



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM FITOPATOLOGIA**

Dissertação de Mestrado

**Murcha de Fusarium da bananeira em Missão Velha (Ceará,
Brasil): percepção dos agricultores e intensidade da
doença**

WELICA ZAIANA BASTOS ROCHA

**Recife – PE
2023**

WELICA ZAIANA BASTOS ROCHA

**MURCHA DE FUSARIUM DA BANANEIRA EM MISSÃO
VELHA (CEARÁ, BRASIL): PERCEPÇÃO DOS
AGRICULTORES E INTENSIDADE
DA DOENÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitopatologia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Orientador: Prof. Dr. Sami Jorge Michereff

Coorientadora: Profa. Dra. Kamila Câmara Correia

**RECIFE – PE
JULHO – 2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R672m Rocha , Welica Zaiana Bastos
 Murcha de Fusarium da bananeira em Missão Velha (Ceará, Brasil): percepção dos agricultores e intensidade da
doença / Welica Zaiana Bastos Rocha . - 2023.
 76 f. : il.

 Orientador: Sami Jorge Michereff.
 Coorientador: Kamila Camara Correia.
 Inclui referências.

 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia,
Recife, 2023.

 1. Fusarium oxysporum f. sp. cubense. 2. Mal do Panamá. 3. Levantamento. 4. Incidência. 5. Severidade. I.
Michereff, Sami Jorge, orient. II. Correia, Kamila Camara, coorient. III. Título

MURCHA DE FUSARIUM DA BANANEIRA EM MISSÃO VELHA (CEARÁ, BRASIL): PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES E INTENSIDADE DA DOENÇA

WELICA ZAIANA BASTOS ROCHA

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 05/07/2023

ORIENTADOR:



Documento assinado digitalmente

SAMI JORGE MICHEREFF

Data: 05/07/2023 12:22:07-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Sami Jorge Michereff (UFCA)

EXAMINADORES:



Documento assinado digitalmente

DELSON LARANJEIRA

Data: 05/07/2023 13:42:30-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Delson Laranjeira (UFRPE)



Documento assinado digitalmente

FABIO JUNIOR ARAUJO SILVA

Data: 05/07/2023 12:30:09-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fábio Júnior Araújo Silva (UFAC)

RECIFE – PE

JULHO – 2023

Dedico esse trabalho à minha família: meus pais, Zélia Bastos Rocha e Valterlei Batista Rocha, e aos meus irmãos, Jardel Bastos Rocha e Sandi Bastos Rocha, por sempre me apoiarem e me incentivarem em toda caminhada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida, pela proteção, força e coragem durante toda essa jornada.

À minha família, por ser a minha base e meu ponto de apoio. Meus pais, Zélia Bastos Rocha e Valterlei Batista Rocha, por todo amor, por sempre acreditarem em mim e me mostrar que sou capaz, por sempre serem meu exemplo de força e perseverança. Meus irmão Jardel Bastos Rocha e Sandi Bastos Rocha por sempre estarem comigo, por sempre ser nós três por nós três.

À minha amiga Beatriz Damasceno por desde sempre estar comigo nessa jornada acadêmica, compartilhando os perrengues, e também as conquistas. Aos meus amigos, Criste Iane Formiga, Daiane Moitinho, Ila Hanna Ramos e Marcos Luan Ramos por mesmo longe sempre me incentivar e apoiar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sami Jorge Michereff, pela orientação, dedicação, paciência e ensinamentos que me passou ao longo destes anos, para o desenvolvimento deste trabalho.

À Profa. Dra. Kamila Câmara Correia pelo apoio do desenvolvimento deste trabalho e suporte oferecido pelo Laboratório de Fitopatologia da UFCA.

À técnica do Laboratório de Litopatologia da UFCA, Ivna Salmito. À Jadson Araújo por toda ajuda e amizade, e aos demais colegas de laboratório Ana Karoline, Cosma Amanda, Damiana Andressa, Everton Nascimento, Euzanyr, Gessiane Santos, Raquel Maria e Rodrigo Costa. Lembrarei com carinho da amizade de todos.

Ao PPG em Fitopatologia da UFRPE e a todo corpo docente e administrativo que participou de forma direta ou indireta na minha formação.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

A todos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho,

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL	viii
GENERAL ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I – Introdução Geral	11
Referências Bibliográficas	28
CAPÍTULO II – Murcha de Fusarium da bananeira Missão Velha (Ceará, Brasil): percepção dos agricultores e intensidade da doença	39
Resumo	40
Abstract	41
Introdução	42
Materiais e métodos	44
Resultados	47
Discussão	50
Conclusões	55
Agradecimentos	55
Declaração de conflito de interesse	55
Contribuições dos autores	56
Declaração de disponibilidade dos dados	56
Referências	56
CONCLUSÕES GERAIS	75

