( $\pm$ epm) das plantas do genótipo Grande Naine em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	42
Tabela 4. Altura das plantas (cm) ( $\pm$ epm) do genótipo Maçã em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	44
Tabela 5. Diâmetro do pseudocaule das plantas (cm) ( $\pm$ epm) do genótipo Maçã em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	45
Tabela 6. Número de folhas vivas ( $\pm$ epm) das plantas do genótipo Maçã em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	46
Tabela 7. Altura das plantas (cm) ( $\pm$ epm) do genótipo Prata Anã em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	47
Tabela 8. Diâmetro do pseudocaule das plantas (cm) ( $\pm$ epm) do genótipo Prata Anã em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	48
Tabela 9. Número de folhas vivas ( $\pm$ epm) das plantas do genótipo Prata Anã em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	50
Tabela 10. Altura das plantas (cm) ( $\pm$ epm) do genótipo Princesa em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	52
Tabela 11. Diâmetro do pseudocaule das plantas (cm) ( $\pm$ epm) do genótipo Princesa em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação.....	52
Tabela 12. Número de folhas vivas ( $\pm$ epm) das plantas do genótipo Princesa em função de tratamentos de infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> e/ou inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cupense</i> em cinco datas de avaliação. As maiores médias foram observadas nas duas prime.....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Galerias no rizoma causadas por <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	18
Figura 2. Adulto de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	19
Figura 3. Larva de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	19
Figura 4. Pupa de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	19
Figura 5. Ciclo biológico de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	20
Figura 6. Distribuição das regiões com maior número de culturas agrícolas ameaçadas e localização de possíveis vias de acesso das principais pragas quarentenárias no Brasil.	30
Figura 7. Distribuição do Foc TR4 pelo mundo. ....	31

## ARTIGO 2

Figura 1. Porcentagem média ( $\pm$ epm) de fêmeas de <i>Cosmopolites sordidus</i> em resposta a voláteis de rizoma, pseudocaule e folha de bananeira.....	64
Figura 2. Número de vezes e porcentagem de escolha de fêmeas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por rizoma (a), pseudocaule (b) e folha sadia e de planta infectada pelo Foc (c). .....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
ARP	Análise de Risco de Praga
BDA	Batata-Dextrose-Ágar
CG-EAG	Cromatografia gasosa acoplada à eletroantenografia
CIPV	Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais
<i>Et al.</i>	E outros
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
<i>F. sp.</i>	<i>Forma specialis</i>
Foc	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase (“Polymerase Chain Reaction”)
VCG	Grupos de Compatibilidade Vegetativa (“Vegetative Compatibility Groups”)

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	OBJETIVOS .....	15
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3.	REVISÃO DE LITERATURA .....	16
3.1	A BANANICULTURA.....	16
3.1.1	Visão geral da cultura da bananeira.....	16
3.1.2	Importância econômica.....	16
3.2	<i>Cosmopolites sordidus</i> .....	17
3.2.1	Descrição, aspectos biológicos e comportamentais .....	17
3.2.2	Danos, importância econômica e controle.....	21
3.3	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i> cubense</i> .....	24
3.4	RELAÇÃO ENTRE <i>Cosmopolites sordidus</i> e <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i> cubense</i> ..	27
3.5	O PAPEL DA DEFESA SANITÁRIA VEGETAL.....	28
3.5.1	Invasão biológica .....	29
ARTIGO 1	.....	32
ARTIGO 2	.....	59
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	69
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70

## 1 INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp.*) é uma das frutas mais consumidas e cultivadas no mundo, e consiste na base econômica de diversos países. As áreas de produção concentram-se, principalmente, nos países em desenvolvimento, situados em zonas tropicais e subtropicais (GUERRA et al., 2009).

A FAO (2014) divulgou que dos 106 milhões, que tornam a fruta a primeira do “ranking” mundial em produção, sete milhões são originados do Brasil. Há registros de seu cultivo em todos os estados brasileiros, onde é produzida tanto em grandes áreas empresariais como em minifúndios por pequenos agricultores.

O estado da Bahia é o maior produtor brasileiro de banana, tendo como pólos produtores o Baixo Sul e Oeste, seguido de São Paulo, Minas Gerais e Santa Catarina (IBGE, 2015).

Embora o Brasil figure como um grande produtor e consumidor, a bananicultura enfrenta problemas em toda sua cadeia, desde o plantio à pós-colheita e comercialização. Um dos principais fatores de perda está relacionado com aspectos fitossanitários.

Dentre as diversas restrições para a conquista de novos mercados, há a incidência de pragas que podem atacar todas as partes da planta e frutos e a relação direta com o uso de agrotóxicos e os seus resíduos, os quais são objeto de vigilância permanente (CORDEIRO; SILVA, 2000).

As pragas podem disseminar-se de uma região para outra por caminhos naturais ou ainda por vias criadas pelo homem.

Nesse cenário, cita-se a murcha de *Fusarium*, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), considerada uma das pragas mais destrutivas da bananeira (PLOETZ, 2005).

Por sua vez, o inseto conhecido como broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*), é considerado limitante à produção, encontrando-se distribuído praticamente em todas as regiões onde se cultiva a bananeira (FANCELLI; ALVES, 2001; GALLO et al., 2002). Sua importância se deve à fase larval do inseto que, ao se alimentar, abre galerias no interior do rizoma, onde são armazenadas reservas para o desenvolvimento das plantas. Assim, o ataque do inseto debilita as bananeiras tornando-as mais sensíveis ao tombamento, sobretudo para aquelas que se

encontram na fase de frutificação (GOLD et al., 2001; MESQUITA, 2003; FANCELLI, 2004).

Além de afetar o desenvolvimento das plantas e de diminuir a produtividade, as galerias abertas pela larva do inseto favorecem a infecção por agentes externos como microrganismos fitopatogênicos, a exemplo do Foc (CORDEIRO,1997; PEREIRA et al.,1999; GALLO et al.; 2002).

Entretanto, Meldrum et al. (2013) associaram também a presença do inseto adulto com a disseminação de esporos de Foc raça 4 (TR4), considerada ausente para o Brasil.

Assim, evidencia-se a importância do estudo do potencial de transmissão do Foc pela broca-do-rizoma e interação entre esses organismos, de forma a subsidiar o manejo do inseto em cultivos de bananeiras visando à minimização do impacto da murcha de *Fusarium* nos bananais na iminência de entrada do Foc TR4 no Brasil.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial de transmissão do agente causal da murcha de *Fusarium* por adultos de *Cosmopolites sordidus* para diferentes cultivares de bananeira.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar possível associação entre *Cosmopolites sordidus* e o agente causal da murcha de *Fusarium* em diferentes cultivares de bananeira (Grande Naine, Maçã, Prata Anã e Princesa).
- Avaliar a atratividade de rizoma, pseudocaule e folhas de bananeira de plantas sadias e infectadas da cultivar Maçã pelo agente causal da murcha de *Fusarium* sobre adultos de *C. sordidus*.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 A BANANICULTURA

##### 3.1.1 Visão geral da cultura da bananeira

De acordo com Dantas, Soares Filho (2000), a bananeira produtora de frutos comestíveis, é uma planta da classe das Monocotyledoneae, ordem Scitaminales, família Musaceae, da qual fazem parte as subfamílias Heliconioideae, Strelitzioideae e Musoideae, esta última inclui os gêneros *Ensete* e *Musa*. A classificação proposta por Cheesman (1948) para o gênero *Musa* é a aceita atualmente no mundo inteiro, baseia-se no número básico de cromossomos onde as espécies com  $n=10$  pertencem às seções *Australimusa* e *Callimusa* e espécies com  $n=11$  cromossomos integram as seções *Rhodochlamys* e (Eu-) *Musa*, sendo estas as que apresentam potencialidade como germoplasma útil ao melhoramento genético das variedades cultivadas.

A maior parte das cultivares de bananeira teve origem na Ásia, e evoluiu a partir das espécies diploides selvagens *M. acuminata* e *M. balbisiana*. Apresenta três níveis cromossômicos distintos: diploide, triploide e tetraploide, os quais correspondem, respectivamente, a dois, três e quatro múltiplos do número básico ou genoma de 11 cromossomos ( $x = n$ ) (DANTAS; SOARES FILHO, 2000).

O gênero *Musa* é o mais representativo, pois possui genomas A e B, que deu origem à maioria das bananeiras comestíveis, resultado da combinação desses genomas (SILVA, 2006). As bananeiras triploides são as mais comercializadas, devido às suas características agronômicas favoráveis, como porte adequado, maior produtividade, resistência ao despencamento e arqueamento das folhas (STOVER; SIMMONDS, 1987).

##### 3.1.2 Importância econômica

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2015), o valor da produção de 22 espécies frutíferas brasileiras é de R\$ 26,5 bilhões, com destaque para a banana, com R\$ 5,8 milhões (3,9% maior que em 2014). Esse dado



mostra a importância do cultivo da bananeira para o agronegócio no Brasil, visto que essa fruteira ocupa as primeiras posições no “ranking” de frutas produzidas e colhidas no país, sendo cultivada em todas as regiões (FERREIRA et al., 2015).

A Bahia é o maior Estado produtor de banana do país, as maiores áreas de produção ficam no Baixo Sul, com áreas plantadas de aproximadamente 16,5 mil hectares e produção de 285 mil toneladas. São plantios conduzidos por pequenos produtores e muitas vezes, ocorrem em associação com outros produtos agrícolas como: café, cacau, inhame, entre outros (BORGES, 2015).

Segundo dados da Agrolink (2017), o Projeto de irrigação, conhecido como “Formoso” que abrange a Região de Bom Jesus da Lapa, reúne mais de 2 mil produtores rurais e gera mais de 23 mil empregos diretos e indiretos. Esses dados apontam para o cultivo da principal cultura produzida no projeto, a bananeira, que representa mais de 90% de toda a produção do perímetro e equivale a um aumento no valor bruto da produção no ano de 2016 para 58% comparado com o ano anterior.

Embora o Brasil figure como um grande produtor e consumidor de banana, problemas fitossanitários podem ocasionar perdas significativas aos bananais. De acordo com Cordeiro, Silva (2000), a presença de pragas constitui motivo de preocupação para o agricultor por apresentar uma ameaça constante à produção dessa fruta. Nesse sentido, o homem vem desempenhando um papel de destaque devido à expansão dos movimentos migratórios das populações, à intensificação do comércio internacional e ao progresso dos meios de transporte, fatos que ampliaram os riscos de disseminação de pragas (CORDEIRO; SILVA, 2000).

### 3.2 *Cosmopolites sordidus*

#### 3.2.1 Descrição, aspectos biológicos e comportamentais

*Cosmopolites sordidus* é considerado o principal inseto-praga da cultura da bananeira (praga-chave), e encontra-se distribuído praticamente em todas as regiões onde se cultiva essa fruteira (FANCELLI; ALVES, 2001; GALLO et al., 2002). É considerado como praga específica do gênero *Musa* e *Ensete* (CHAMPION, 1963; BATISTA FILHO et al., 2002).

A broca-do-rizoma da bananeira atualmente está identificado como inseto da ordem Coleoptera, família Curculionidae, subfamília Rhynchophorinae e gênero *Cosmopolites* (FANCELLI, 1999; FANCELLI; ALVES, 2001; GALLO et al., 2002; GOLD et al., 2002).

A espécie é originária da região Indo-Malaia, mesma origem das bananeiras, sendo sua distribuição geográfica condicionada à ocorrência dessa planta. O primeiro relato do inseto como praga foi em 1900 na Indonésia, China e Austrália. Desde então, distribuiu-se para todos os países produtores de banana. Presume-se que essa praga tenha se dispersado para outras regiões tropicais e subtropicais do mundo por meio do movimento de mudas infestadas (CARBALO, 2001).

No Brasil, o primeiro registro da espécie ocorreu no Rio de Janeiro/RJ e Campos/SP, em 1900 (ARLEU, 1985; SUPPLY FILHO; SAMPAIO; 1982).

A broca-do-rizoma da bananeira pode provocar perdas de até 80% na produção. As larvas são causadoras dos danos por produzirem galerias no rizoma (Figura 1), enfraquecendo a planta e reduzindo o peso do cacho, que acaba tombando pela ação do vento.

**Figura 1.** Galerias no rizoma causadas por *Cosmopolites sordidus*.



Fonte: Keyla Soares Silva. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2017.

São insetos holometabólicos, que possuem metamorfose completa. O adulto mede de 9 a 13 mm de comprimento e 3 a 5 mm de largura. Apresenta coloração preta (Figura 2), pontuações em quase todo o corpo e estrias longitudinais nos élitros (FANCELLI, 1999; GALLO et al., 2002). Sua cabeça é pequena quando comparada ao resto do corpo, as antenas são genículo-clavadas e as peças bucais ficam localizadas na parte apical do rostro (GALLO et al., 2002).

A fêmea geralmente oviposita em bananeiras que já frutificaram. Os ovos são colocados isolados na base dos pseudocaulos, ou nestes já cortados (GALLO et al., 2002). Segundo Gold et al. (2002), a taxa de oviposição é de 4,8 ovos/fêmea/mês, com total de 100 ovos/fêmea. A oviposição ocorre durante todo o ano, em períodos de baixa pluviosidade a atividade do inseto diminui (VALLEJO et al., 2007).

**Figura 2.** Adulto de *Cosmopolites sordidus*.



Fonte: Fonte: Nilton Fritzon Sanches, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2007.

As larvas são ápodas, enrugadas, com cabeça marrom avermelhada e resto do corpo esbranquiçado (Figura 3). Abrem galerias no rizoma, e quando completamente desenvolvidas medem 12 mm de comprimento por 5 mm de largura, quando saem das galerias para empuparem na superfície externa do rizoma (Figura 4) (SUPLICY FILHO; SAMPAIO; 1982; CARBALLO, 2001; GALLO et al., 2002). As larvas se alimentam dos tecidos vivos da planta, escavando galerias, com o aparelho bucal, ao longo do rizoma e na parte inferior do pseudocaulo. Movimentam-se com contrações rítmicas dos seus segmentos torácicos. É nessa fase do inseto que ocorrem os danos diretos causados às plantas (SUPLICY FILHO; SAMPAIO; 1982; CARBALLO, 2001).

**Figura 3.** Larva de *Cosmopolites sordidus*.



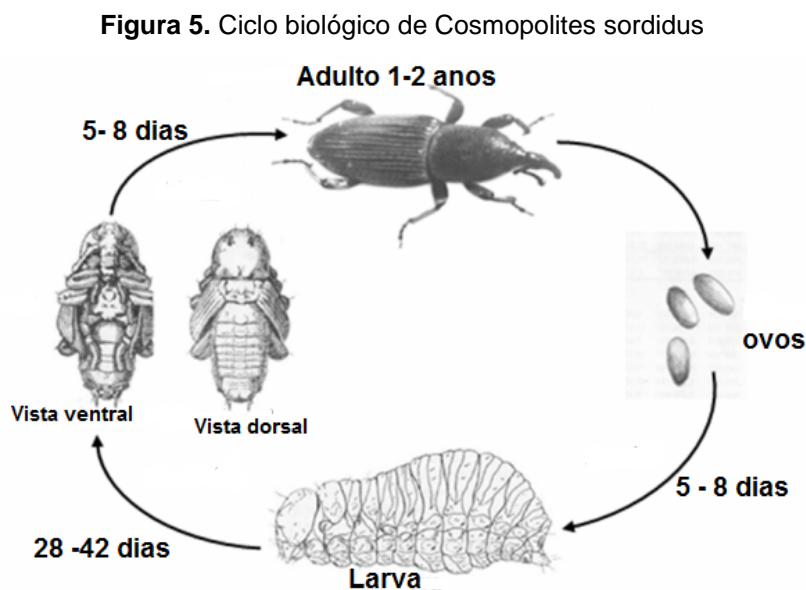
Fonte: Keyla Soares Silva, Embrapa

**Figura 4.** Pupa de *Cosmopolites sordidus*.



Fonte: Keyla Soares Silva, Embrapa Mandioca e

A eclosão das larvas ocorre cerca de 7 dias após a oviposição, e a duração da fase larval varia de 28 a 42 dias, de acordo com a cultivar e as condições ambientais. O período de pupa é de aproximadamente 7 dias (TINZAARA et al., 1998) (Figura 5). Os adultos apresentam geralmente longevidade de 1 a 2 anos, mas podem sobreviver até 4 anos (GOLD, 2000) (Figura 5).



. Fonte: Tinzaara et al. (1999).