RESUMO GERAL

Na mesorregião do Cariri Cearense, localizada no sul do estado do Ceará (Brasil), são cultivados cerca de 3,5 mil ha com bananeira, destacando-se o município de Missão Velha. Apesar da produção expressiva, a produtividade se situa abaixo da média nacional, principalmente devido à ocorrência de doenças, com destaque para a murcha de Fusarium, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. O objetivo deste trabalho foi analisar os conhecimentos e percepções dos pequenos produtores de banana de Missão Velha sobre a murcha de Fusarium e avaliar a incidência e a severidade da doença nas propriedades. O estudo foi realizado em 30 pequenas propriedades de Missão Velha, com até 20 ha cultivados com bananeira. Os proprietários foram entrevistados em relação aos conhecimentos e percepções sobre a murcha de Fusarium, bem como foi efetuado o levantamento da incidência e da severidade da doença nas áreas de plantio. Em cada área, a incidência foi avaliada em 600 plantas e a severidade em 25 plantas. A murcha de Fusarium foi identificado corretamente como a causa dos sintomas por 86,7% dos entrevistados e a maioria acreditava que essa doença leva à redução da produção superior a 40%. A maioria dos entrevistados (66,7%) já precisou abandonar alguma área de cultivo devido à ocorrência da doença. Metade dos entrevistados considerou as mudas contaminadas como o fator mais importante para a disseminação da doença de uma área para outra, mas somente 16,7% leva em consideração a sanidade das mudas no momento do plantio. A maioria dos entrevistados considera que o agente causal da doença pode sobreviver nos restos culturais da bananeira (76,7%) e no solo (96,7%), mas 63,3% deixa a planta com sintomas na área. Há lacunas de conhecimentos dos agricultores sobre a disseminação e o manejo da murcha de Fusarium, bem como contradições entre os conhecimentos e as práticas adotadas. Foi constatada a ocorrência da murcha de Fusarium em todas as propriedades avaliadas. A incidência da doença variou entre 17,3% e 75,8%, com média de 43,9% e em 55,3% das áreas foi superior a 40,0%. Os níveis de severidade variaram de 12,0% a 50,7%, com média de 32,3%, sendo que na maioria das áreas (56,7%) foi superior a 30%. A murcha de Fusarium está amplamente distribuída e com elevada severidade nas pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha, havendo necessidade urgente de serem adotadas medidas de mitigação da doença para evitar o colapso deste importante setor da economia regional.

Palavras-chave: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, mal do Panamá, levantamento, incidência, severidade.

GENERAL ABSTRACT

In the mesoregion of Cariri Cearense, located in the south of Ceará state (Brazil), around 3,500 ha are cultivated with banana trees, highlighting the municipality of Missão Velha. Despite the expressive production, productivity is below the national average, mainly due to the occurrence of diseases, with emphasis on Fusarium wilt, caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. This work aimed to analyze the knowledge and perceptions of smallholdings banana producers in Missão Velha about Fusarium wilt and to evaluate the incidence and severity of the disease in the properties. The study was carried out on 30 smallholdings in Missão Velha, with up to 20 ha cultivated with banana trees. The owners were interviewed regarding their knowledge and perceptions about Fusarium wilt, as well as a survey of the incidence and severity of the disease in the planting areas. In each area, the incidence was evaluated in 600 plants and the severity in 25 plants. Fusarium wilt was correctly identified as the cause of symptoms by 86.7% of respondents and the majority believed that this disease leads to a reduction in production of more than 40%. Most interviewees (66.7%) had already had to abandon some cultivation area due to the occurrence of the disease. Half of the interviewees considered contaminated seedlings as the most important factor for the spread of the disease from one area to another, but only 16.7% took into account the health of the seedlings at the time of planting. Most respondents consider that the causal agent of the disease can survive in the cultural remains of the banana tree (76.7%) and in the soil (96.7%), but 63.3% leave the plant with symptoms in the area. There are gaps in farmers' knowledge about the dissemination and management of Fusarium wilt, as well as contradictions between knowledge and adopted practices. The occurrence of Fusarium wilt was verified in all evaluated properties. The incidence of the disease varied between 17.3% and 75.8%, with an average of 43.9%, and in 55.3% of the areas it was greater than 40.0%. Severity levels ranged from 12.0% to 50.7%, with an average of 32.3%, and in most areas (56.7%) it was greater than 30%. Fusarium wilt is widely distributed and highly severe in the smallholdings banana producing of Missão Velha. There is an urgent need to adopt measures to mitigate the disease in order to avoid the collapse of this important sector of the regional economy.

Key words: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, Panamá disease, survey, incidence, severity.

Capítulo I

Introdução Geral

MURCHA DE FUSARIUM DA BANANEIRA EM MISSÃO VELHA (CEARÁ, BRASIL): PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES E INTENSIDADE DA DOENÇA

INTRODUÇÃO GERAL

1. Importância da bananicultura

A bananeira (*Musa* spp.) tem grande importância em nível mundial, pois é cultivada em mais de 135 países e em aproximadamente 11 milhões de hectares. Em 2021, a produção global de banana atingiu 125 milhões de toneladas, sendo a Índia o principal país produtor, com 33,1 milhões de toneladas produzidas, seguida pela China (12,1 milhões de toneladas) e Indonésia (8,7 milhões de toneladas) (FAO, 2023). A banana desempenha um papel importante na segurança alimentar e fornece renda para mais de 400 milhões de pessoas em todo o mundo (WERE; VILJOEN; RASCHE, 2023). Além disso, é um produto de exportação, responsável por uma parte significativa dos ingressos relativos à exportação agrícola de vários países (PLOETZ; KEMA; MA, 2015; VILJOEN; MA; MOLINA, 2020).

No Brasil, a bananeira (*Musa* spp.) é cultivada em todos os estados e a produção de banana constitui parte importante da renda dos pequenos produtores e da alimentação das mais diversas camadas da população brasileira (AMARO; FAGUNDES, 2016). Em 2021 foram produzidas 6,8 milhões de toneladas dessa fruta em 453,3 mil hectares (IBGE, 2023a), fazendo com que o Brasil ocupe a quarta posição entre os países produtores (FAO, 2023).

A bananicultura engloba cerca de 800 mil unidades produtoras no Brasil, sendo a maioria de pequeno porte e de perfil familiar. A cultura da bananeira é, dentre as fruteiras, uma das que proporciona maior rentabilidade média por hectare, considerando-se toda a vida útil do plantio (BELING, 2017). A produção é praticamente constante ao longo do ano, gerando renda semanal aos produtores (BANCO DO BRASIL, 2010).

A região Nordeste é uma importante produtora de banana no país, com destaque para os estados da Bahia (878,5 mil toneladas), Pernambuco (449,4 mil toneladas) e Ceará (416,3 mil toneladas). A produtividade média brasileira é de 14,6 t/ha, enquanto no Ceará é de 12,1 t/ha e no estado do Rio Grande do Norte, o estado mais produtivo no país, é de 24,8 t/ha (IBGE, 2021b).

Existem vários sistemas de cultivo da bananeira no Brasil e o nível tecnológico adotado depende da disponibilidade financeira para investimento na infraestrutura de produção (ALVES *et al.*, 2016). Assim como existe uma grande quantidade de cultivares de bananeira em nível

mundial, no entanto, as cultivares comestíveis mais difundidas no Brasil são Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Terra e D'Angola, pertencentes ao grupo genômico AAB (subgrupo Prata) e consumidas somente no mercado interno. Para o mercado de exportação destacam-se as cultivares Nanica, Nanicao e Grande Naine, pertencentes ao grupo genômico AAA (subgrupo Cavendish). As cultivares Prata, Prata Anã e Pacovan são responsáveis por aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil (SILVA *et al.*, 2016).

Na mesorregião do Sul Cearense, também denominada Cariri Cearense, foram cultivados 3,5 mil hectares com bananeira em 2021, com destaque para o município de Missão Velha, que produziu 51,1 mil toneladas de banana em 1.785 hectares (IBGE, 2023c). O município se situa entre os principais produtores de banana no Brasil e a cadeia produtiva dessa fruta gera um elevado número de empregos e desenvolvimento (CAMPOS; ALMEIDA; LIMA, 2020).

Em Missão Velha predomina a produção de banana da cultivar Prata Anã, em pequenas propriedades e propriedades empresariais. No município existem 59 pequenas propriedades produtoras de banana, com até 20 hectares cultivados com essa fruteira, com média de 5,9 hectares (CASTRO, 2018). Também existem duas grandes empresas produtoras de banana no município, que juntas cultivam cerca de 730 hectares com bananeira (Informação verbal: técnicos das empresas). Essas empresas impulsionaram a produção de banana de forma a colocar Missão Velha no mapa do circuito produtivo da banana nas escalas regional e nacional (CASTRO, 2018).

Apesar da produção expressiva de banana em Missão Velha, a produtividade média entre os pequenos produtores é de 9,3 t/ha (CAMPOS; ALMEIDA; LIMA, 2020), abaixo da média nacional e do estado do Ceará, sendo quase 1/3 da média de produtividade de São Paulo, o estado mais produtivo (IBGE, 2021b). Por outro lado, a produtividade média de banana nas propriedades empresariais é de 28,5 t/ha (Informação verbal: técnicos das empresas), superior à média nacional. A produtividade da bananeira pode ser afetada por diversos fatores, dentre os quais estão as doenças (CORDEIRO *et al.*, 2017).

2. Murcha de Fusarium

2.1. Importância

As doenças afetam todas as partes da planta de bananeira, incluindo raiz, rizoma, pseudocaule, folhas e frutos, e podem ser graves problemas para os produtores que não conseguem maneja-las com práticas integradas (PLOETZ; THOMAS; SLABAUGH, 2003;

PLOETZ; KEMA; MA, 2015; CORDEIRO *et al.*, 2017). Dentre as doenças de maior importância em bananeira no Brasil destaca-se a murcha de Fusarium (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

A murcha de Fusarium (ou mal do Panamá) é uma doença muito conhecida na história da bananicultura mundial por causar grandes perdas na produção de banana (PLOETZ, 2015; DITA *et al.*, 2018; VILJOEN; MA; MOLINA, 2020; WERE; VILJOEN; RASCHE, 2023). No Brasil, o problema é muito grave quando são plantadas cultivares suscetíveis, podendo provocar perdas de 100% na produção (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

A murcha de Fusarium da bananeira foi relatada pela primeira vez em 1876 na Austrália. No entanto, ganhou notoriedade no início do Século XX, quando causou uma epidemia severa em plantações da cultivar Gros Michel (AAA), na América Central e Caribe (PLOETZ, 2015). As exportações eram focadas principalmente nas cultivares desse subgrupo, no entanto com a devastação causada pelas epidemias, os monocultivos de Gros Michel foram sendo substituídos gradativamente por cultivares do subgrupo Cavendish (AAA), resistentes ao patógeno, e a partir daí, a indústria de exportação de banana expandiu-se rapidamente com base em Cavendish (DITA *et al.*, 2018).