De acordo com Gallo et al. (2002), esse inseto possui hábitos noturnos, movimentos lentos, abrigando-se da luz nas touceiras, próximo ao solo, entre as bainhas das folhas e restos vegetais das plantas. Também Gold et al. (2002) sugeriram que essa espécie é mais ativa à noite, com maior atividade entre 21 h e 4 h, enquanto que durante o dia são sedentários, apresentando comportamento detanatose (se fingir de morto), quando sob ameaça, e hábito gregário. Este comportamento de agregação foi estudado por Viana (1992) e Viana e Vilela (1996), quando descobriram que a atratividade entre os adultos desses insetos é devida à ação de semioquímicos.

Os adultos possuem vida livre, e são encontrados preferencialmente em cultivos de bananeiras, conforme afirmam Gold, Messiaen (2000). Quanto à estratégia reprodutiva, a espécie pode ser classificada como estrategista "K" clássico, apresentando comportamentos como: longo tempo de desenvolvimento, baixa taxa reprodutiva, descendentes de maior tamanho e em menor número; maior

investimento em sobrevivência devido à intensa competição (MACARTHUR; WILSON, 1967).

Embora possuam asas funcionais, raramente voam. Sua dispersão é comum pelo movimento de material de plantio infestado contendo ovos, larvas, pupas ou adultos. Os adultos também podem se mover a longas distâncias segundo o registro de Silva (1985), podendo contribuir para infestações de culturas vizinhas (GOLD et al., 2002). Os estímulos químicos, conforme evidenciado por Cuillé (1950) são muito importantes para este inseto nos processos de localização do hospedeiro, em que a percepção do odor liberado pelos tecidos da bananeira orienta os insetos nos processos de oviposição, alimentação e abrigo. O estudo do efeito desses compostos, em interação com os feromônios de agregação produzidos pelos machos, serve de base para trabalhos envolvendo semioquímicos, os quais podem ser aplicados ao controle do inseto como o feromônio sintético Cosmolure® (CERDA et al., 1996; GOLD et al., 2002).

### 3.2.2 Danos, importância econômica e controle

As larvas fazem galerias no rizoma, debilitando as plantas e tornando-as mais sensíveis ao tombamento, sobretudo em plantas com cacho. As galerias também favorecem a penetração de patógenos nas áreas atacadas, causando podridões e morte das plantas. Plantas infestadas, em geral, apresentam desenvolvimento limitado, amarelecimento das folhas com posterior secamento, ausência de frutificação e morte da gema apical, principalmente em plantas jovens (FANCELLI et al., 2000). Em algumas regiões, as altas populações de brocas encontradas nos bananais podem reduzir a produção em 80% (BARBOSA, 2009).

Danos indiretos também são favorecidos pelas galerias provocadas pela larva do inseto, como o favorecimento à penetração de patógenos nas áreas atacadas, causando podridões e morte da planta. Quanto à suscetibilidade à broca, é visto que:

A resistência de plantas a insetos é considerada uma estratégia segura e durável para o controle de *C. sordidus*. Embora, em condições de campo, todas as variedades sejam infestadas, existem trabalhos que mostram diferenças quanto ao desenvolvimento, à sobrevivência e à atratividade para a oviposição em função dos genótipos utilizados. Em condições de laboratório, alguns autores constataram prolongamento no desenvolvimento larval do inseto quando alimentado com rizomas da cultivar Prata Santa Maria

e redução na duração dessa fase com as variedades Terra e Mysore. A generalização sobre a suscetibilidade de um determinado grupo genômico exige cautela, entretanto, de maneira geral, a utilização de determinadas cultivares como Terra, D'Angola, Nanica e Nanicão requer maior intensidade no manejo da praga do que outras como Prata, Prata-anã, Pacovan, Maçã e Mysore. (FANCELLI; MESQUITA, 2000)

A principal forma de dispersão da broca-do-rizoma é por meio das mudas infestadas. Assim, a origem do material de propagação é fundamental para o sucesso do empreendimento.

Mesquita (2003) relata que uma das formas de controlar a incidência do inseto pode ser feita por meio de armadilhas atrativas tipo “telha” e “queijo”, as quais são empregadas também para amostragem de adultos. Têm como base a atração exercida pelas substâncias presentes no pseudocaulo e rizoma da bananeira.

O controle químico, por meio do uso de agrotóxicos é ainda amplamente utilizado, de acordo com Gallo et al. (2002). Entretanto, devido ao desenvolvimento de resistência de *C. sordidus* a produtos organofosforados e carbamatos (COLLINS, et al., 1991), evidencia-se a necessidade de medidas alternativas ao controle dessa praga. Além disso, o largo espectro de ação desses e de outros inseticidas pode trazer sérias complicações ambientais, como o aparecimento de pragas secundárias, morte dos insetos predadores e a contaminação ambiental em si, pela incorporação na cadeia alimentar, pois muitos possuem capacidade de translocação até os frutos que são comercializados *in natura* (FERREIRA, 1993; LARA et al., 2000).

Diante da demanda por produtos mais seguros e ecologicamente corretos, o uso de fungos entomopatogênicos para o controle das pragas é uma alternativa viável para reduzir os impactos ambientais causados por inseticidas (FANCELLI et al., 2004). Cita-se por exemplo, a utilização de *Beauveria bassiana*, que apresenta vantagens no controle da broca-do-rizoma, tanto pela redução nos riscos de intoxicação e resíduos, como pela segurança ao agroecossistema (MESQUITA, 2003).

Fancelli et al. (2004) estudaram o controle de *C. sordidus* utilizando três isolados de *B. bassiana* e verificaram que os tratamentos com o fungo foram superiores quando comparados à testemunha, porém inferiores aos resultados obtidos como tratamento químico. Os autores ressaltaram, no entanto, que, apesar da menor mortalidade de insetos pelo fungo em comparação com o controle químico, deve-se mencionar que o adulto, após a contaminação com os conídios permanece vivo, auxiliando a dispersar o entomopatógeno.

Em relação ao controle comportamental, segundo Mesquita (2003), a emissão de uma substância volátil de agregação emitida pelos machos foi detectada por volta de 1993. Entre seis compostos voláteis liberados pelos machos, o principal foi isolado e teve sua estrutura estereoquímica decifrada, o que resultou em mais uma alternativa de controle do inseto (BEAUHAIRE et al., 1995). Na sequência de estudos, sintetizaram os constituintes do feromônio de agregação emitido pelo macho; o composto passou a ser conhecido como sordidina e teve sua atividade biológica comprovada em laboratório, por cromatografia gasosa acoplada a detector eletroantenográfico (CG-EAD), como também em campo, no mesmo ano, pelos mesmos autores inicialmente citados.

Mendonça et al. (1999) verificaram que o feromônio liberado pelos machos é mais atrativo que o liberado pelas fêmeas, evidenciando que esse é o responsável pela agregação em massa em torno da fonte de alimento. Na Costa Rica, verificou-se que a taxa de captura diminuiu para mais de 75% após 10-12 meses de observação. Com o uso desse produto, os danos nos rizomas decresceram de 61%-64% durante o experimento; sendo que o vigor das plantas, o peso dos cachos e a produtividade aumentaram nas parcelas onde se fez uso do feromônio (MESQUITA, 2003).

Com os avanços na área de melhoramento genético de plantas, o uso de variedades resistentes como forma de controle de pragas e doenças tem sido uma das medidas de ação na produção integrada de várias espécies frutícolas. Fancelli (1999) afirma que apesar de todas as variedades de banana serem infestadas por *C. sordidus*, o grau de infestação varia em função da variedade utilizada.

O uso da propagação *in vitro* tem sido apontado como a técnica mais segura para a sanidade inicial do pomar, postergando, no mínimo, a incidência de *C. sordidus* no bananal (GOLD; MESSIAEN, 2000; MESQUITA, 2003). A exemplo, o trabalho de Lins et al. (2013), que estudando a infestação dessa espécie em diversas variedades de bananeira, plantadas com mudas de cultivo *in vitro*, inclusive algumas já reconhecidamente mais susceptíveis (Grande Naine), não verificaram, no período do estabelecimento da cultura na primeira colheita, danos da broca-do-rizoma pelo método de Mesquita (2003).

Assim, os métodos de controle cultural que se baseiam na destruição dos restos de cultura, na utilização de mudas micropropagadas tratadas com inseticidas e no uso de armadilhas vegetais são os mais recomendados aos produtores de banana.

### 3.3 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

A murcha de *Fusarium* da bananeira, mal-do-Panamá ou fusariose é uma doença endêmica em todas as regiões produtoras de banana, sendo citada como uma das seis mais importantes doenças de plantas cultivadas, responsável por perdas econômicas na ordem de bilhões de dólares (PLOETZ, 2005). Foi relatado seu primeiro registro na Austrália. No Brasil, a doença foi observada em 1930, em Piracicaba, SP e, em apenas 3 a 4 anos, dizimou cerca de um milhão de plantas da cultivar Maçã (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005).

O fungo *Fusarium oxysporum* é um complexo de espécies de fungos anamórficos, filamentosos, morfologicamente indiferenciados com saprófitas, antagonistas e patógenos para plantas, animais e humanos (O'DONNELL; CIGELNICK, 1998). No caso dos agentes patogênicos das plantas, estes causam principalmente murchamento, amorteimento, necrose e podridões das raízes e órgãos. Do ponto de vista agrícola e econômico, é o táxon mais importante de *Fusarium* (PLOETZ, 2006).

O gênero *Fusarium* é subdividido em seções, *forma specialis* (f. sp.) e raças fisiológicas. Isolados patogênicos de *F. oxysporum* são morfologicamente semelhantes, no entanto, diferem na especificidade em infectar hospedeiros distintos, sendo denominados de f. sp. (MICHIELSE; REP, 2009). Quando Snyder e Hansen (1940) desenvolveram o sistema especializado *formae*, todas as espécies do complexo *Fusarium oxysporum* que produziram sintomas de murcha em *Musa* foram renomeadas como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc). Estudos filogenéticos revelaram que Foc é um fungo polifilético assexuado com várias cepas devido à evolução convergente (BENTLEY et al., 1998; O'DONNELL et al., 1998; PLOETZ, 2006; FOURIE et al., 2011). Dentro de f. sp., há uma subdivisão denominada raça. Este conceito é baseado em descoberta de maiores detalhes quando à susceptibilidade do hospedeiro a todos os tipos clonais distintos do isolado patogênico (SMITH, 2007).

Foc é um patógeno com alto potencial evolutivo, uma vez que já foram relatados 21 grupos de compatibilidade vegetativa (VCG – Vegetative Compatibility Groups) e três raças fisiológicas que afetam a bananeira (PLOETZ, 2006). Pelo sistema atual de classificação, a estrutura das raças de Foc em bananeira segue os seguintes critérios de acordo com as cultivares diferenciadoras: raça 1 infecta 'Gros Michel' e



'Maçã,' raça 2 infecta 'Bluggoe' e outras bananeiras de cocção e a raça 4 afeta as variedades do grupo Cavendish em condições subtropicais (ocorrendo na Austrália e África do Sul principalmente) ou tropicais (PLOETZ, 1990).

Se a raça 4 fosse estabelecida nas Américas, a produção de bananas "Cavendish" poderia ser dizimada (PLOETZ, 2006). Sua distribuição global tem um importante componente antropogênico: os rizomas infectados ou usados para o material de plantação foram introduzidos em novas áreas com material de plantio convencional (PLOETZ; PEGG, 2000).

Independentemente da ameaça que representa a TR4, a murcha de *Fusarium* é de extrema importância para o Brasil, pois as cultivares mais consumidas no país (subgrupo Prata) apresentam suscetibilidade à doença, fato que também pode estar relacionado a condições edafoclimáticas adversas (DALY; WALDUCK, 2006; PLOETZ, 2006). Já a raça 3 é registrada em plantas da família Heliconiaceae (PEREIRA et al., 2005).

No Brasil, as variedades como a Maçã são altamente susceptíveis e Prata Comum e Prata Anã são consideradas susceptíveis (CORDEIRO et al., 2004).

Conforme destacado por Groenewald (2006), *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* apresenta três tipos de esporos assexuais: microconídios, macroconídios e clamidósporos. Os dois iniciais são estruturas reprodutivas formadas quando as condições são favoráveis; e os clamidósporos são estruturas de resistência formadas por micélios ou macroconídios, sendo essa a estrutura que vai favorecer a sobrevivência desse fungo na ausência do hospedeiro, até ser estimulado a germinar. Em estágio avançado da doença, o patógeno se desenvolve externamente ao sistema vascular, em células adjacentes do parênquima (GROENEWALD, 2006). A quantidade de macroconídios varia bastante, sendo produzidos no ápice dos conidióforos ou na superfície de esporodóquios, apresentando formato fusóide, com paredes finas e extremidades pontiagudas (AGRIOS, 2005; FOURIE et al., 2011). Os clamidósporos de *F. oxysporum* podem ter uma ou duas células e são considerados esporos de resistência do patógeno, podendo permanecer viáveis no solo na ausência do hospedeiro por mais de 30 anos. Por isso é importante a adoção de medidas que impeçam a entrada do fungo em áreas onde ainda não foi constatada a doença (KUROZAWA; PAVAN, 2005)

Como se trata de um fungo de solo, de acordo com Furtado et al. (2009), qualquer modificação nesse espaço pode influenciar no desenvolvimento ou não da doença.

A murcha de *Fusarium* pode ser disseminada facilmente por se tratar de um fungo que libera esporos, sendo as principais formas através do contato da raiz de uma planta infectada com a raiz de uma planta sadia, utilização de ferramentas de cultivo contaminadas, água de irrigação, pelo homem, por animais e insetos, ou até mesmo pelo ar (CORDEIRO, 2005).

Os principais fatores do solo que contribuem para a manifestação da doença são fatores químicos (pH, cálcio trocável, magnésio, alumínio, potássio), matéria orgânica, grau de umidade e compactação, além da textura e estrutura do mesmo.

A murcha de *Fusarium* produz dois tipos de sintomas externos: "síndrome da folha amarela" e "síndrome da folha verde" (STOVER, 1962; PÉREZ-VICENTE, 2004).

Síndrome da folha amarela é o sintoma mais marcante e clássico do *Fusarium* na bananeira, caracteriza-se pela borda amarelada em folhas mais velhas que às vezes podem ser confundidas com deficiência de potássio, especialmente em seca e ambiente frio. O amarelecimento das folhas avança das mais velhas para as mais jovens. Na síndrome da folha verde, em contraste com a síndrome da folha amarela, as folhas das plantas afetadas em algumas cultivares acabam por permanecer predominantemente verdes até que os pecíolos se dobrem e entrem em colapso.

Uma planta de bananeira susceptível infectada com o Foc raramente se recuperará. Embora possa ocorrer, o crescimento é pobre e a planta mãe produz muitos brotos infectados antes de morrer. À medida que a planta morre, o fungo cresce fora do xilema nos tecidos circundantes e desenvolve clamidoses abundantes que permanecem no solo quando a planta se decompõe. O Foc coloniza e persiste em raízes secundárias do hospedeiro, incluindo as relacionadas à bananeira e algumas espécies de plantas daninhas, embora essas plantas permaneçam assintomáticas no campo.

Não há diferenças nos sintomas entre diferentes *F. oxysporum* f. sp. Assim, as raças não podem ser diferenciadas com base em sintomas induzidos pela doença (STOVER, 1962; PLOETZ, 1990; PLOETZ; PEGG, 2000; DITA et al., 2013).

O primeiro sintoma interno é a coloração pardo-avermelhada no xilema das raízes laterais e, posteriormente, na raiz principal (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005; PLOETZ, 2006). Com a progressão da doença, ocorre um amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas. As folhas murcham, secam e quebram junto ao pseudocaule. Em consequência, as folhas ficam pendentes, o que dá a planta um formato de guarda-chuva (CORDEIRO; MATOS; FILHO, 2004;

CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2005). As plantas infectadas raramente produzem cachos comerciais. Apesar de não serem observados sintomas nos frutos, toxinas do patógeno estão presentes. Outra forma de observar os sintomas internos é fazendo cortes transversais do pseudocaule e rizoma, que vão apresentar descoloração vascular interna (PEREIRA et al., 2005; LI et al., 2013).

Medidas de controle físicas, químicas e biológicas não são eficazes. O uso de variedades resistentes associados à adoção de boas práticas culturais é a medida de controle mais eficaz (PLOETZ, 2006).

### 3.4 RELAÇÃO ENTRE *Cosmopolites sordidus* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Conforme mencionado anteriormente, a murcha de *Fusarium* é considerada uma das doenças mais destrutivas na história da agricultura (STOVER; SIMMONDS, 1987).