No Brasil a doença foi relatada a primeira vez em 1930, em Piracicaba, no estado de São Paulo. As plantações eram principalmente da cultivar ‘Maçã’, susceptível ao patógeno, o que ocasionou a perda de cerca de um milhão de plantas em apenas quatro anos (BERGAMIN FILHO; AMORIM; REZENDE, 2005).

O potencial produtivo da bananeira no Cariri Cearense é indiscutível, mas a baixa produtividade reflete fatores adversos, com destaque para a ocorrência da murcha de Fusarium (CORDEIRO, 2021; NASCIMENTO, 2022). Em levantamento realizado recentemente, a maioria dos pequenos produtores de banana do Cariri Cearense indicou a murcha de Fusarium como a doença mais importante, devido às dificuldades no controle e às perdas ocasionadas (NASCIMENTO, 2022).

2.2. Etiologia

O agente causal da murcha de Fusarium da bananeira tem sido tradicionalmente relatado como o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Smith) W. C. Snyder & Hansen (CORDEIRO *et al.*, 2017; DITA *et al.*, 2018; VILJOEN; MA; MOLINA, 2020; BRAGARD *et al.*, 2022). Esse fungo pertencente ao complexo de espécies de *Fusarium oxysporum* Schlecht., que é composto por fungos habitantes do solo encontrados em solos cultivados e não cultivados em todo o mundo. Esse complexo de espécies inclui patógenos de plantas, patógenos humanos

e muitos não patogênicos. Isolados patogênicos são morfologicamente indistinguíveis de isolados não patogênicos (LESLIE; SUMMERELL, 2006; EDEL-HERMANN; LECOMTE, 2019).

Fusarium oxysporum apresenta reprodução assexuada e não tem ciclo sexual conhecido. Produz três tipos de esporos assexuais: os microconídios, com formato oval ou elipsóide, ligeiramente curvos com um ou nenhum septo; os macroconídios que apresentam paredes finas com mais de quatro septos; e os clamidósporos, que possuem parede espessa, duplas e rugosas, que funcionam como estruturas de resistência (LESLIE; SUMMERELL, 2006).

Fusarium oxysporum exibe alta diversidade genética e os isolados são divididos em *formae speciales* (f. sp.) e raças. A definição da *formae speciales* se baseia na especialização da patogenicidade a um único hospedeiro ou um conjunto limitado de plantas hospedeiras, sendo que foram reportadas 106 *formae speciales* de *F. oxysporum*. As raças são muitas vezes definidas de acordo com a patogenicidade diferencial em diferentes cultivares, mas uso de critérios variáveis para descrever novas raças levou à confusão em várias *formae speciales* de *F. oxysporum* (EDEL-HERMANN; LECOMTE, 2019).

Em nível mundial, são relatadas três raças (1, 2 e 4) de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* causando murcha de Fusarium em bananeira, sendo a raça 4 dividida em subtropical (ST4) e tropical (TR4). A raça 1 afeta as cultivares Gros Michel, Maçã e Prata entre outras, e a raça 2 ataca Bluggoe, no Brasil chamada ‘Figo’, e a TR4, as cultivares do subgrupo Cavendish (Nanicão, Nanica, Grande Naine, Valery e outras) e todas as cultivares resistentes e suscetíveis às raças 1 e 2 (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016). A raça TR4 é considerada a mais destrutiva atualmente, pois ataca as cultivares do subgrupo Cavendish, amplamente cultivadas e exportadas em nível mundial (DITA *et al.*, 2018; WERE; VILJOEN; RASCHE, 2023). As raças 1 e 2 são amplamente distribuídas em nível mundial, incluindo o Brasil (CABI, 2021), enquanto a raça TR4 tem distribuição mais restrita (CABI, 2022). A raça TR4 ainda não foi registrada no Brasil (GARCIA-BASTIDAS, 2022), mas em países fronteiriços como na Colômbia em 2019, no Peru em 2021 e na Venezuela em 2023 (MARTÍNEZ *et al.*, 2023).

Além da variabilidade no nível de patogenicidade que define raças, há variação dentro das *formae speciales* em relação a grupos de compatibilidade vegetativa (VCGs). O reconhecimento de VCGs dentro de uma população morfologicamente homogênea permite à identificação de subpopulações potencialmente isoladas geneticamente com possíveis características distintas, como patogenicidade ou origem geográfica (LESLIE, 1993). Pelo menos 24 VCGs foram relatados em *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, mas não existe relação estreita entre VCGs e raças (MOSTERT *et al.*, 2017; BATISTA *et al.*, 2022). Estudos realizados no Brasil com a utilização de marcadores moleculares do tipo microssatélite (SSR) indicaram que

isolados de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* de diferentes estados compreendiam uma única população predominantemente clonal, não sendo possível observar qualquer estrutura populacional entre os isolados (COSTA *et al.*, 2015; BATISTA *et al.*, 2022). No entanto, uma elevada diversidade de VCGs foi constatada no Brasil, tendo o estado do Ceará (Cariri Cearense) se destacado com a maior riqueza de VCGs (BATISTA *et al.*, 2022).

Estudos recentes têm sugerido que novas linhagens de *Fusarium*, não pertencente ao complexo *F. oxysporum*, podem estar envolvidas com a murcha de Fusarium da bananeira, principalmente associadas à raça TR4, como no caso de *F. odoratissimum* N. Maryani, L. Lombard, Kema & Crous (MARYANI *et al.*, 2019; UJAT *et al.*, 2021; THI *et al.*, 2022; MARTÍNEZ *et al.*, 2023; VAN WESTERHOVEN *et al.*, 2023) e *F. mindanaoense* Nozawa & Watanabe (NOZAWA *et al.*, 2023). Esses estudos reforçam a abordagem de que a identificação de *Fusarium* baseada em sequências de DNA está em constante progresso, sendo possível supor que muitas novas espécies e complexos de espécies continuarão a ser descobertos no futuro próximo (O'DONNELL *et al.*, 2022).

2.3. Sobrevivência

Os clamidósporos de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* podem permanecer viáveis no solo por mais de 20 anos, resultando na elevada capacidade de sobrevivência desse fungos na ausência da planta hospedeira principal (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016; DITA *et al.*, 2018; VILJOEN; MA; MOLINA, 2020). Os clamidósporos são constantemente produzidos após a invasão do hospedeiro, antes mesmo dos sintomas externos estarem visíveis (LI *et al.*, 2011), e não apenas após a morte da bananeira (DITA *et al.*, 2018). A capacidade desse fungo de colonizar e crescer saprofiticamente em restos culturais aumenta a produção de clamidósporos e contribui para a maior persistência no solo (STOVER, 1962). Além dos clamidósporos, a sobrevivência de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* a longo prazo ocorre pela colonização de plantas daninhas (PLOETZ, 2015), dentre as quais capim angola (*Brachiaria purpurascens* (Forsk) Stapf), capim-pé-de-galinha (*Elusine indica* (L.) Gaertn.), caruru (*Amaranthus* spp.), coromandel (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson), grama batatais (*Paspalum* spp.), leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.), melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.), mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e trapoeraba (*Commelina diffusa* Burm.f.) (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016; CATAMBACAN; CUMAGUN, 2022; GARCIA-BASTIDAS, 2022). Em todos os casos, as plantas daninhas não apresentam sintomas externos semelhantes à murcha de Fusarium, sugerindo que o fungo pode ser capaz de sobreviver como endófito em outros hospedeiros e, quando as bananas são

replantadas na área, as plantas daninhas podem atuar como reservatórios de inóculo do patógeno (DITA *et al.*, 2018).

2.4. Infecção

A murcha de *Fusarium* da bananeira é uma típica de murcha vascular. O patógeno infecta a planta através das raízes secundária e terciárias, e à medida que os tecidos do xilema das raízes são colonizados, o patógeno se espalha pelo tecido vascular do pseudocaule. Não há formação de apressório e a penetração pode ocorrer diretamente ou através de feridas (LI *et al.*, 2011, 2017).

A fonte de inóculo primário para o desenvolvimento da doença, são as estruturas de resistência (clamidósporos) produzidas por *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, que permanecem viáveis por longos períodos no solo até encontrar condições ambientais favoráveis para a germinação (PLOETZ, 2015). Os exsudatos radiculares ou o contato direto com tecidos radiculares suscetíveis, induzem a germinação destas estruturas, havendo a formação de hifas (DITA *et al.*, 2018). O processo de infecção ocorre em uma estreita zona da rizosfera de aproximadamente 2 mm adjacente às raízes, onde as hifas produzidas colonizam o rizoplane e posteriormente penetram nas raízes do hospedeiro e se estabelecem nos feixes vasculares (LI *et al.*, 2011).

O patógeno coloniza as células rapidamente através dos poros na parede celular, produzindo hifas espessadas e microconídios, que então se desenvolvem em clamidósporos (GUO *et al.*, 2015). Uma vez que a colonização das raízes laterais é bem sucedida, o fungo consegue se estabelecer bloqueando o movimento da água no sistema vascular da planta, causando uma infecção bem sucedida do rizoma (LI *et al.*, 2011).

Em resposta ao ataque do patógeno, a planta desencadeia uma série de respostas para impedir o processo de colonização, pois mesmo que o processo de adesão às raízes tenha sido bem sucedida a planta hospedeira tenta bloquear as tentativas de infecção. Dentro das raízes, o xilema atua como barreira de defesa para interceptar a entrada do patógeno. Além disso, a parede celular da planta hospedeira desencadeia respostas coordenadas, como a produção de compostos antifúngicos, lignificação da parede celular, produção de géis e acúmulo de gomas contendo principalmente polissacarídeos e metabólitos fenólicos, que tendem a impedir a colonização do patógeno (WERE; VILJOEN; RASCHE, 2022). Uma vez colonizado o rizoma, a infecção torna-se sistêmica, e resulta no aparecimento dos sintomas (LI *et al.*, 2017).