Ploetz, Pegg (1999) afirmam que a raça tropical 4 (TR4) é uma das principais ameaças à bananicultura brasileira. Essa raça foi identificada em 1997 na Austrália (CONDÉ; PITKETHLEY, 2001). Desde então vem causando prejuízos na região. Foc TR4 é capaz de matar as plantas e espalhar-se rapidamente pelas áreas que produzem banana (MOLINA et al., 2008).

Fatores conhecidos que contribuem para a disseminação do Foc incluem movimentos mecânicos de solo contaminado, em máquinas e calçados (MOORE et al., 2001). Há também a possibilidade da associação com vetores como insetos, especialmente *Cosmopolites sordidus*.

Meldrum et al. (2013) relataram em trabalhos realizados na Austrália que, embora o Foc TR4 não tenha sido encontrado nas seções internas de adultos de *C. sordidus*, esporos do fungo foram detectados em lavagens externas desses insetos. Dessa forma, é concebível que o inseto possa ser um vetor do Foc TR4. GOLD; BAGABE, (1997), descrevem que esses insetos são capazes de se deslocarem por 35 metros em 3 dias, e assim, têm condições de se deslocarem entre áreas livres do Foc TR4 e 826 áreas infectadas, contribuindo para a dispersão a longa distância da doença.

O padrão de propagação do Foc TR4 nas plantações de bananeira não é consistente com a disseminação somente planta a planta. Parece provável que um

vetor possa estar envolvido na disseminação nas plantações, por isso, deve ser dada uma relevante consideração ao controle de *C. sordidus* nessas plantações (DE MARZO et al., 1993).

Portanto, planos de contingenciamento do Foc TR4 nas plantações devem levar em consideração a presença de *C. sordidus* e seu possível papel como vetor da doença, tanto na Austrália como em todo o mundo (MELDRUM et al., 2013). Esses autores sugerem que o controle de *C. sordidus* pode potencialmente levar a uma diminuição na dispersão em longo prazo do agente patogênico e assim evitar a introdução da doença em plantações não afetadas.

### 3.5 O PAPEL DA DEFESA SANITÁRIA VEGETAL

Com a expansão dos movimentos migratórios das populações, a intensificação do comércio internacional e o progresso dos meios de transporte (terrestre, marítimo e aéreo), houve aumento substancial dos riscos de disseminação de pragas. No início do século, os países passaram a adotar maior controle sanitário, a fim de evitar o ingresso e o estabelecimento de pragas exóticas. O conjunto de práticas, medidas ou métodos para impedir a introdução e o estabelecimento, bem como controlar essas pragas constitui o que se denomina defesa sanitária vegetal, quarentena vegetal ou fitossanidade (CORDEIRO; SILVA, 2000).

Com a intensificação do comércio de frutas, o final do século passado foi marcado pela intensificação do trânsito de pessoas e de mercadorias, aumentando sobremaneira o risco de disseminação de pragas e conseqüentemente, expondo o segmento da agropecuária a severos danos econômicos (SILVA et al., 2015). Para enfrentar os desafios do novo cenário das relações internacionais de comércio, países passaram a se agrupar de modo a constituírem blocos regionais, como Mercosul por exemplo.

A partir desses blocos organizados por países, tornou-se dever proteger a atividade agropecuária, e, considerando as ocorrências fitossanitárias e o que delas poderiam impactar as economias de seus integrantes, diversas resoluções foram criadas e regulamentadas por seus governos (SILVA et al., 2015). A partir de então, eventos de invasão biológica passaram a ter conotação de segurança nacional. Dessa forma, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) criou Instruções

Normativas tomando como base fatores preponderantes referentes à defesa fitossanitária.

Conceitos foram alterados, conforme a Convenção Internacional para Proteção dos Vegetais (CIPV), que modificou o termo “praga” que antes era utilizado para designar “insetos e ácaros que causam danos às plantas cultivadas”, para “qualquer espécie, raça ou biótipo de planta, animal ou agente patogênico, nocivos às plantas ou aos produtos vegetais” (CIPV, 2009).

A Defesa Vegetal é um assunto de segurança nacional, principalmente em economias fortemente pautadas no agronegócio, como é o caso do Brasil. Na ausência de políticas efetivas, a competitividade do setor agrícola seria comprometida e haveria redução da disponibilidade de alimentos, de agroenergia e fibras vegetais, comprometendo a qualidade e a inocuidade do produto vegetal que chega ao consumidor. Quando o país propõe-se a defender suas fronteiras da entrada de novas pragas e a combater as espécies aqui existentes e que estejam causando danos expressivos, ele está na verdade, protegendo um patrimônio intangível, que é a sanidade da agricultura do país.

### 3.5.1 Invasão biológica

Com o advento da agricultura, organismos como insetos, ácaros, bactérias, vírus e fungos tiveram oportunidade de se estabelecerem em novos locais. As atividades agrícolas, de certa forma, criaram condições propícias para a ocorrência de pragas em áreas onde elas naturalmente não ocorriam.

O estudo das invasões biológicas visa a compreensão das causas e consequências dos processos de invasão, com o objetivo de prevenir novas invasões e também de minimizar o impacto de espécies não nativas nos mais diversos ambientes. No caso de invasões de pragas nos sistemas agrícolas, é fundamental conhecer os fatores determinantes do seu sucesso. Essas informações são fundamentais para a predição de novas invasões na elaboração de Análise de Risco de Pragas (ARP's), incluindo definição de medidas para mitigação de risco; e para o manejo das pragas invasoras já disseminadas (LOCKWOOD et al., 2007). Os mais diversos ambientes do planeta têm sido afetados pelas invasões biológicas, desde os aquáticos, incluindo marinhos e de águas continentais, aos terrestres, incluindo ambientes naturais ou áreas produtivas (VITOUSEK et al., 1996, LOCKWOOD et al., 2007).

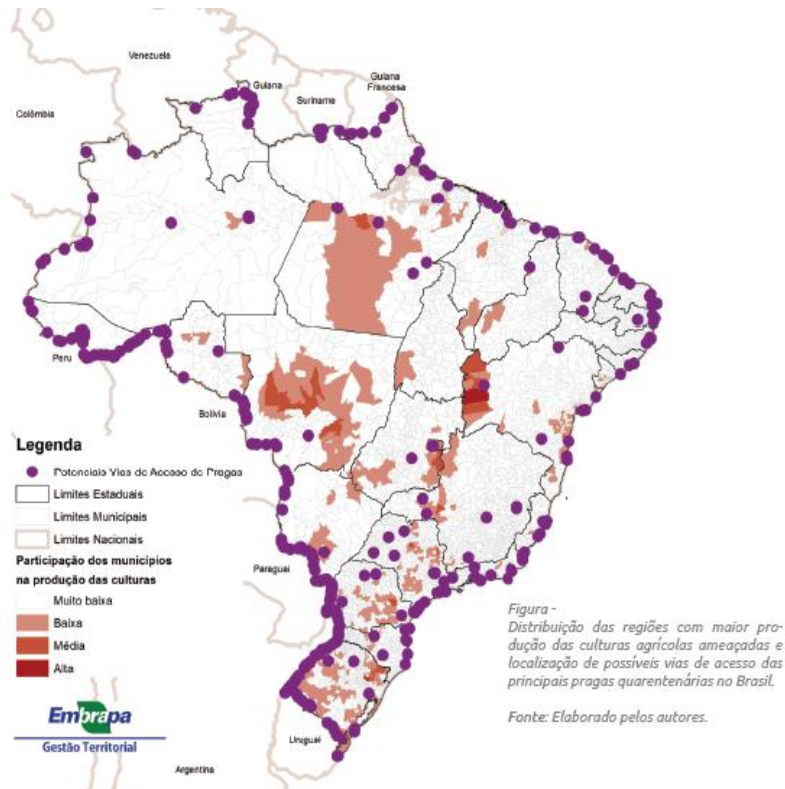
Nos sistemas agropastoris, as pragas invasoras têm sido consideradas um dos maiores impedimentos para a produtividade e para a segurança alimentar (FAO, 2008). As perdas estimadas devido às invasões biológicas são superiores a 5% da economia global, com impactos sobre os setores de agricultura, florestas, aquicultura, transporte, comércio, geração de energia e lazer (PIMENTEL et al., 2001).

Pode-se considerar que, para as espécies invasoras que afetam agroecossistemas, a principal forma de introdução é através do intercâmbio de produtos vegetais, sejam estes germoplasma ou lotes comerciais. Pragas podem estar diretamente como contaminantes (GONZAGA et al., 2015).

A disseminação através de organismos vivos é um dos principais meios de introdução de pragas (Figura 6). Os principais vetores de vírus e bactérias são insetos. O tipo de relacionamento entre o fitopatógeno e o vetor é fundamental para o alcance espaço-temporal da disseminação destes organismos (SILVA; SILVA; SUGAYAMA et al., 2015).

Na Austrália, onde o Foc TR4 foi identificado, as práticas de quarentena no Território do Norte têm impedido a disseminação do patógeno para outros estados do país, mas essas medidas não conseguiram evitar a propagação dentro das fazendas. Da mesma forma, um recente surto nas Filipinas em 2006 resultou no estabelecimento de uma força-tarefa pelo governo filipino para impor medidas de quarentena rigorosas (Figura 7) (FUSILERO, 2012).

**Figura 6.** Distribuição das regiões com maior número de culturas agrícolas ameaçadas e localização de possíveis vias de acesso das principais pragas quarentenárias no Brasil.



Fonte: Spadotto, C. A.; Mingoti, R.; Holler, W. A (2014)

**Figura 7.** Distribuição do Foc TR4 pelo mundo.

Distribution of tropical race (TR4)

TR4 is present in Malaysia, Indonesia (Java, Sumatra, Sulawesi, Halmahera, Kalimantan and Papua Province), mainland China (Guangdong, Guangxi, Fujian, Yunnan and Hainan) and Taiwan, the Philippines (Mindanao), Australia (Northern Territory and Queensland), Mozambique, Jordan, Lebanon, Oman, Pakistan and India.



Fonte: ProMusa, 2017.

**ARTIGO 1**

**A SER SUBMETIDO AO COMITÊ EDITORIAL DO PERIÓDICO PESQUISA  
AGROPECUÁRIA BRASILEIRA**



**Interação entre *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* e *Cosmopolites sordidus* em genótipos de bananeiras**

Keyla Soares Silva<sup>(1)</sup>, Marilene Fancelli<sup>(2)</sup>, Leandro de Souza Rocha<sup>(2)</sup>, Fernando Haddad<sup>(2)</sup> e Abel Rebouças São José<sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: keyla.silva@adab.ba.gov.br; <sup>(2)</sup>Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: marilene.fancelli@embrapa.br, leandro.rocha@embrapa.br, fernando.haddad@embrapa.br; <sup>(3)</sup>Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Vitória da Conquista, CEP 45083-900, Vitória da Conquista, BA, Brasil. E-mail: abeljose3@gmail.com

Resumo – A murcha de *Fusarium* é uma das mais importantes doenças da cultura da bananeira. A entrada de uma nova raça do patógeno no Brasil (TR4) pode comprometer ainda mais essa atividade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a possível interação entre *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) e *Cosmopolites sordidus* em genótipos de bananeira (Grande Naine, Maçã, Prata Anã e Princesa) sob condições de casa de vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas com dez repetições. Os tratamentos consistiram da 1) testemunha, 2) infecção pelo fungo, 3) infestação de *C. sordidus*, 4) insetos+fungo (internamente ao inseto) e 5) insetos+fungo (externamente ao inseto). Os dados de altura, diâmetro do pseudocaule e número de folhas vivas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Verificou-se interação entre *C. sordidus* e Foc nas diferentes cultivares de bananeira testadas tanto pela associação externa ou interna do patógeno no corpo dos insetos. Com o risco potencial de uma possível introdução do Foc TR4, medidas de contingenciamento devem ser estabelecidas, uma vez que adultos de *C. sordidus* podem transportar esporos em seu exoesqueleto ou internamente, atuando como vetor do patógeno.

**Termos para indexação:** murcha de *Fusarium*, mal-do-Panamá, broca-do-rizoma.

**Interaction between *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* and *Cosmopolites sordidus* on  
banana genotypes**

Abstract - The *Fusarium* wilt is one of the most important diseases of the banana plant. The invasion of a new isolate of this pathogen in Brazil (TR4) may further compromise this activity. This work aimed to evaluate the possible interactions between *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* (Foc) and *Cosmopolites sordidus* in banana genotypes (Grande Naine, Maçã, Prata Anã e Princesa) under greenhouse conditions. The experimental design was completely randomized in a subdivided plot scheme, with 10 replicates. The treatments evaluated were 1)control, 2)infection by Foc, 3)infestation by *C. sordidus*, 4)insects+Foc (internally to the insect) e 5)insects+Foc (externally to the insect). The data about plant height, pseudostem diameter and number of alive leaves were submitted to analysis of variance and the averages compared with Tukey's test ( $p < 0.05$ ). There was an interaction between *C. sordidus* and Foc in the different banana cultivars tested either by the external or internal association of the pathogen in the body of the insects. Considering the potential risk of a possible introduction of Foc TR4, contingency measures should be established, since adults of *C. sordidus* can carry spores in their exoskeleton or internally, acting as vector of the pathogen.

**Index terms:** *Fusarium* wilt, Panama disease, banana weevil.

## Introdução

A banana está entre os principais frutos comercializados em nível mundial. Sua produção concentra-se nos países em desenvolvimento, situados nas zonas tropicais e subtropicais (Guerra et al., 2009).

No cenário nacional, todos os Estados são produtores, com destaque para a Bahia, o maior produtor do país (IBGE, 2015). Entretanto, embora o Brasil figure como um grande produtor e consumidor de banana, problemas fitossanitários podem causar significativas perdas ao produtor (Cordeiro & Silva, 2000). Nesse cenário, a defesa fitossanitária ocupa um lugar de destaque, pois é através da implementação de suas ações que pode haver redução do impacto causado por possíveis pragas que ingressem no país.

Na cultura da bananeira uma das principais ameaças fitossanitárias é representada pela murcha de *Fusarium* (Ploetz, 2015). O agente causal dessa doença, o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), é um patógeno com alto potencial evolutivo, uma vez que já foram relatados 21 grupos de compatibilidade vegetativa (VCG – *Vegetative Compatibility Groups*) e três raças fisiológicas que afetam a bananeira (Ploetz, 2006).

Pelo sistema atual de classificação, a estrutura das raças de Foc em bananeira segue os seguintes critérios de acordo com as cultivares diferenciadoras: raça 1 infecta “Gros Michel” e “Maçã”, raça 2 infecta “Bluggoe” e outras bananas de cocção e a raça 4 afeta as variedades do grupo “Cavendish” em condições subtropicais (Austrália e África do Sul principalmente) ou tropicais (Ploetz, 1990).

As raças 1 e 2 de Foc são espalhadas por todo o mundo (Stover, 1962; Pérez-Vicente et al., 2014). A distribuição de TR4 é Taiwan (Ploetz e Pegg, 2000), Indonésia (Ploetz e Pegg, 2000), República Popular da China (Guangdong, Guangxi, Hainan, Fujian, Yunnan) (Qi, 2001; Qi et al., 2008), Austrália (Territórios do Norte) (Ploetz e Pegg, 2000), Jordânia, Filipinas, Malásia e Moçambique (Pérez-Vicente et al., 2014).

O fungo *Fusarium oxysporum* é um complexo de espécies de fungos anamórficos, filamentosos, morfológicamente indiferenciados com saprófitas, antagonistas e patógenos para plantas, animais e humanos (O'Donnel; Cigelnick, 1998). Do ponto de vista agrícola e econômico, é o táxon mais importante do *Fusarium* (Ploetz, 2006). O autor afirma que o Foc é um patógeno com alto potencial e três raças fisiológicas afetam a bananeira (Ploetz, 2006).

Os principais fatores do solo que contribuem para a manifestação da doença são fatores químicos, matéria orgânica, grau de umidade e compactação, além da textura e estrutura do mesmo.

O sintoma mais marcante, conhecido como “síndrome da folha amarela”, caracteriza-se pela borda amarelada em folhas mais velhas para as mais jovens (Stover, 1962). Uma planta de banana susceptível infectada com o Foc raramente se recuperará. À medida que a planta morre, o fungo cresce fora do xilema nos tecidos circundantes e desenvolve clamidoses abundantes que permanecem no solo quando a planta se decompõe. Internamente, ocorre os sintomas iniciais no xilema, ficando com a coloração pardo-avermelhada na parte das raízes laterais até alcançar a raiz principal (Cordeiro; Matos; Kimati, 2005; Ploetz, 2006).