O desenvolvimento e a expressão dos sintomas podem variar dependendo de diferentes fatores, como como resistência de cultivares. Em condições naturais, a doença é principalmente

percebida na floração. No entanto, em cultivares altamente susceptíveis na presença de alta pressão de inóculo pode apresentar sintomas externos com três meses após o plantio (DITA *et al.*, 2018).

2.5. Sintomatologia

As plantas afetadas pela murcha de *Fusarium* apresentam sintomas externos e internos. Como sintomas externos da doença, as plantas apresentam amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas, iniciando nos bordos do limbo e com evolução no sentido da nervura principal (Figura 1A). Posteriormente, as folhas murcham, secam e se quebram junto ao pseudocaule. Em consequência, ficam pendentes, o que dá à planta a aparência de um “guarda-chuva fechado” (Figura 1B). É comum as folhas centrais da bananeira permanecerem eretas mesmo após a morte das mais velhas. Além disso, é possível observar rachadura do pseudocaule, próximo ao solo (Figura 1C). Internamente, o corte transversal ou longitudinal do pseudocaule permite a observação de uma descoloração pardo-avermelhada provocada pela presença do patógeno nos vasos (Figura 1D). Em estádios mais avançados, os sintomas de descoloração vascular podem ser observados também na nervura principal das folhas. O corte transversal do rizoma mostra intensa descoloração pardo-avermelhada na área do câmbio vascular, onde o estelo se junta ao córtex (Figura 1E) (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

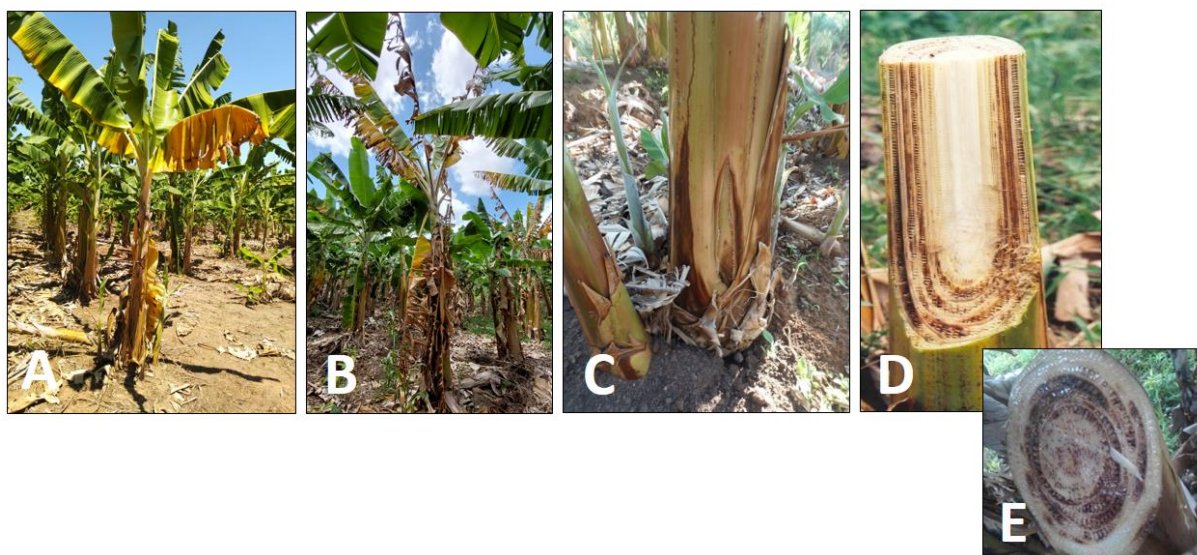


Figura 1 - Sintomas de mal do Panamá em plantas de bananeira. A = amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas; B = murcha, seca e quebra das folhas junto ao pseudocaule, com aparência de “guarda-chuva fechado”; C = rachadura do pseudocaule, próximo ao solo; D = descoloração pardo-avermelhada dos vasos; E = descoloração pardo-avermelhada do câmbio vascular. Fonte: elaborada pela autora.

2.6. Disseminação

Fusarium oxysporum não se move por longas distâncias no solo e a dispersão local ocorre quando o patógeno coloniza raízes de hospedeiros suscetíveis ou é passivamente transportado em partículas do solo por animais, vento e água. A inoculação ocorre normalmente quando o crescimento radicular entra em contato com o inóculo distribuído no solo ou por contato raiz-a-raiz (REKAH; SHTIENBERG; KATAN, 1999).