Independentemente da ameaça que representa a TR4, a murcha de *Fusarium* é de extrema importância para o Brasil, pois as cultivares mais consumidas no país (subgrupo Prata) apresentam suscetibilidade à doença (Ploetz; 2006, Silva et al., 2015).

Por sua vez, considera-se que o padrão de propagação do Foc TR4 nas plantações de bananeira não seja consistente com a disseminação planta a planta, sendo plausível o envolvimento de um vetor nesse processo, como o inseto *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera, Curculionidae) (Meldrum et al., 2013).

Os danos causados por esse inseto provocam a redução do crescimento das plantas e do peso dos cachos, além de favorecer o tombamento das plantas, sendo necessário o desenvolvimento de estratégias mais eficientes de monitoramento e controle (Queiroz et al., 2017).

Meldrum et al. (2013) confirmaram por PCR a presença de Foc TR4 no exoesqueleto de *C. sordidus* em plantações de bananeira na Austrália. Portanto, planos de contingenciamento do Foc TR4 nas plantações devem levar em consideração a presença de *C. sordidus* e seu possível papel como vetor da doença, tanto na Austrália como em todo o mundo (Meldrum et al., 2013). Esses autores sugerem que o controle desse inseto pode potencialmente levar a uma diminuição na dispersão a longo prazo do agente patogênico e assim evitar a introdução da doença em plantações não afetadas.

Assim, o presente trabalho objetivou verificar possível associação entre *Cosmopolites sordidus* e o agente causal da murcha de *Fusarium* em diferentes cultivares de bananeira (Grande Naine, Maçã, Prata Anã e Princesa).

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido sob condições de casa-de-vegetação da Embrapa Mandioca e Fruticultura no município de Cruz das Almas, BA (12°39'59'' S; 39°06'00''' W) e também nos laboratórios de Fitopatologia e de Entomologia dessa instituição.

Os insetos foram coletados por meio do uso de armadilhas atrativas de pseudocaule de bananeira, as quais foram distribuídas quinzenalmente (Fancelli, 2015). As coletas aconteceram semanalmente, nos meses que antecederam a infestação das plantas. Foram coletados 1200 adultos de *C. sordidus* em áreas com plantios de bananeira cv. D'Angola sem histórico de ocorrência da murcha de *Fusarium*. Os insetos foram levados ao laboratório, onde foram lavados em água corrente para remoção de partículas de solo. Posteriormente, foram separados em grupos de 50 adultos e introduzidos em recipientes plásticos de 20 cm de diâmetro e 5 cm de altura, com tampa perfurada para permitir trocas gasosas. Os recipientes foram mantidos em câmara climatizada (temperatura  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e sem luz). O alimento, que consistiu de pedaços de pseudocaule de bananeira cv. D'Angola

obtidos de área isenta de ocorrência da doença, foi trocado semanalmente ou com intervalo menor, caso necessário. A cada dois dias, as placas foram checadas, sendo os insetos mortos removidos.

O isolamento do Foc foi realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa, Mandioca e Fruticultura. O método direto foi o utilizado, que consiste na estrutura do patógeno visualizada na planta hospedeira e transferida para o meio de cultura (Alfenas et al., 2007). O isolado 218A de Foc foi multiplicado em placas Petri com meio de cultura BDA por um período de 10 dias, em BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 horas. 80 placas Petri foram feitas para desenvolvimento do Foc, armazenadas em BOD a 25° por um período de 60 dias até o início da inoculação. Para o preparo do meio de cultura areia-fubá (FA), dez discos de micélio de 5 mm de diâmetro da colônia de Foc foram transferidos e colocados em sacos plásticos (250g de areia lavada + 50g de fubá de milho + 50 ml de água destilada esterilizada, autoclavados durante três dias consecutivos a 120°C e 1atm por 20 minutos). Em seguida os sacos foram colocados em BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, onde permaneceram por 30 dias, para favorecer a produção de clamidósporos. Antes de ser utilizado na infestação do solo, o inóculo foi quantificado através de diluição seriada e contagem de unidades formadoras de colônias (UFC). A diluição consistiu em colocar 10 gramas de inóculo em 90 ml de água destilada e esterilizada (ADE) e em seguida um ml foi retirado da primeira suspensão e diluído em nove ml de ADE, refazendo esse processo até a diluição de  $10^{-5}$ . Da última diluição foram retirados 200µL, os quais foram espalhados com ajuda de uma alça de Drigalski, em uma placa de Petri com meio de cultura BDA, em 3 replicatas. Em seguida as placas foram incubadas em BOD a temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas, e após 48 horas procedeu à contagem das UFC. O inóculo final foi ajustado para  $10^6$ UFC/grama de substrato.

As variedades avaliadas foram: Grande Naine, Maçã, Prata Anã e Princesa. As mudas foram oriundas de cultivo “in vitro”. O plantio das mudas de bananeira ocorreu no dia 03 de janeiro de 2017. As variedades foram plantadas em vasos plásticos de 16 L de volume, com uma mistura de substrato vegetal e fibra de coco. Tratos culturais como desfolha, retirada de ervas daninhas e controle de pragas foram realizados de acordo com as necessidades da cultura. Em uma única vez, foi constatada infestação do pulgão da bananeira, *Pentalonia nigronervosa* (Coquerel, 1859) (Hemiptera, Aphididae), a qual foi controlada pela pulverização de detergente neutro a 5%. A adubação ocorreu uma vez por mês até o final do experimento. A preparação para o início da inoculação dos insetos com o Foc ocorreu no dia 11 de abril de 2017. Os tratamentos avaliados para cada variedade foram:

T1 – areia-fubá sem fungo e sem insetos (testemunha);

T2 – areia-fubá com fungo e sem insetos;

T3 – infestação com insetos sadios e previamente descontaminados com hipoclorito de sódio a 2%;

T4 – infestação com insetos previamente descontaminados com hipoclorito de sódio a 2% e alimentados com rizoma infectado pelo fungo;

T5 – infestação com insetos previamente descontaminados com hipoclorito de sódio a 2% e em contato com placa contendo o fungo.

Nos tratamentos com insetos, foram introduzidos dez adultos de *C. sordidus* por planta, densidade utilizada por Sadik et al. (2010) para discriminação de variedades resistentes. No mesmo período, os insetos foram colocados próximo da base da planta.

Após a infestação/inoculação, os sacos com as plantas que receberam tratamentos com insetos foram protegidos com uma tela de cor branca, para evitar a dispersão dos insetos para plantas de outros tratamentos (Sadik et al., 2010).

As avaliações dos sintomas nas variedades tiveram início oito dias após a

infestação/inoculação. As variáveis avaliadas foram: altura da planta da base até a inserção da última folha, diâmetro do pseudocaule a 15 cm da base e número de folhas vivas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo os tratamentos (com cinco níveis) alocados na parcela principal e as avaliações (com cinco níveis), alocadas na parcela secundária. Os dados de altura das plantas, diâmetro do pseudocaule e número de folhas vivas foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## Resultados e discussão

### 1. Cultivar Grande Naine

Com relação à altura das plantas, a interação entre tratamento e avaliação foi significativa ( $F=3,45$ ;  $gl=16$ ;  $p < 0,0001$ ), assim como o efeito da avaliação ( $F=24,39$ ;  $gl=4$ ;  $p < 0,001$ ) e do tratamento ( $F=4,87$ ,  $gl=4$ ,  $p=0,002$ ).

Em todas as avaliações, a maior média de altura foi obtida no tratamento ‘-Cs +Foc’, sendo que na terceira e quinta avaliações, não diferiu do tratamento ‘+Cs +Foc (p)’ (Tabela 1). Por sua vez, o tratamento com infestação de *C. sordidus* apenas (‘+Cs -Foc’) apresentou a menor média em todas as avaliações. Nas duas últimas avaliações, as médias entre os tratamentos ‘+Cs -Foc’ e ‘+Cs +Foc (r)’ não diferiram entre si. O tratamento ‘-Cs -Foc’ (testemunha absoluta) manteve posição intermediária em todas as avaliações.

Tabela 1. Altura das plantas (cm) ( $\pm$  epm) do genótipo Grande Naine em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense em cinco datas de avaliação.



Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	27,75±1,64 c C	28,85±1,58 c AB	29,28±1,80 b A	28,80±1,76 c AB	28,10±1,66 b BC	28,56
-Cs +Foc	32,40±1,10 a AB	33,00±1,17 a A	32,02±0,97 a BC	32,00±0,92 a BC	31,25±1,00 a C	32,13
+Cs -Foc	26,05±1,47 d A	26,10±1,43 e A	26,00±1,53 d A	26,10±1,57 d A	25,45±1,54 c A	25,94
+Cs +Foc (r)	27,15±0,96 c A	27,15±0,98 d A	27,37±0,86 c A	26,19±0,95 d B	25,55±1,06 c B	26,68
+Cs +Foc (p)	31,45±1,24 b A	31,65±1,37 b A	31,80±1,41 a A	31,15±1,23 b AB	30,55±1,20 a B	31,32
Média	28,96	29,35	29,29	28,85	28,18	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense*; r = alimentação

com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto ao diâmetro do pseudocaule, não houve diferença significativa para a interação entre tratamento e avaliação (F=0,78; gl=16; p=0,712) e para o efeito do tratamento (F=0,82; gl=4; p=0,523). Contudo, houve diferença significativa para avaliação (F=3,08; gl=4; p=0,018).

A maior média para o diâmetro do pseudocaule foi associada à segunda avaliação enquanto a última avaliação promoveu o menor valor para essa variável (Tabela 2).

Tabela 2. Diâmetro do pseudocaule das plantas (cm) ( $\pm$  epm) do genótipo Grande Naine em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense* em cinco datas de avaliação.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	1,93±0,13	1,94±0,13	1,95±0,13	1,91±0,16	1,88±0,18	1,92 a
-Cs +Foc	2,11±0,07	2,15±0,05	2,14±0,06	2,13±0,05	2,06±0,05	2,12 a
+Cs -Foc	1,93±0,11	1,92±0,11	1,91±0,12	1,86±0,14	1,91±0,12	1,91 a

+Cs +Foc (r)	1,96±0,10	2,03±0,10	1,97±0,10	1,95±0,11	1,83±0,10	1,95 a
+Cs +Foc (p)	2,09±0,09	2,06±0,14	2,03±0,11	2,04±0,12	2,04±0,11	2,05 a
Média	2,00 AB	2,02 A	2,00 AB	1,98 AB	1,94 B	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para número de folhas vivas, a interação não foi significativa (F=1,10; gl=16; p=0,356). Porém, para tratamento (F=3,80; gl=4; p=0,010) e avaliação (F=73,81; gl=4; p<0,001), o efeito foi significativo.

O tratamento testemunha absoluta ('-Cs -Foc') proporcionou o maior número de folhas vivas, diferindo significativamente dos tratamentos '-Cs +Foc', '+Cs-Foc' e '+Cs +Foc (p)' (Tabela 3). O tratamento '+Cs +Foc (r)' apresentou média intermediária, não diferindo dos demais. O número de folhas vivas diminuiu ao longo das avaliações, sendo estatisticamente superior nas duas primeiras.

Tabela 3. Número de folhas vivas ( $\pm$  epm) das plantas do genótipo Grande Naine em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em cinco datas de avaliação.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	4,20±0,21	4,40±0,17	3,70±0,32	3,10±0,25	3,00±0,31	3,68 a
-Cs +Foc	3,80±0,21	3,60±0,23	2,50±0,24	2,20±0,26	2,20±0,21	2,86 b
+Cs -Foc	4,00±0,00	3,80±0,14	3,10±0,19	2,30±0,22	2,10±0,29	3,06 b

+Cs +Foc (r)	4,00±0,22	3,90±0,25	3,00±0,22	2,50±0,28	2,30±0,45	3,14 ab
+Cs +Foc (p)	4,20±0,14	3,90±0,19	2,60±0,36	2,20±0,21	1,80±0,26	2,94 b
Média	4,04 A	3,92 A	2,98 B	2,46 C	2,28 C	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

De modo geral, os tratamentos nos quais houve a introdução do inseto foram mais afetados no crescimento das plantas quanto à altura. Já o mesmo não pode ser afirmado para número de folhas vivas, onde inclusive o tratamento com Foc (-Cs +Foc) afetou essa variável.

Estes dados corroboram parcialmente com os resultados da literatura sobre a alta (Mesquita, 1985) ou média susceptibilidade (Dantas et al., 2011; Oliveira et al., 2017) desse genótipo ou de outros genótipos do subgrupo Cavendish, a *C. sordidus*. Essa maior susceptibilidade, por sua vez, pode ser justificada pela alta atratividade do genótipo ao inseto, conforme atestaram Ribeiro et al. (2009).

Para altura das plantas, os resultados estão de acordo com os relatos de Ploetz (1990) quanto à baixa susceptibilidade desse genótipo ao Foc, com exceção da raça 4, ausente nas Américas. Curiosamente, quanto ao número de folhas vivas, observa-se a suscetibilidade da planta no tratamento com o fungo, independente da presença do inseto. No tratamento ‘-Cs +Foc’, o número de folhas vivas foi inferior apenas ao da testemunha absoluta. Assim, verificou-se a interação entre inseto e fungo para a cv. Grande Naine, considerando-se que a altura da planta refere-se ao potencial vegetativo da cultura, enquanto que o número de folhas está associado à tolerância a doenças (Donato et al., 2003; Nomura et al., 2013). Desse modo, evidencia-se o

efeito da presença do fungo externamente ao inseto, corroborando resultados obtidos por Meldrum et al. (2013), porém não se descartando a presença do fungo internamente.

## 2. Cultivar Maçã

Para a altura da planta, a interação entre tratamento e avaliação foi significativa ( $F=10,80$ ;  $gl=16$ ,  $p < 0,001$ ), assim como para o efeito da avaliação ( $F=30,22$ ,  $gl=4$ ,  $p < 0,001$ ). Já não houve significância para efeito do tratamento ( $F=1,53$ ;  $gl=4$ ;  $p=0,212$ ).

Quanto às médias, em todas as avaliações, o maior valor foi observado para o tratamento ‘-Cs +Foc’, diferindo estatisticamente dos demais, inclusive da testemunha absoluta (Tabela 4). Já o tratamento com insetos sem Foc (‘+Cs -Foc’) proporcionou as menores médias em todas as avaliações.

**Tabela 4.** Altura das plantas (cm) ( $\pm$  epm) do genótipo Maçã em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em cinco datas de avaliação.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	47,63 $\pm$ 3,02 c C	49,88 $\pm$ 2,88 b B	51,63 $\pm$ 2,72 b A	50,50 $\pm$ 2,72 b B	46,75 $\pm$ 2,61 c C	49,28
-Cs +Foc	51,56 $\pm$ 1,99 a C	52,81 $\pm$ 2,15 a AB	53,44 $\pm$ 2,07 a A	52,31 $\pm$ 2,07 a BC	52,25 $\pm$ 1,86 a BC	52,48
+Cs -Foc	44,55 $\pm$ 2,13 e A	44,45 $\pm$ 2,20 d AB	44,40 $\pm$ 2,20 e AB	44,35 $\pm$ 2,22 d AB	43,61 $\pm$ 2,24 d B	44,27
+Cs +Foc (r)	46,35 $\pm$ 3,19 d B	46,90 $\pm$ 3,26 c AB	47,71 $\pm$ 3,30 d A	47,00 $\pm$ 3,40 c AB	46,70 $\pm$ 3,31 c B	46,93
+Cs +Foc (p)	50,50 $\pm$ 2,31 b A	50,38 $\pm$ 2,42 b A	50,31 $\pm$ 2,30 c A	50,19 $\pm$ 2,24 b A	50,00 $\pm$ 2,17 b A	50,28
Média	48,12	48,88	49,50	48,87	47,86	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Com respeito ao diâmetro do pseudocaule, verificou-se efeito significativo apenas da avaliação ( $F=6,18$ ;  $gl=4$ ;  $p<0,001$ ), sendo  $F=0,71$ ;  $gl=16$ ;  $p=0,594$  para o tratamento e  $F=1,51$ ;  $gl=4$ ;  $p=0,102$  para a interação.

Verificaram-se os maiores diâmetros da primeira à terceira avaliações, diferindo estatisticamente apenas da última avaliação (Tabela 5).

**Tabela 5.** Diâmetro do pseudocaule das plantas (cm) ( $\pm$  epm) do genótipo Maçã em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em cinco datas de avaliação.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	2,47 $\pm$ 0,14	2,51 $\pm$ 0,14	2,51 $\pm$ 0,14	2,56 $\pm$ 0,12	2,31 $\pm$ 0,14	2,47 a
-Cs +Foc	2,78 $\pm$ 0,09	2,80 $\pm$ 0,09	2,86 $\pm$ 0,11	2,81 $\pm$ 0,11	2,55 $\pm$ 0,27	2,76 a
+Cs -Foc	2,66 $\pm$ 0,14	2,69 $\pm$ 0,14	2,60 $\pm$ 0,15	2,41 $\pm$ 0,10	2,37 $\pm$ 0,13	2,55 a
+Cs +Foc (r)	2,57 $\pm$ 0,14	2,63 $\pm$ 0,12	2,61 $\pm$ 0,17	2,56 $\pm$ 0,14	2,50 $\pm$ 0,13	2,57 a
+Cs +Foc (p)	2,60 $\pm$ 0,06	2,63 $\pm$ 0,05	2,61 $\pm$ 0,07	2,54 $\pm$ 0,09	2,65 $\pm$ 0,07	2,61 a
Média	2,61 A	2,65 A	2,64 A	2,57 AB	2,48 B	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto às folhas vivas, o efeito da interação foi significativo ( $F=2,06$ ;  $gl=16$ ;  $p=0,013$ ), assim como o efeito do tratamento ( $F=2,71$ ;  $gl=4$ ;  $p=0,045$ ) e da avaliação ( $F=36,20$ ;  $gl=4$ ;  $p<0,001$ ).

Em todas as avaliações, o tratamento com Foc propiciou as menores médias para essa variável, diferindo dos demais tratamentos com exceção de '+Cs -Foc' para a primeira avaliação (Tabela 6). As maiores médias, em todas as avaliações, foram obtidas no tratamento testemunha absoluta. Nesse tratamento, apesar de diminuir o número de folhas ao longo das avaliações, essas médias não foram significativamente diferentes. O mesmo não ocorreu para os demais tratamentos, sendo mais drástica no tratamento '+Cs +Foc (p)'.

**Tabela 6.** Número de folhas vivas ( $\pm$  epm) das plantas do genótipo Maçã em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em cinco datas de avaliação.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	3,33 $\pm$ 0,27 a A	3,33 $\pm$ 0,27 a A	3,17 $\pm$ 0,14 a A	2,83 $\pm$ 0,14 a A	2,67 $\pm$ 0,17 a A	3,07
-Cs +Foc	2,50 $\pm$ 0,36 b A	2,38 $\pm$ 0,31 b AB	1,88 $\pm$ 0,21 b AB	1,63 $\pm$ 0,170 bc B	1,63 $\pm$ 0,17 bc B	2,00
+Cs -Foc	2,80 $\pm$ 0,14 ab AB	2,90 $\pm$ 0,25 ab A	2,20 $\pm$ 0,31 b BC	2,00 $\pm$ 0,31 bc C	2,11 $\pm$ 0,21 ab BC	2,41
+Cs +Foc (r)	3,40 $\pm$ 0,32 a A	2,90 $\pm$ 0,25 ab AB	2,50 $\pm$ 0,28 ab BC	2,10 $\pm$ 0,43 ab C	2,10 $\pm$ 0,48 ab C	2,60
+Cs +Foc (p)	3,38 $\pm$ 0,17 a A	2,38 $\pm$ 0,35 b B	1,88 $\pm$ 0,38 b BC	1,38 $\pm$ 0,47 c CD	1,38 $\pm$ 0,47 c D	1,98
Média	3,08	2,78	2,32	1,96	1,90	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Dessa forma, as plantas do tratamento testemunha absoluta nessa cultivar alocaram os recursos na produção e manutenção de folhas em detrimento ao crescimento em altura.

A cultivar Maçã é altamente susceptível ao Foc (Cordeiro et al., 2004) e atrativa a *C. sordidus* em condições de laboratório (Lara et al., 2000). Vale ressaltar com certa cautela, quanto a generalização sobre a suscetibilidade de um determinado grupo genômico, entretanto, de maneira geral, a utilização de determinadas cultivares como Terra, D'Angola, Nanica e Nanicão requer maior intensidade no manejo da praga do que outras como Prata, Prata Anã, Pacovan, Maçã e Mysore (Fancelli; Mesquita, 2000).

Assim, verificou-se a interação entre o inseto e o fungo para o tratamento em que o Foc estava presente externamente ao corpo do inseto (+Cs +Foc (p)), corroborando estudos de Meldrum et al. (2013). Esses resultados podem ser evidenciados a partir da penúltima avaliação, embora não tenham se diferenciado significativamente do tratamento contendo apenas Foc (-Cs +Foc).

### 3. Cultivar Prata Anã

Constatou-se efeito significativo para a interação ( $F=1,76$ ;  $gl=16$ ;  $p=0,041$ ), mas não para os fatores simples, tratamento ( $F=0,38$ ;  $gl=4$ ;  $p=0,825$ ) e avaliação ( $F=1,85$ ;  $gl=4$ ;  $p=0,122$ ) sobre a altura das plantas.

As menores médias de altura foram registradas no tratamento '-Cs +Foc' em praticamente todas as avaliações, não diferindo da testemunha absoluta na primeira, terceira, quarta e quinta avaliações e do tratamento '+Cs -Foc' na penúltima e última avaliações (Tabela 7).

Os tratamentos com associação entre inseto e Foc promoveram as maiores médias de altura das plantas em praticamente todas as avaliações.

**Tabela 7.** Altura das plantas (cm) ( $\pm$  epm) do genótipo Prata Anã em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em cinco datas de avaliação.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	26,22±1,42 bc A	27,13±1,42 a A	26,83±1,42 bc A	25,75±1,10 c A	26,11±1,46 bc A	26,41
-Cs +Foc	25,65±1,11 c A	25,75±1,12 b A	25,80±1,11 c A	25,95±1,12 c A	25,20±1,16 c A	25,67
+Cs -Foc	27,10±1,77 ab A	27,15±1,93 a A	27,3±1,92 ab A	26,65±1,84 bc A	26,20±1,82 bc A	26,88
+Cs +Foc (r)	27,70±1,82 a B	27,75±1,87 a AB	27,70±1,95 ab B	27,70±1,90 ab B	29,06±1,46 a A	27,98
+Cs +Foc (p)	28,40±2,55 a A	28,35±2,60 a A	28,25±2,59 a A	28,25±2,50 a A	27,40±2,59 b A	28,13
Média	27,01	27,23	27,18	26,86	26,79	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Com relação ao diâmetro do pseudocaule, o efeito da interação entre os fatores não foi significativo (F=1,21; gl=16; p=0,263). Contudo, houve efeito significativo tanto para avaliação (F=2,50; gl=4; p=0,045) como para tratamento (F=3,27; gl=4; p=0,019).

O tratamento '+Cs +Foc (r)' propiciou maior diâmetro do pseudocaule, não diferindo da testemunha absoluta e do tratamento com apenas insetos (+Cs -Foc) e de '+Cs +Foc (p)', porém superior ao tratamento '-Cs +Foc' (Tabela 8).

**Tabela 8.** Diâmetro do pseudocaule das plantas (cm) (± epm) do genótipo Prata Anã em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em cinco datas de avaliação.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	1,96±0,12	2,00±0,11	1,98±0,08	1,91±0,11	1,84±0,10	1,94 ab



-Cs +Foc	1,75±0,08	1,80±0,07	1,77±0,05	1,68±0,07	1,67±0,16	1,73 b
+Cs -Foc	1,90±0,13	1,91±0,13	1,97±0,13	1,97±0,12	1,89±0,10	1,93 ab
+Cs +Foc (r)	2,29±0,15	2,29±0,17	2,29±0,19	2,29±0,22	2,45±0,13	2,32 a
+Cs +Foc (p)	1,94±0,15	1,94±0,15	2,02±0,16	1,93±0,15	1,78±0,14	1,92 ab
Média	1,97 AB	1,99 AB	2,01 A	1,96 AB	1,93 B	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Considerando o número de folhas vivas, detectou-se diferença significativa para a interação (F=3,17; gl=16; p<0,001), para a avaliação (F=57,03; gl=4; p<0,001) e para o tratamento (F=2,61; gl=4; p=0,048).

Considerando a primeira avaliação, a maior média foi obtida no tratamento '-Cs +Foc', sem diferir, contudo, dos tratamentos testemunha absoluta ('-Cs -Foc'), '+Cs -Foc' e '+Cs +Foc (r)' (Tabela 9). O tratamento '+Cs +Foc (p)' proporcionou a menor média. Na segunda avaliação, os tratamentos '-Cs +Foc' e testemunha absoluta foram os que apresentaram as maiores médias, diferindo significativamente de '+Cs +Foc (r)'. Na avaliação seguinte, as médias dos tratamentos não diferiram entre si. Nas duas últimas avaliações, as maiores médias para número de folhas vivas foram constatadas no tratamento '+Cs -Foc', diferindo significativamente de '-Cs +Foc' (quarta avaliação) e de '-Cs +Foc', de '+Cs +Foc (r)' e de '+Cs +Foc (p)' (quinta avaliação).

Quanto ao efeito da avaliação sobre os tratamentos, não foi verificada diferença entre as médias para número de folhas vivas no tratamento '+Cs -Foc'. Para os demais tratamentos, as

maiores médias foram obtidas nas três primeiras avaliações ('-Cs -Foc' e '+Cs +Foc (r)' e '+Cs +Foc (p)') ou nas duas primeiras avaliações ('-Cs +Foc').

**Tabela 9.** Número de folhas vivas ( $\pm$  epm) das plantas do genótipo Prata Anã em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em cinco datas de avaliação.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	4,11 $\pm$ 0,35 ab A	4,38 $\pm$ 0,25 a A	4,11 $\pm$ 0,26 a A	3,00 $\pm$ 0,00 ab B	2,44 $\pm$ 0,29 ab B	3,61
-Cs +Foc	4,80 $\pm$ 0,14 a A	4,70 $\pm$ 0,27 a A	3,70 $\pm$ 0,16 a B	2,10 $\pm$ 0,25 b C	2,20 $\pm$ 0,14 b C	3,50
+Cs -Foc	4,10 $\pm$ 0,19 ab A	3,80 $\pm$ 0,34 ab A	3,40 $\pm$ 0,28 a A	3,20 $\pm$ 0,31 a A	3,30 $\pm$ 0,35 a A	3,56
+Cs +Foc (r)	4,20 $\pm$ 0,34 ab A	3,30 $\pm$ 0,22 b A	3,40 $\pm$ 0,28 a A	2,30 $\pm$ 0,32 ab B	2,13 $\pm$ 0,38 b B	3,26
+Cs +Foc (p)	3,80 $\pm$ 0,21 b A	3,80 $\pm$ 0,21 ab A	3,40 $\pm$ 0,28 a A	2,40 $\pm$ 0,32 ab B	2,20 $\pm$ 0,26 b B	3,12
Média	4,20	4,00	3,60	2,60	2,45	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

As plantas da testemunha apresentaram um maior desempenho em número de folhas do que em altura em vista de não ter que carrear recursos para a defesa contra fatores bióticos. Os mecanismos fisiológicos e bioquímicos desencadeados pela infecção das plantas pelo Foc têm sido estudados no sentido de propiciar embasamento ao desenvolvimento de plantas tolerantes à doença (Swarupa et al., 2014). Os resultados para o tratamento com infestação de *C. sordidus* foram semelhantes aos da testemunha, possivelmente em razão dessa cultivar ser resistente ao inseto (Mesquita, 1985; Oliveira et al., 2017).

Por outro lado, todas as variáveis foram afetadas negativamente pelo tratamento ‘-Cs +Foc’, corroborando dados da literatura de que essa cultivar é suscetível ao patógeno (Cordeiro et al., 2004). Em associação com o inseto, o fungo provocou efeito negativo sobre o crescimento das plantas mais intenso quando presente externamente ao inseto, confirmando resultados de Meldrum et al. (2013). Entretanto, considerando o número de folhas vivas, ambos os tratamentos provocaram redução das médias para essa variável, possivelmente devido à pressão exercida pela alta infestação dos insetos, conforme discutido por Ocan et al. (2008) e Oliveira et al. (2017), em estudos de resistência de plantas a insetos.

#### 4. Princesa

Quanto à altura das plantas, verificou-se que a interação entre genótipo e avaliação foi significativa ( $F=1,76$ ;  $gl=16$ ;  $p=0,041$ ), assim como o efeito dos tratamento ( $F=5,99$ ;  $gl=4$ ;  $p<0,001$ ) e da avaliação ( $F=3,65$ ,  $gl=4$ ;  $p=0,007$ ).

Em todas as avaliações, o tratamento ‘+Cs -Foc’ propiciou a menor média para altura de plantas, não diferindo apenas de ‘+Cs +Foc (r)’ na segunda, terceira e quarta avaliações (Tabela 10). Da primeira à quarta avaliação, os maiores valores para altura de plantas foram verificados nos tratamentos ‘-Cs -Foc’, ‘-Cs +Foc’ e ‘+Cs +Foc (p)’. Na última avaliação, a testemunha absoluta apresentou média superior aos demais tratamentos, não diferindo apenas de ‘-Cs +Foc’.

Nenhum tratamento apresentou diferença significativa em função das avaliações, com exceção para o tratamento ‘+Cs -Foc’, cujo valor, na última avaliação, foi significativamente inferior às demais avaliações.

**Tabela 10.** Altura das plantas (cm) ( $\pm$  epm) do genótipo Princesa em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp.  *cubense* em cinco datas de avaliação.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	66,22 $\pm$ 2,23 a A	69,72 $\pm$ 2,43 a A	70,39 $\pm$ 2,52 a A	67,84 $\pm$ 2,43 a A	67,63 $\pm$ 2,63 a A	68,36
-Cs +Foc	63,98 $\pm$ 2,39 ab A	65,35 $\pm$ 2,61 a A	65,65 $\pm$ 2,66 a A	64,55 $\pm$ 2,47 ab A	61,85 $\pm$ 4,88 ab A	64,28
+Cs -Foc	53,15 $\pm$ 3,29 c A	54,95 $\pm$ 3,66 b A	54,95 $\pm$ 3,66 b A	54,50 $\pm$ 3,72 c A	45,80 $\pm$ 6,28 c B	52,67
+Cs +Foc (r)	59,56 $\pm$ 2,87 b A	59,70 $\pm$ 2,84 b A	59,90 $\pm$ 2,81 b A	59,35 $\pm$ 2,88 bc A	60,44 $\pm$ 2,90 b A	59,79
+Cs +Foc (p)	64,30 $\pm$ 2,12 ab A	65,75 $\pm$ 2,48 a A	65,95 $\pm$ 2,42 a A	63,06 $\pm$ 2,34 ab A	62,28 $\pm$ 2,16 bA	64,27
Média	61,44	63,09	63,37	61,86	59,60	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp.  *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para o diâmetro do pseudocaule, não houve diferença estatística para a interação (F=0,83; gl=16; p=0,646) e para o efeito do tratamento (F=1,80; gl=4; p=0,147). Detectou-se efeito significativo para avaliação (F=2,44; gl=4; p=0,049).

As médias dos tratamentos não diferiram entre si (Tabela 11). Quanto às avaliações, a maior média para diâmetro do pseudocaule foi constatada na última avaliação, com diferença significativa em relação à primeira.

**Tabela 11.** Diâmetro do pseudocaule das plantas (cm) ( $\pm$  epm) do genótipo Princesa em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp.  *cubense* em cinco datas de avaliação.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>
-------------	------------------------

	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	Média
-Cs -Foc	2,36±0,07	2,56±0,08	2,60±0,08	2,53±0,09	2,65±0,10	2,54 a
-Cs +Foc	2,61±0,09	2,74±0,11	2,66±0,10	2,71±0,12	2,74±0,16	2,69 a
+Cs -Foc	2,35±0,21	2,43±0,18	2,43±0,18	2,39±0,18	2,27±0,32	2,37 a
+Cs +Foc (r)	2,55±0,18	2,65±0,17	2,66±0,18	2,58±0,18	2,71±0,17	2,63 a
+Cs +Foc (p)	2,74±0,07	2,81±0,09	2,78±0,09	2,81±0,06	2,84±0,07	2,79 a
Média	2,52 B	2,64 AB	2,63 AB	2,60 AB	2,64 A	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para número de folhas vivas, registrou-se efeito não significativo da interação (F=1,26; gl=16; p=0,226). Entretanto, para avaliação (F=41,05; gl=4; p<0,001) e para tratamento (F=3,44; gl=4; p=0,016), o efeito foi significativo.

Com relação aos tratamentos, foi registrada diferença significativa entre os mesmos, sendo o maior valor constatado no tratamento ‘-Cs-Foc’ (testemunha absoluta), o qual não diferiu apenas do tratamento com inseto (+Cs-Foc’) (Tabela 12).