A disseminação de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* pode ocorrer de diversas maneiras, incluindo pelo solo, material propagativo contaminado, água, ferramentas contaminadas, equipamentos agrícolas, roupas e calçados (PLOETZ *et al.*, 2015). No entanto, a principal forma de disseminação do patógeno é através de material propagativo contaminado (DITA *et al.*, 2018). Muitas vezes assintomático, o plantio de novas áreas com mudas infectadas ou contaminadas pelo patógeno ocasiona a dispersão local da doença (PEGG *et al.*, 2019). O contato das raízes contaminadas com as plantas saudáveis é capaz de transferir as estruturas fúngicas de uma para outra. À medida que a planta infectada morre, ocasiona a liberação dos clamidósporos no solo, que são estimulados a germinar a partir dos exsudatos radiculares das plantas saudáveis. A produção de clamidósporos é desencadeada a partir do momento em que a colonização da bananeira é bem sucedida, aumentando a quantidade de inóculo presente no solo (DITA *et al.*, 2018). Nestes solos infestados, mesmo que em pousio por um determinado tempo, a doença pode retornar em até dois anos, quando feito o plantio de bananeiras susceptíveis (PEGG *et al.*, 2019; VILJOEN; MA; MOLINA, 2020). Muitas vezes, as folhas e os pseudocaules da bananeira são utilizados no transporte das frutas, e esses materiais infectados podem iniciar novos focos de doença (DITA *et al.*, 2018).

Plantas-mãe infectadas são capazes de transferir estruturas fúngicas às brotações (filhotes), que normalmente permanecem assintomáticas devido ao longo período latente da doença (STOVER, 1962). Portanto, qualquer material vegetal infectado, incluindo brotações assintomáticas, é um fonte potencial de inóculo e também pode dispersar o patógeno (DITA *et al.*, 2018).

Os respingos de água de chuva e de irrigação estão associados à disseminação das estruturas de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* a curtas distâncias. No entanto, as estruturas do patógeno podem ser carregadas a longas distâncias junto com partículas de solo pelas enxurradas, sendo os riscos maiores em áreas naturalmente predispostas a inundações. Os esporos do fungo podem sobreviver por um período de tempo em água de rios e represas, no entanto, devido à aeração presente na água, o tempo de viabilidade é maior que em águas correntes (DITA *et al.*, 2018).

A presença de esporodóquios e o crescimento de hifas externamente em tecidos de bananeira sugerem a dispersão aérea de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* (WARMAN; AITKEN, 2018), mas ainda é um tema controverso (DITA *et al.*, 2018).

2.7. Fatores associados ao desenvolvimento da doença

A influência dos nematoides na incidência e severidades de doenças causadas por fungos do complexo *F. oxysporum* é relatada de forma recorrente na literatura (FRANCL; WHEELER, 1993; GONCHAROV; GLEBOVA; TIUNOV, 2020; KHAN; SHARMA, 2020; MAQSOOD; KHALIQ, 2022), mas os estudos da interação entre nematoides e *F. oxysporum* f. sp. *cubense* são escassos (DITA *et al.*, 2018). Como esse fungo pode penetrar nas raízes da bananeira através de ferimentos, quaisquer fatores externos que causem lesões radiculares facilita a entrada do patógeno. Nematoides como o *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, o nematoide cavernícola, pode aumentar as epidemias da murcha de Fusarium em bananeira, bem como pode levar a alterações na resistência das cultivares (DITA *et al.*, 2018; ROCHA *et al.*, 2020). Em algumas áreas de produção de banana no Brasil, outras espécies de nematoides, como *Meloidogyne* Goeldi, *Helicotylenchus* Steiner, *Rotylenchus* Filipjev e *Pratylenchus* Filipjev são mais prevalentes e destrutivos do que *R. similis*. Maiores populações maiores de *Pratylenchus* spp., endoparasitas migradores, foram encontradas em áreas altamente afetadas pela murcha de Fusarium, sugerindo que feridas de nematoides nas raízes podem facilitar a infecção e colonização de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* (ALMEIDA *et al.*, 2018). No entanto a interação entre os patógenos envolve processos mais complexos que apenas os ferimentos causados pelos nematoides, como mudanças nos processos celulares, moleculares e metabólicos da planta (ALMEIDA *et al.*, 2018; ROCHA *et al.*, 2018).

Insetos-pragas desempenham um papel no desenvolvimento de epidemias da murcha Fusarium em bananeira, com destaque para a broca do rizoma ou moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus* L.) (HECK; ALVES; MIZUBUTI, 2021). Os esporos de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* foram detectados no exoesqueleto e dentro do corpo desse inseto, sugerindo que podem ser vetor ou agente de predisposição da doença (MELDRUM *et al.*, 2013; PLOETZ, 2015; PEGG *et al.*, 2019). Os propágulos do fungo permanecem viáveis por aproximadamente três dias, mas a viabilidade cai exponencialmente após a aquisição. Se o inseto infestado não mudar para novas bananeiras em três dias e se o patógeno não for endêmico ou amplamente difundido na área, as chances de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* ser inoculado em plantas saudáveis são drasticamente reduzidas (SÁNCHEZ *et al.*, 2021). Em estudo realizado no Brasil, foi constatado que a broca do rizoma afetou a dinâmica espaço-temporal de epidemias de murcha

de *Fusarium* em condições de campo, sendo registrada maior agregação da doença em campo sem o manejo da praga (HECK; ALVES; MIZUBUTI, 2021).