Quanto às avaliações, as maiores médias para número de folhas vivas foi verificada nas primeiras, diferindo significativamente das demais.

**Tabela 12.** Número de folhas vivas (± epm) das plantas do genótipo Princesa em função de tratamentos de infestação por *Cosmopolites sordidus* e/ou inoculação de *Fusarium oxysporum*

f. sp. *cubense* em cinco datas de avaliação. As maiores médias foram observadas nas duas prime.

Tratamento*	Avaliação <sup>1</sup>					Média
	19/04/2017	26/04/2017	03/05/2017	10/05/2017	17/05/2017	
-Cs -Foc	3,55±0,24	3,44±0,24	3,22±0,28	3,11±0,31	3,00±0,38	3,27 a
-Cs +Foc	2,90±0,33	2,60±0,28	2,20±0,21	1,90±0,19	1,70±0,16	2,26 b
+Cs -Foc	3,20±0,41	3,10±0,53	3,10±0,53	2,20±0,31	1,90±0,40	2,70 ab
+Cs +Foc (r)	3,10±0,37	2,80±0,26	2,10±0,33	1,50±0,28	1,38±0,17	2,18 b
+Cs +Foc (p)	2,70±0,22	2,60±0,17	2,20±0,26	1,70±0,22	1,60±0,17	2,16 b
Média	3,08 A	2,90 A	2,55 B	2,06 C	1,87 C	

\*Cs = *Cosmopolites sordidus*; Foc = *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; r = alimentação com rizoma; p = placa; epm = erro padrão da média.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Considerando a altura das plantas, essa cultivar poderia ser considerada suscetível a *C. sordidus*. Entretanto, devido ao fato de promover maior média para número de folhas juntamente com a testemunha absoluta, pode ser considerada moderadamente resistente à praga, corroborando resultados obtidos por Oliveira et al. (2017), os quais obtiveram infestação intermediária de *C. sordidus* para essa cultivar.

Acredita-se que os insetos tenham escapado das plantas mesmo sob proteção telada. Considerada tolerante à murcha de *Fusarium*, é possível que a alta pressão de inóculo (-Cs +Foc) ou de infestação (+Cs +Foc (r) e +Cs +Foc (p)) tenham provocado uma quebra dessa

característica, evidenciando-se assim a interação entre *C. sordidus* e Foc nessa cultivar e as possibilidade de envolvimento da infecção por via interna ou externa ao inseto.

Considerando que o adulto de *C. sordidus*, ao se alimentar de rizomas de plantas infectadas ou até mesmo ao entrar em contato com essas plantas, pode alojar os esporos do fungo causador da doença no seu corpo, sua ocorrência pode agravar o quadro da transmissão e dificultar ainda mais o manejo da doença, podendo aumentar as chances de estabelecimento do TR4, na iminência de seu ingresso no país. Portanto, planos de contingenciamento do Foc TR4 nas plantações devem levar em consideração a presença de *C. sordidus* e seu papel como vetor da doença, corroborando Meldrum et al. (2013). Esses autores sugerem que o controle de *C. sordidus* pode potencialmente levar a uma diminuição na dispersão a longo prazo do agente patogênico e assim evitar a introdução da doença em plantações não afetadas.

### Conclusões

1. Ocorre associação entre *Cosmopolites sordidus* e o agente causal da murcha de *Fusarium* em diferentes cultivares de bananeira (Grande Naine, Maçã, Prata Anã e Princesa).
2. Sugere-se que os esporos do fungo podem ser transmitidos às plantas tanto de maneira interna (mediante alimentação prévia em rizomas de plantas infectadas) ou externamente.
3. Com o risco existente de uma possível introdução do Foc TR4, medidas de gerenciamentos devem ser estabelecidas, uma vez que o adulto de *C. sordidus* pode transportar esporos em seu exoesqueleto ou internamente, podendo ser um vetor do patógeno.

## Referências

- ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A. Inoculação de Fungos Fitopatogênicos. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R.G. (Ed.). **Métodos em fitopatologia**. Viçosa: UFV. 2007. p. 117-137.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. D.; KIMATI, H. Doenças da bananeira. In: KIMATI, H. A., L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. Ed. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo, SP: Agronômica Ceres, v.2, p. 99- 117, 2005.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; FILHO, P. E. M. **Doenças e métodos de controle. O cultivo da bananeira**. Ed. A. L. Borges e L. S. Souza. Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 279, 2004.
- CORDEIRO, Z.J.M.; SILVA, J.R. **Fitossanidade na Exportação de Banana**. In: Banana – Fitossanidade. cap. I, p 9-15, 2000.
- DANTAS, D.J.; MEDEIROS, A.C.; SOUSA NUNES, G.H.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, M.A.B. Reação de cultivares de bananeira ao *Cosmopolites sordidus* no Vale do Açu-RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 152-155, 2011.
- DONATO, S.L.R.; SILVA, S.O.; PASSOS, A.R.; LIMA NETO, F.P.; LIMA, M.B. Avaliação de variedades e híbridos de bananeiras sob irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n.2, p. 348-351, 2003.
- FANCELLI, M.; MILANEZ, J. M.; MESQUITA, A. L. M.; COSTA, A. C. F. da; COSTA, J. N. M.; PAVARINI, R.; PAVARINI, G. M. P. P. Artrópodes: pragas da bananeira e controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 36, n. 288, p. 7-18, 2015.
- FANCELLI, M.; MESQUITA, A. L. M.; Pragmas. In: Banana-Fitossanidade. CORDEIRO, Z. J. M. (Ed.). **Embrapa, Comunicação para Transferência de Tecnologia**. Brasília, DF, cap. 3. 2000. p. 21-23.
- GUERRA, A. G.; MEDEIROS, A. A. de; SAMPAIO, L. M. B.; SAMPAIO, Y. de S. B.; MEDEIROS NETO, O. de. **Prospecção tecnológica para o agronegócio da banana no Rio Grande do Norte**. Natal, RN: EMPARN. 2009. 64p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal, 2015. Disponível em: <<ftp://ftp.ibge.gov.br/producaoagricolamunicipal>> Acesso em: 23 jul 2017.
- LARA, F. M.; SARGO, D. L. B.; CAMPOS, A. R.; BARBOSA, J. C. Preferência de *Cosmopolites sordidus* Germ. (Coleoptera: Curculionidae) por genótipos de bananeira, em



condições de laboratório. **Revista ecossistema**. Espírito Santo do Pinhal, v. 25, p. 35 – 38, 2000.

MESQUITA, A.L.M. **Avaliação do ataque do *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: curculionidae) em rizoma de bananeira**. Cruz das Almas. Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 2, 1985.

MELDRUM, R.A.; DALY, A. M.; TRAN-NGUYEN, L.T.T.; 1992 AITKEN, E.A.B. Are banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in banana plantations? **Australasian Plant Pathology**, v.42, n.5, p. 543-549, 2013.

NOMURA, E.S.; DAMATTO JUNIOR, E.R.; FUZITANI, E.; AMORIM, E P.; SILVA, S. O. Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, Vale do Ribeira, São Paulo-Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 112-122, 2013.

OCAN, D.; MUKASA, H.H.; RUBAIHAYO, P.R.; TINZAARA, W.; BLOMME, G. **Effects of banana weevil damage on plant growth and yield of East African *Musa* genotypes**. **Journal of Applied Biosciences**, v. 9, n. 2, p. 407-415, 2008.

O'DONNELL, K., KISTLER, H., CIGELNIK, E. and PLOETZ, R.C. **Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies**. Applied Biological Sciences. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. v.95, p. 2044–2049, 1998.

OLIVEIRA, F.T.; NEVES, P.M.O.J.; BORTOLOTTI, O.C. Infestação da broca-do-rizoma da bananeira em diferentes genótipos de bananeira. **Ciência Rural**, v.47, n.1, p.1-5, 2017.

PÉREZ-VICENTE, L.; DITA, M.; MARTINEZ DE LA PARTE, E. Technical Manual: Prevention and diagnostic of Fusarium Wilt (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 (TR4), 74p, 2014.

PLOETZ, R.C. (ed.). ***Fusarium Wilt of Banana***. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN. 1990.

PLOETZ, R.C. *Fusarium* wilt of Banana. *Phytopathology*, v. 105, p.1512-1521, 2015. PLOETZ, R.C. Panama disease: And old nemesis rears its ugly head. Part 2. The **Cavendish era and beyond**. Plant Health Progress. Published online. 2006.

PLOETZ, R.C.; PEGG, K.G. Fungal diseases of the root, corm, and pseudostem: *Fusarium* wilt. In: JONES, D.R. (Ed.). *Diseases of Banana, Abaca and Enset*. CABI Publishing, Oxon, UK. 2000. p.143-159.

PÉREZ-VICENTE, L.F. *Fusarium* wilt (Panama disease) of bananas: an updating review of the current knowledge on the disease and its causal agent. In: Reunion International Acobat 16., 2004, México. **Anais**, Oaxaca: Editora Acobat, 2004. p.1-15.

- QI, Y.X, ZHANG, X., PUA, J. J., XIE, Y. X., ZHANG, H.Q.;Huang, S. L. Race 4 identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* from Cavendish cultivars in Hainan province, China. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 3, p. 46-47, 2009.
- QUEIROZ, J.S.; FANCELLI, M.; COELHO FILHO, M. A.; LEDO, C. A. da; SANCHES, C. New Typeoftrap for monitoring Banana XX population. **African Journal of Agricultural Research** v. 12, n. 10., p. 764-770, 2017.
- SADIK, K.; NYINE, M.; PILLAY, M. A screening method for banana weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar) resistance using reference genotypes. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 30, p. 4725-4730, 2010.
- RIBEIRO, G.T.; AZEVEDO, R.L.; PODEROSO, J.C.M.; OLIVEIRA, M.E.C. **Infestação do moleque da bananeira em variedades de bananeira, na região de Inhambupe – Bahia. Revista Caatinga**, v. 22, n.2, p. 5-7, 2009.
- SILVA, S. de O.; AMORIM, E.P.; SANTOS-SEREJO, J.A. dos. Cultivares. In: FERREIRA, C.F.; SILVA, S. de O. e; AMORIM, E.P.; SANTOS-SEREJO, J.A. dos (Ed.). O agronegócio da banana. Brasília: Embrapa, p.137-170, 2015.
- STOVER, R.H. *Fusarium wilt (Panama disease) of bananas and other Musa species*. Kew, UK.Phytopathological Papers, p. 117, 1962.
- SWARUPA, V.; RAVISHANKAR, K.V.; REKHA, A. Plant defense response against *Fusarium oxysporum* and strategies to develop tolerant genotypes in banana. **Planta**, v.239, p.735-751, 2014.

**ARTIGO 2**

**A SER SUBMETIDO AO COMITÊ EDITORIAL DO PERIÓDICO CIÊNCIA RURAL**

## Comunicação Científica

### Atratividade da bananeira sadia ou infectada por *Fusarium oxysporum* f. *sp. cubense* para *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824)

Keyla Soares Silva<sup>I</sup>, Marilene Fancelli<sup>II\*</sup>, Larissa da Silva Conceição<sup>III</sup>, Sandy Sousa Fonseca<sup>III</sup> e Carlos Alberto da Silva Ledo<sup>II</sup>

#### RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo estudar a atratividade de bananeira, infectadas ou não por *Fusarium oxysporum* f. *sp. cubense*, para *C. sordidus*. Foram avaliadas três partes de plantas: rizoma, pseudocaule e folha. Fêmeas adultas foram mantidas sem alimento por 1 hora antes do experimento. O trabalho foi realizado sob condições laboratoriais (temperatura:  $25 \pm 1$  °C, umidade relativa:  $80 \pm 10\%$  e sem luz). Foi utilizado um olfatômetro adaptado para duas escolhas feito de policloreto de vinila (PVC). Em cada teste, cinco fêmeas foram colocadas no centro do olfatômetro. A escolha do inseto foi avaliada 30 minutos após a liberação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 36 repetições de cada tratamento. Os dados médios foram submetidos ao teste t de Student ( $p < 0,05$ ). Conclui-se que o rizoma e o pseudocaule são mais atraentes para os insetos do que os voláteis das folhas. Observa-se também que os insetos preferem odores de bananeira saudável.

**Palavras-chave:** Broca-do-rizoma; seleção hospedeira; voláteis do hospedeiro

## ABSTRACT

This research aimed to study the attractiveness of banana plants, infected or not by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* on *C. sordidus*. Three parts of plants were evaluated: corm, pseudostem and leaf. Adult females were starved for 1 hour before the experiments. The work was conducted under laboratory conditions (temperature  $25\pm 1$  °C, relative humidity  $80\pm 10\%$  and without light). An adapted two-choice olfactometer made of polyvinyl chloride was used. At each test, five females were placed in the center of the olfactometer. The insect choice was evaluated after 30 minutes from release. The experimental design was completely randomized with 36 replicates each treatment. The average data were submitted to *Student's t*-test ( $p < 0.05$ ). It is concluded that corm and pseudostem are most attractive to insects than leaf volatiles. It is also remarked that insects prefer odors from healthy banana plants.

**Keywords:** Banana weevil; host selection; host volatiles

## INTRODUÇÃO

*Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae) é considerado o mais severo inseto-praga da bananeira. Os prejuízos têm sido atribuídos às larvas que fazem galerias no rizoma e o enfraquecem, favorecendo o tombamento e reduzindo a produção e qualidade dos frutos (Gold et al., 2004; Rukazambuga et al., 2002).

O controle desse inseto é efetuado principalmente pela utilização de inseticidas, embora atualmente, alguns métodos alternativos estejam sendo avaliados para minimizar os prejuízos causados pela praga (Aby et al., 2015; Gold et al., 2001; Tinzaara et al., 2007; Uzakah et al., 2015).

Recentemente, tem-se resultados de pesquisa associando *C. sordidus* com agentes fitopatogênicos como o do *Fusarium* raça 4 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* – Foc) (Meldrum et al., 2013) e a murcha bacteriana (Were et al., 2015). Nesse caso, a importância

do inseto aumentaria nas áreas de produção, visto que o inseto adulto passaria a atuar não somente como porta de entrada desses patógenos, mas também na dispersão ativa dos mesmos.

Considerando que os voláteis das plantas hospedeiras desempenham uma importante função na seleção hospedeira pelo inseto (Braumah & Van Emden, 1999; Gold et al., 2001; Tinzaara et al., 2007; Oliveira et al., 2017), esse trabalho objetivou avaliar o comportamento de seleção hospedeira e/ou alimentação de *C. sordidus* em resposta a voláteis de plantas sadias e infectadas pelo Foc.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado no laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura sob condições controladas (temperatura  $25\pm 1$  °C, umidade relativa  $80\pm 10$  % e sem luz). A sala mantém um sistema de fotoperíodo invertido, sendo que, para favorecer as observações no momento da realização dos bioensaios, lâmpadas com luz no comprimento de onda correspondente ao vermelho foram ligadas.

Os tratamentos foram constituídos de pedaços de tecidos vegetais de bananeira cv. Maçã, extraídos de plantas sadias e infectadas. Assim, foram estudados os efeitos dos voláteis das plantas de acordo com as seguintes combinações de tratamentos:

1. Rizoma de planta sadia x rizoma de planta infectada pelo Foc;
2. Pseudocaule de planta sadia x pseudocaule de planta infectada pelo Foc;
3. Folha de planta sadia x folha de planta infectada pelo Foc.

As plantas de todos os tratamentos apresentaram idade semelhante. No estudo, foram utilizadas apenas fêmeas de *C. sordidus*. Os insetos foram obtidos no campo experimental da

Embrapa e mantidos em laboratório com alimento constituído por pedaços de rizoma de planta sadia. Uma hora antes do início dos testes, os insetos permaneceram sem alimento.

Como arena, foi utilizada uma câmara feita de tubo de policloreto de vinila (PVC) com as seguintes dimensões: 20 cm de diâmetro, 15 cm de altura, contendo seis entradas com 2,5 cm de diâmetro em sua base. Nessas entradas, foram introduzido os pedaços de rizoma, pseudocaule e folhas cortados (rizoma e pseudocaule) ou dobrados (folha) em formato de cubo de forma a ocupar um volume de cerca de oito cm<sup>3</sup>.

A parte superior foi tampada com uma placa de vidro para possibilitar a observação dos insetos. Como foram utilizados apenas dois tratamentos em cada teste, as entradas não utilizadas foram fechadas. Para minimizar contaminação por voláteis externos ao material testado, todas as operações envolvendo a manipulação de insetos e dos tratamentos (pedaços vegetais), bem como as arenas, foram feitas utilizando-se luvas.

Em cada teste, cinco fêmeas foram colocadas no centro da arena. Entretanto, visando reduzir o estresse causado pela movimentação dos insetos, as fêmeas foram confinadas no centro da arena durante cinco minutos (tempo de adaptação). Posteriormente, as fêmeas foram liberadas, sendo iniciado o teste propriamente dito. A escolha do inseto foi observada após o período de 30 minutos. As variáveis avaliadas foram a porcentagem de insetos encontrados nas entradas contendo cada um dos tratamentos e na área sem resposta, ou seja, sem escolha de alimento. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 36 repetições para cada tratamento. As médias dos dados foram comparadas pelo teste t de Student (5%).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verificou-se efeito dos voláteis de diferentes tecidos vegetais sobre o comportamento de *C. sordidus*. Assim, tanto rizoma quanto pseudocaule foram capazes de sensibilizar

olfativamente as fêmeas do inseto (Figura 1). Por outro lado, voláteis de folha de bananeira não provocaram respostas sobre o inseto.

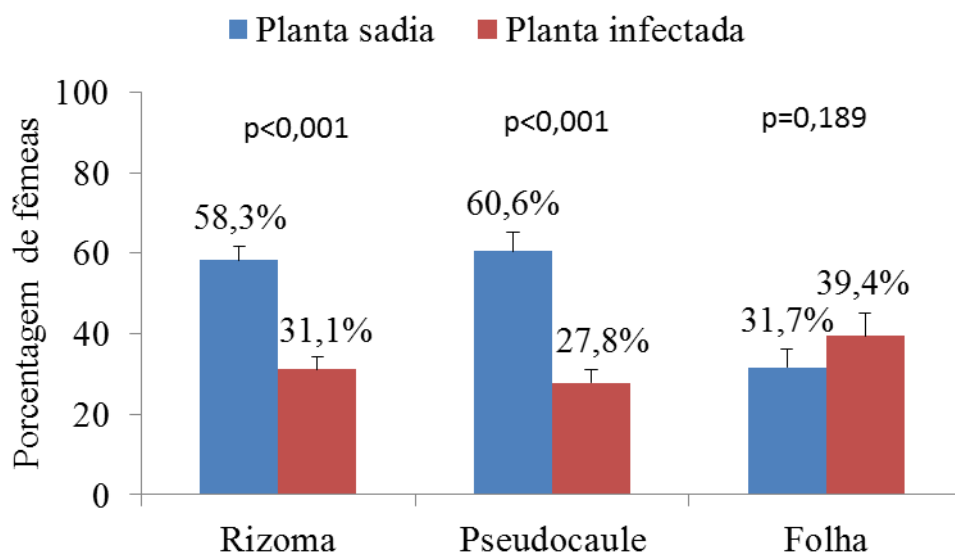


Figura 1. Porcentagem média ( $\pm$ epm) de fêmeas de *Cosmopolites sordidus* em resposta a voláteis de rizoma, pseudocaule e folha de bananeira.

Para o rizoma da bananeira, maior porcentagem de insetos ( $58,33 \pm 3,37$ ) preferiu a entrada contendo rizoma sadio, ao passo que  $31,11 \pm 3,28$  de insetos escolheram o rizoma de planta infectada. A porcentagem de insetos que não escolheu nenhum campo foi de  $10,56 \pm 2,21$ .

Quanto ao pseudocaule, foi observado comportamento similar, sendo registrada maior preferência dos insetos pelo material sadio ( $60,56 \pm 4,53$ ) do que no material obtido de planta infectada pelo Foc ( $27,78 \pm 3,45$ ). Quanto à não resposta, obteve-se uma porcentagem de  $12,22 \pm 3,45$ .

Já para folha, não se verificou diferença significativa para as médias de ambos os tratamentos, sendo de  $31,66 \pm 4,67$  a porcentagem de insetos que se dirigiram à entrada contendo voláteis de planta sadia e  $39,44 \pm 5,81$  a porcentagem de insetos encontrados em



pedaços de folha de planta infectada pelo Foc. A porcentagem de não resposta foi de  $28,89 \pm 5,68$ .

Considerando o número de vezes em que os insetos escolheram cada tratamento, tem-se que 24 escolhas (67%) recaíram sobre o rizoma sadio e 7 (19%) sobre infectado, 25 escolhas (70%) para pseudocaule sadio e 7 (19%) para infectado. Todavia, para folha, os insetos escolheram apenas 14 vezes (39%) o vegetal sadio, contra 17 vezes (49%) em que as fêmeas escolheram folha de planta infectada (Figura 2).

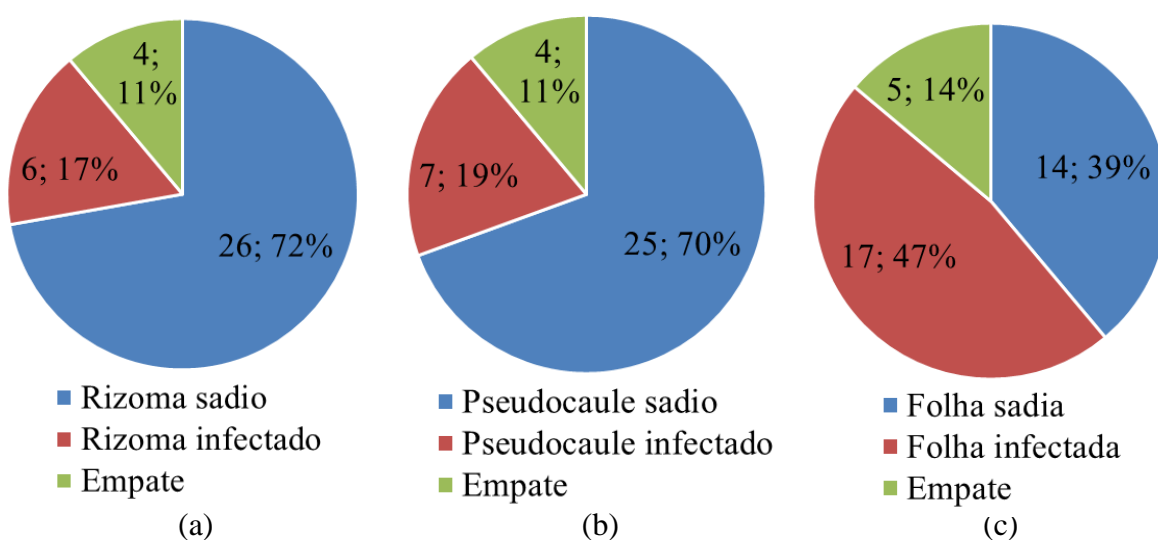


Figura 2. Número de vezes e porcentagem de escolha de fêmeas de *Cosmopolites sordidus* por rizoma (a), pseudocaule (b) e folha sadia e de planta infectada pelo Foc (c).

Os resultados obtidos não corroboram aqueles obtidos no trabalho de Braimah & Van Emden (1999), visto que a folha foi o único material vegetal que não proporcionou resposta comportamental do inseto. Esses autores verificaram que folhas mortas contêm compostos químicos atrativos ao inseto. No presente trabalho, foram utilizadas folhas senescentes, assim, é possível que as diferenças observadas pelos autores citados sejam devido à variação na idade do material vegetal.

Nesse trabalho, o inseto foi bastante responsivo ao pseudocaule. Esse resultado indica que a atratividade do inseto ao pseudocaule é mediada pelos compostos orgânicos voláteis

(Ndiege et al., 1996; Tinzaara et al., 2007; Oliveira et al., 2017) e reflete as preferências do inseto considerando sua aplicação no monitoramento e controle da praga.

Por sua vez, fêmeas de *C. sordidus* foram menos atraídas pelos odores de planta infectada (rizoma e pseudocaule). Assim, aparentemente, as alterações provocadas pelo patógeno Foc nas plantas parecem ser indicativas de má qualidade nutricional ou, pelo menos, baixa atratividade aos insetos. Isto se deve ao fato de que os insetos conseguem detectar plantas hospedeiras e evitar plantas inadequadas por meio dos semioquímicos voláteis liberados por esses organismos (Logan et al. 2008; Pickett et al., 2012).

Entretanto, apesar do inseto ser menos atraído pelos voláteis de uma planta infectada, isso não implica em que o mesmo não tenha entrado em contato com o patógeno. Como os testes tiveram a duração de 30 minutos, não se podem precisar os deslocamentos que porventura tenham ocorrido ao longo desse tempo. Assim, os insetos podem ter selecionado, inicialmente, os tecidos vegetais infectados pelo patógeno e, após contato ou alimentação, tenham tido sua resposta atrativa alterada, quer seja, pela falta de arrestantes ou excesso de estimulantes locomotores. Desse modo, pode ter ocorrido indução à dispersão do inseto após o contato com o rizoma ou pseudocaule de planta infectada.

Esse conhecimento pode favorecer a aplicação dos voláteis no manejo da praga mediante manipulação do comportamento dos insetos, estratégia essa considerada eficiente e sustentável, minimizando os problemas causados pelo uso excessivo de inseticidas (Turlings & Ton 2006; Pickett et al. 2012).

## CONCLUSÃO

Fêmeas de *C. sordidus* preferem rizomas e pseudocaule de bananeira sadia.

**REFERÊNCIAS**

ABY, N.; BADOU, J.; TRAORÉ, S.; KOBÉNAN, K.; KÉHÉ, M.; THIÉMÉLÉ, D.E.F.; GNONHOURI, G.; KONÉ, D. Inoculated traps, an innovative and sustainable method to control banana weevil *Cosmopolites sordidus* in banana and plantain fields. **Advances in Crop Science and Technology**, v.3, n.5, p.1-5, 2015.

BRAIMAH, H.; VAN EMDEN, H.F. Evidence for the presence of chemicals attractive to the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) in dead banana leaves. **Bulletin of Entomological Research**, v.89, n.6, p.485-491, 1999.

GOLD, C.S.; KAGEZI, G.H., NIGHT, G.; RAGAMA, P.E. The effects of banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, damage on highland banana growth, yield and stand duration in Uganda. **Annals of Applied Biology**, v.145, n.3, p.263-269, 2004.

GOLD, C.S.; PENA, J.E.; KARAMURA, E.B. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Integrated Pest Management Reviews**, v.6, n.2, p.79-155, 2001.

LOGAN, J.G.; BIRKETT, M.A.; CLARK, S.J.; MORDUE (LUNTZ), A.J.; PICKETT, J.A.; POWERS, S.; SEAL, N.J.; WADHAMS, L.J. Identification of human-derived volatile chemicals that interfere with attraction of *Aedes aegypti* mosquitoes. **Journal of Chemical Ecology**, v.34, p.308-322, 2008.

MELDRUM, R.A.; DALY, A.M.; TRAN-NGUYEN, L.T.T.; AITKEN, E.A.B. Are banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in banana plantations? **Australasian Plant Pathology**, v.42, n.5, p.543-549, 2013.

NDIEGE, I.O.; BUDENBERG, W.; OTIENO, D.O.; HASSANALI, A. 1,8-cineole: an attractant for the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*. **Phytochemistry**, v.42, n.2, p.369-371, 1996.

OLIVEIRA, F.T. de; NEVES, P.M.O.J.; BORTOLOTTI, O.C. Infestation of the banana root borer among different banana plant genotypes. **Ciência Rural**, v.47, n.1, e20151114, 2017.

PICKETT, J.A.; ARADOTTIR, G.I.; BIRKETT, M.A.; BRUCE, T.J.; KHAN, Z.R.;

MIDEGA, C.A.O.; SMART, L.E.; WOODCOCK, C.M. Aspects of insect chemical ecology: exploitation of reception and detection as tools for deception of pests and beneficial insects.

**Physiological Entomology**, v.32, p.2-9, 2012.

RUKAZAMBUGA, N.D.T.M; GOLD, C.S.; RAGAMA, P. The influence of crop management on banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) populations and yield of highland cooking banana (cv. Atwalira) in Uganda. **Bulletin of Entomological Research**, v.92, n.05, p. 13-421, 2002.

TINZAARA, W.; GOLD, C.S.; DICKE, M.; VAN HUIS, A.; RAGAMA, P.E. Host plant odours enhance the responses of adult banana weevil to the synthetic aggregation pheromone Cosmolure+®. **International Journal of Pest Management**, v.53, n.2, p.127-137, 2007.

TURLINGS, T.C.J.; TON, J. Exploiting scents of distress: the prospect of manipulating herbivore-induced plant odours to enhance the control of agricultural pests. **Current Opinion in Plant Biology**, v.9, p.421-427, 2006

UZAKAH, R.P.; ODEBIYI, J.A.; CHAUDHURY, M.F.B.; HASSANALI, A. Evidence for the presence of a female produced sex pheromone in the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). **Scientific Research and Essays**, v.10, n.15, p.471-481, 2015.

WERE, E.; NAKATO, G.V.; OCIMATI, W.; RAMATHANI, I.; OLAL, S.; BEED, F. The banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), is a potential vector of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* in bananas. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.37, n.4, p.427-434, 2015.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível constatar com os resultados deste trabalho, a importância do conhecimento sobre a interação *Cosmopolites sordidus* x *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc).

Sabe-se que o inseto-praga *C. sordidus* está presente em todas as regiões do Brasil e do mundo onde se produz banana.

O agente causador da murcha de *Fusarium* (Foc) é um fungo de solo, seus esporos podem ser levados pelo inseto, sendo este um possível vetor. Embora tenha preferência por determinadas variedades, todos os genótipos de bananeira são suscetíveis ao inseto.

O Foc TR4 (raça tropical) é ausente no Brasil e de extrema importância, pois as cultivares mais consumidas no país (subgrupo Prata) apresentam suscetibilidade à doença, o que pode servir de alerta para as Instituições de Defesa Fitossanitária do país juntamente com os órgãos de pesquisa, no sentido de estabelecerem medidas de contingenciamento, evidenciando a importância do potencial de transmissão do Foc por *C. sordidus*.

Neste trabalho, foi possível observar também o comportamento de *C. sordidus* em resposta aos voláteis liberados por plantas saudáveis e infectadas pelo Foc. Esses semioquímicos servem, dentre outros fatores, para que o inseto localize seu hospedeiro e incite o comportamento de oviposição e alimentação. Constatou-se também que, embora a broca-do-rizoma tenha preferência por rizomas de bananeiras saudáveis, o inseto pode se alimentar de rizomas de plantas infectadas pelo *Fusarium*.

Assim, o conhecimento da interação entre esses organismos pode subsidiar o manejo do inseto em cultivos de bananeiras visando à minimização do impacto da murcha de *Fusarium* nos bananais na iminência de entrada da TR4 no Brasil.

Portanto, planos de contingenciamento do Foc TR4 nas plantações devem levar em consideração a presença de *C. sordidus* e seu possível papel como vetor da doença.

O alerta é relevante, uma vez que a Bahia é o maior produtor de banana do país, e uma introdução do Foc TR4 poderia dizimar toda a produção dessa região, ocasionando sérios prejuízos econômicos ao estado.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5th Ed. Academic Press, London. p. 635, 2005.

AGROLINK. Disponível em:<[https://www.agrolink.com.br/noticias/bom-jesus-da-lapa-e-o-maior-produtor-de-banana-do-brasil\\_394412.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/bom-jesus-da-lapa-e-o-maior-produtor-de-banana-do-brasil_394412.html)>. Acesso em: 19 jun. 2017.

ARLEU, J. R.; SILVEIRA NETO, S.; GOMES, J. A.; NÓBREGA, C. A. Movimentação mensal da broca-da-bananeira, em bananais da cv. Prata, na região produtora do Espírito Santo. Campo Grande: **Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária**, p. 1-5, 1985.

BARBOSA, C. A. **Manual de Cultivo da bananeira**. Viçosa: ed. do autor, 2009.

BATISTA FILHO, A.; TAKADA, H. M.; CARVALHO, A G. Brocas da bananeira. In: Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, 6, 2002, São Bento do Sapucaí-SP. Anais, São Paulo: **Arquivos do Instituto Biológico**, v.1, p. 1-16, 2002

BEAUHAIRE, J.; DUCROT, P. H.; MALOSSE, C.; NDIEGE, D. R. O.; OTIENO, D. O. Identification and synthesis of sordidin, a male pheromone emitted by *Cosmopolites sordidus*. **Tetrahedron Letters**, v. 36, p.1043-1046, 1995.

BENTLEY, S.; PEGG, K. G.; MOORE, N. Y.; DAVIS, R. D.; BUDDENHAGEM I. W. Genetic variation among vegetative compatibility groups of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense analyzed by DNA fingerprinting. **Phytopathology**, p. 1283-93, 1998.

BORGES, A. L. Ed. Cultivo de plátanos (Bananeiras Tipo Terra). Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 108, 2015.

CARBALLO, M. Opciones para el manejo del picudo negro del plátano. **Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, n. 59, p. 22-30, 2001.

CHAMPION, J. Le bananier. Paris: **Maisonneuve & Larose**, p. 263, 1963.

CERDA, H.; LÓPEZ, A.; SANOJA, O.; SÁNCHEZ y JAFFÉ, K. Atracción olfativa de *Cosmopolites sordidus* Germar (1824) (Coleoptera: Curculionidae) estimulado por volátiles originados en musáceas de distintas edades y variedades genómicas. **Agronomia Tropical**, v. 46, p. 413-429, 1996.

CHEESMAN, E. E. Classification of the bananas. Illc. *Musa paradisiaca* L. sp., *Musa sapientum* L. syst. **Kew Bulletin**, v. 3, n. 2. p. 145-53, 1948.

CIPV - Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais. **Normas Internacionais para Medidas Fitossanitárias** n. 05 – Glossário de Termos Fitossanitários. Roma: FAO, 2009.

COLLINS, P. J.; TREVERROW, N. L.; LAMBKIN, T. M. Organophosphorus insecticide resistance and its management in the banana weevil borer, *Cosmopolites*

*sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae), in Australia. **Crop Protection**, v. 10, n. 3, p. 215-221, 1991.

CONDÉ, B.D.; PITKETHLEY, R.N. The Discovery, identification and management of banana fusarium wilt outbreaks in the Northern Territory of Australia. Paper presented at the Banana Fusarium wilt management: towards sustainable cultivation, **Los Banos, Philippines**. p.260-265, 2001.

CORDEIRO, Z.J.M. **Variabilidade patogênica de isolados de *Mycosphaerella musicola* e resistência induzida e genética em genótipos de bananeira**. Piracicaba, 1997, 118p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

CORDEIRO, Z.J.M.; SILVA, J.R. Fitossanidade na Exportação de Banana. In: **Banana – Fitossanidade**. cap. I, p. 9-15, 2000.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; FILHO, P. E. M. Doenças e métodos de controle. O cultivo da bananeira. Ed. A. L. Borges e L. S. Souza. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, p. 279, 2004.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. D.; KIMATI, H. Doenças da bananeira. In: KIMATI, H. A., L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. Ed. Manual de Fitopatologia. São Paulo, SP: **Agronômica Ceres**, v. 2, p. 99- 117, 2005.

CUILLÉ, J. Recherches sur le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus*, Germ., Momographie de l'insecte et recherches de ses chimiotropisme. Paris, **Institut des Fruits et Agrume Coloniaux**, Ser. tech. 4, p. 225, 1950.

DALY, A.; WALDUCJ, G. Fusarium wilt of bananas (Panama disease). Agnote Northern Territory of Australia, 151, pp. 1-5, 2006.

DANTAS, L.L.; SOARES FILHO, W. S. Banana: Produção e Aspectos Técnicos. Ed. Zilton José Maciel Cordeiro. Brasília: **EMBRAPA – Comunicação para Transferência de Tecnologia**. Cap. 3. p. 11-15, 2000.

DE MARZO, L.; FRISULLO, S.; LOPS, F.; ROSSI, V. Possible dissemination of *Spilocaea olegina* conidia by insects (*Ectopsocus briggsi*). **Eppo Bulletin**, p. 389–391, 1993.

DITA, M.A., GARMING, H., BERGH I. VAN DEN, STAVER, C. AND LESCOT, T. Banana in Latin America and the Caribbean: current State, challenges and perspectives. Proc. Int. ISHSPromusa Symp. on Bananas and Plantains: Towards Sustainable Global Production and Improved Uses Eds.: I. Van den Bergh et al. **Acta Hort.** 986, ISHS 2013: 365-380, 2013.

FANCELLI, M. Pragas. In: ALVES, E. J. (Org.) Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília, DF: **Embrapa**, cap. XIV, p. 409-452, 1999.

FANCELLI, M.; MESQUITA, A. L. M. Pragas. CORDEIRO, Z.J.M. (Ed.). In: Banana-Fitossanidade,. Brasília: **Embrapa, Comunicação para Transferência de Tecnologia**. cap. 3, p. 21-23, 2000.

FANCELLI, M.; ALVES, E. J. Principais pragas da cultura. In: ALVES, E.J. (Ed.). Cultivo de bananeira tipo Terra. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, p.105-116, 2001.

FANCELLI M.; DIAS A.B, JESUS S.C.; DELALIBERA JÚNIOR I.; NASCIMENTO A.S.; SILVA S.O. Controle Biológico de *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae) pelo Fungo *Beauveria bassiana* (Bals.). Cruz das Almas-BA. Vuill. **Comunicado Técnico**, 2004.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Climate Change and Food Security: A Framework Document**. Rome: FAO, 930p. 2008.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014-2015 Perspectivas agrícolas 2014-2015. Disponível em: <http://www.fao.org.br/download/pa20112015cb.pdf> Acesso em: 23 de jul de 2017.

FERREIRA, H. S. Pesticidas no Brasil: Impacto ambiental e possíveis conseqüências de sua interação com a desnutrição humana. **Saúde Ocupacional**, p. 51-60, 1993.

FERREIRA, C.F.; SILVA, S.O.; AMORIM, E.P.; SANTOS-SEREJO, J.A (Eds.). O agronegócio da banana. Brasília: **Embrapa**, 832 p., 2015.

FOURIE, G.; STEENKAMP, E. T.; PLOETZ, R. C.; GORDON, T. R.; VILJOEN, A. Current status of the taxonomic position of *Fusarium oxysporum formae specialis cubense* with the *Fusarium oxysporum* complex. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 11, p. 533-542, 2011.

FURTADO, E. L.; BUENO, C. J.; OLIVEIRA, A. D.; MENTEN, J. O. M.; MALAVOLTA, E. Relações entre ocorrência do Mal-de-Panama em bananeira da cv. Nanicao e nutrientes no solo e nas folhas. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 4, p. 211-215, 2009.

FUSILERO, K. Panama disease, banana – Philippines: (Mindanao), up date. **International Society for Infectious Diseases**. Disponível em: [www.promedmail.org](http://www.promedmail.org) Acesso em: 22 jun de 2017.

GALLO, D.; NAKANO, O; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. Entomologia Agrícola. São Paulo: **Agronômica Ceres**, p. 920, 2002.

GOLD, C.S.; BAGABE, M.I. Banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae), infestation of cooking and beer bananas in adjacent stands in Uganda. **African Entomologist**, v. 5, n. 1, p.103-108, 1997.

GOLD, C. S.; MESSIAEN, S. El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. Plagas de Musa, **Hoja Divulgativa**, v. 4, p. 1-4, 2000.



GOLD, C.S.; MESSIAEN, S. The banana weevil *Cosmopolites sordidus*. **Montpellier: INIBAP**, p. 4. 2000.

GOLD C.S.; PENA, J.E.; KARAMURA, E.B. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Integrated Pest Management**, v.6. p. 79-155, 2001.

GOLD, C. S.; OKECH, S. H.; NOKOE, S. Evaluation of pseudostem trapping as a control measure against banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) in Uganda, **Bulletin of Entomological Research**, v. 92, no. 1, p. 35–44, 2002.

GONZAGA, V.; BENITO, N.P.; LOPES-DA-SILA, M.; ROCHA, H.M.C.; NAVIA, D. Quarentena Vegetal no Brasil. In: ZUCCHI, R. A.; VILELA, E. (Eds.). Pragas Introduzidas no Brasil: Insetos e Ácaros. Piracicaba: **FEALQ**, p.67-108, 2015.

GROENEWALD, S. Biology, pathogenicity and diversity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. **University of Pretoria**, Pretoria, p. 316, 2006.

GUERRA, A. G.; MEDEIROS, A. A. De; SAMPAIO, L. M. B.; SAMPAIO, Y. De S. B.; MEDEIROS NETO, O. De. Prospecção tecnológica para o agronegócio da banana no Rio Grande do Norte. Natal, RN: **EMPARN**, p. 64, 2009.

**IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística**. Produção Agrícola Municipal, 2015. Disponível em: <<https://ftp.ibge.gov.br/producaoagricolamunicipal>> Acesso em: 23 jul 2017.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A. Doenças do tomateiro. In: KIMATHI H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas. São Paulo: **Agronômica Ceres**. p. 607-626, 2005.

LARA, F. M.; SARGO, D. L. B.; CAMPOS, A. R.; BARBOSA, J. C. Preferência de *Cosmopolites sordidus* Germ. (Coleoptera: Curculionidae) por genótipos de bananeira, em condições de laboratório. **Revista Ecosystema**, v. 25, p. 35 – 38, 2000.

LI, C.; ZUO, C.; DENG, G.; KUANG, R.; YANG, Q.; HU, C.; SHENG, O.; ZHANG, S.; MA, L.; WEI, Y.; YANG, J.; LIU, S.; BISWAS, M.K.; VILJOEN, A.; YI, G. Contamination of Bananas with Beauvericin and Fusaric Acid Produced by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. **PLoS One**, v. 8, n. 7, p. 1-11, 2013.

LINS, R.D.; DANTAS, A.V.L.; FANCELLI, M.; CARVALHO, C.A.L.; LEITE, J.B.V. Infestação da broca-do-rizoma em variedades e híbridos de bananeira em Una, Bahia. **Magistra**, v. 20, p. 105-108, 2013.

LOCKWOOD, J.L.; HOOPE, M.F.; MARCHETTI, M.P. Invasion Ecology. **Oxford, UK, Blackwell Publishing**, p. 304, 2007.

MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. The theory of island biogeography. Princeton, New Jersey. **Princeton University Press**, p. 203, 1967.

MELDRUM, R.A.; DALY, A. M.; TRAN-NGUYEN, L.T.T.; AITKEN, E.A.B. Are banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in banana plantations? **Australasian Plant Pathology**, v.42, n.5, p. 543-549, 2013.

MENDONÇA, F. A. C.; VILELA, E. F.; EIRAS, A. E.; SANT'ANA, A. E. G. Resposta de *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera, Curculionidae) aos voláteis da planta hospedeira e de adultos coespecíficos em olfatômetro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, sup. 2, p.123-128, 1999.

MESQUITA, A.L.M. Importância e Métodos de Controle do Moleque ou Broca-do-Rizoma-da-Bananeira. Fortaleza: **EMBRAPA-CNPAT**, p. 1-5, 2003.

MICHIELSE, C. B.; REP, M. Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum*. **Molecular plant pathology**, v. 10, n. 3, p. 311-324, 2009.

MOLINA, A.B., FABREGAR, E.G., SINOHIM, V.O., FOURIE, G., VILJOEN, A. Tropical era 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* causing new Panama wilt epidemics in Cavendish varieties in the Philippines, **Phytopathology**. 2008.

MOORE, N.Y., PEGG, K.G, SMITH L.J., LANGDON, P.W., BENTLEY, S., SMITH M.K. **Fusarium wilt of banana in Australia**. In: Molina A.B., MASDEK, N.H., LIEW, K.W. Banana Fusarium wilt management: towards sustainable cultivation. Inyernacional Network for the Improvement os Banana and Plantain-Asia and PAcific Network, Los Banos, Philippines, p. 252-259, 2001.

O'DONNELL, K.; KISTLER, H. C.; CIGELNIK, E.; PLOETZ, R.C. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogis. **Applied Biological Sciences**, v. 95, p. 2044-2049, 1998.

PEREIRA, L. V.; CORDEIRO, Z. J. M., FIGUEIRA, A. D. R., HINZ, R. H., MATOS, A. D. Doença da bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 196, p. 37-47, 1999.

PEREIRA, J. C. R.; CASTRO, M. E. A.; GASPAROTTO, L. Ocorrência do mal-do-panamá em bananeira do subgrupo Figo, em Piau, Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 5, p. 574, 2005.

PÉREZ-VICENTE, L. *Fusarium wilt* (Panama disease) of bananas: an updating review of the current knowledge on the disease and its causal agent. In: **Reunion International, Acorbat**, 16: 1-15, 2004.

PIMENTEL, D.; MCNAIR, S.; JANECKA, J.; WIGHTMAN, J.; SIMMONDS; O'CONNELL C.; WONG, C.E.; RUSSEL, L.; ZERN, J.; AQUINO, T.; TSOMONDOA, T. Economic and environmental theats of alien plant, animal and microbe invasions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 84. p. 1-20. 2001.

PLOETZ, R.C. (ed.). *Fusarium Wilt of Banana*. **The American Phytopathological Society**, St. Paul, MN. 1990.

PLOETZ, R.C.; PEGG, K.G. *Fusarium wilt*. In: JONES, D.R. (ed). Diseases of banana, abaca and enset. **CAB International**, Wallingford. 1999.

PLOETZ, R. C.; PEGG, K. G. Fusarium wilt. In: Diseases of Banana, Abaca and Enset Jones, D. R. (Ed.). Wallingford, **UK. CABI**. p. 143-159, 2000.

PLOETZ, R.C. **Panama disease, na old nemesis rears its ugly head: Part 1, the beginnings of the banana export trades**. Plant Health Progress. 2005.

ProMusa. Mobilizing banana science for sustainable livelihoods.2015. Disponível em: <https://gmo.geneticliteracyproject.org/FAQ/can-gmos-rescue-threatened-plants-and-crops/> Acessado em: 15 de jul de 2017.

PLOETZ, R.C. **Panama disease: And old nemesis rears its ugly head. Part 2. The Cavendish era and beyond**. Plant Health Progress. Published online. 2006

SILVA, C. G. **Estudo do comportamento da broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* (GERMAR, 1824) (Col.: Curculionidae), visando ao seu controle**. 1985. 82 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas na Área de Entomologia). – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1985.

SILVA, S. O. Avaliação de Clones de Banana Cavendish. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 832-837, 2006.

SILVA, M.L; SILVA, S.X.B.; SUGAYAMA, R.L.; RANGEL, L.E.P.; RIBEIRO, L.C. Defesa Vegetal conceitos, escopo e importância estratégica. In: **Defesa Vegetal – Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas**. Ed. Regina Lúcia Sugayama; Marcelo Lopes da Silva; Suely Xavier de Brito Silva; Luís Carlos Ribeiro & Luís Eduardo Pacifici Rangel, cap. I, p. 3-15, 2015.

SPADOTTO, C.A.; MINGOTI, R.; HOLLER, W.A. Distribuição da produção agrícola e vias de acesso de pragas quarentenárias no Brasil. Campinas: **Embrapa Gestão Territorial**, p.1-2, 2014 Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/975893/1/20140121NotaTecnicaSGTE1.pdf>. Acessado em: 25 de jun de 2017.

SNYDER, W.C.; HANSEN, H. N. The Species Concept in Fusarium. **American Journal of Botany**, vol. 27, No. 2. p. 64-67. 1940.

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

STOVER, R.H. **Fusarium wilt (Panama disease) of bananas and other Musa species. Commonwealth Mycological**. Institute, Kew, Surrey, England. p. 117, 1962.

STOVER, R. H., SIMMONDS, N.W. Bananas, 3rd edn. **Longman Scientific and Technical, UK**. 1987.

SUPLICY FILHO, N.; SAMPAIO, A.S. Pragas da bananeira. **Biológico**, São Paulo, v.48, n.7, p.169-182, 1982.

TINZAARA, W.; TUSHENEREINWE, W.; KASHAIJA. The potential of using pheromone traps for the control of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar

in Uganda. In: Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa. Frison, E. A., Gold, C. S., Karuma, E. B., Sikora, R. A. (eds). **Proceedings of Workshop on banana IPM**. Nelspruit, p. 327-332, 1998.

VALLEJO, L.F.; SÁNCHEZ, R; SALGADO, M. Redescrición del adulto y descripción de los estados inmaduros de *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera:Curculionidae), el picudo negro barrenador del plátano en Colombia. **Museo de Historia Natural**, v.11, p. 361-375, 2007.

VIANA, A. M. M e VILELA, E. F. Comportamento de corte e acasalamento de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n. 2, p. 347–350, 1996.

VIANA, A. M. M. **Comportamento de agregação e acasalamento de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) mediado por semioquímicos, em olfatômetro**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, p. 75., 1992.

VITOUSEK, P. M.; D'ANTONIO, C. M.; LOOPE. L. L. Biological invasions as global environmental change. **American Scientist**, v. 84, p. 468-478, 1996.