A supressividade do solo está relacionada à capacidade que o solo tem em diminuir a intensidade da doença, mesmo com a presença do patógeno virulento, um hospedeiro suscetível e condições ambientais favoráveis (BAKER; COOK, 1974). Em contrapartida, um solo condutivo é aquele que mesmo com pouca quantidade de inóculo do patógeno pode ocorrer sérios danos à cultura (PEGG *et al.*, 2019). Relacionada principalmente à microbiota presente no solo, a supressividade pode ser induzida por fatores bióticos e abióticos (ORR; NELSON, 2018). Nesse sentido, a incorporação de resíduos orgânicos, microrganismos benéficos e alteração das características físico-químicas, que favoreçam microrganismos competitivos ou antagonicos, podem induzir a supressividade do solo à murcha de *Fusarium* da bananeira (HECK; GHINI; BETTIOL, 2019).

Outro aspecto relevante no desenvolvimento de epidemias da murcha de *Fusarium* da bananeira é o microbioma do solo. Pesquisas recentes têm direcionado esforços na análise da influência do microbioma do solo no controle da doença, sendo constatado que solos com elevada abundância e diversidade de microrganismos benéficos evidenciam maior supressividade à murcha de *Fusarium* (KÖBERL *et al.*, 2017; SHEN *et al.*, 2019; OLIVARES *et al.*, 2021). Alguns pesquisadores também relataram que, ao manipularem a microbiota da rizosfera da bananeira pela introdução de microrganismos antagonicos no solo, isoladamente ou em combinação com suplementos orgânicos, reduziram a incidência da doença a um nível aceitável (XUE *et al.*, 2015; SHEN *et al.*, 2019). Dessa forma, a estrutura e a composição da comunidade microbiana do solo podem ser alteradas, o que pode ser usado para manejar a murcha de *Fusarium* de forma mais eficaz (BUBICI *et al.*, 2019; SHEN *et al.*, 2019).

Estudos sobre a relação existente entre as propriedades físicas e a murcha de *Fusarium* ainda são limitados na literatura, muito porque tal relação é complexa e difícil de ser estudada, uma vez que as propriedades físicas são melhor entendidas em campo, e os estudos relacionados se limitam às características do solo que podem ser analisadas em laboratório (DITA *et al.*, 2018; ORR; NELSON, 2018). A textura do solo pode influenciar na supressividade do solo à murcha de *Fusarium* da bananeira, sendo que solos com alto teor de argila foram considerados supressivos, enquanto aqueles com maior teor de areia e silte foram caracterizados solos mais propícios ao desenvolvimento da doença (DELTOUR *et al.*, 2017). Geralmente, solos mais argilosos e aerados são considerados mais supressivos devido à densidade microbiana presente nestes solos, no entanto, em áreas onde há compactação do solo e, conseqüentemente, maior

resistência à penetração das raízes, há uma ligação direta com a ocorrência da murcha de Fusarium (PATTISON *et al.*, 2008; TEIXEIRA *et al.*, 2021).

O pH do solo é uma variável que influencia diretamente na murcha de Fusarium da bananeira. A elevada incidência da doença está relacionada a pH mais baixo do solo, enquanto solos supressivos apresentam pH neutro ou levemente alcalino (DELTOUR *et al.*, 2017). A disponibilidade de micro e macronutrientes, como nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn), podem reduzir a incidência e a severidade da murcha de Fusarium em bananeira, embora muitas destas relações ainda não estejam bem esclarecidas, pois a disponibilidade em quantidades adequadas de determinado nutriente pode favorecer as respostas das plantas ao ataque do patógeno (PEGG *et al.*, 2019; WERE; VILJOEN; RASCHE, 2023). As aplicações de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), atuam diretamente na supressão da murcha de Fusarium da bananeira, estando associadas diretamente ao aumento do pH do solo, além da aplicação de diferentes fontes de Ca no solo reduzirem a germinação de clamidósporos de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* e a intensidade da doença (PENG *et al.*, 1999; ORR; NELSON, 2018). A determinação dos atributos físicos e químicos que interferem diretamente na ocorrência da murcha de Fusarium da bananeira é complexa. Como exemplo, em análise recente da influência dos atributos químicos e físicos do solo em duas regiões produtoras de banana no Brasil, Vale do Ribeira e São Bento do Sapucaí, os resultados foram variáveis conforme a região. Na região do Vale do Ribeira, atributos do solo como pH, saturação de base, Ca e disponibilidade de Mn foram mais correlacionados à ocorrência da murcha de Fusarium, enquanto na região de São Bento do Sapucaí os atributos físicos, como densidade do solo e resistência à penetração, contribuíram mais para a ocorrência da doença (TEIXEIRA *et al.*, 2021).

Os fatores climáticos podem influenciar na incidência e na severidade da murcha de Fusarium da bananeira. A disponibilidade de água após o processo de infecção é crucial para a dispersão do patógeno pelos feixes vasculares. A intensidade das chuvas vai propiciar o aumento da intensidade da doença, assim como a demanda hídrica da bananeira é alta, a medida que a planta se desenvolve em condições de alta disponibilidade de água, a doença também aumenta consideravelmente (PEGG *et al.*, 2019).

A temperatura é um fator relevante no desenvolvimento da murcha de Fusarium da bananeira. A germinação dos clamidósporos de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* é afetada por temperaturas altas ou baixas, tanto em solos supressivos quanto condutivos. O crescimento do patógeno é influenciado por temperaturas superiores a 28 °C e inibido por temperaturas superiores a 33 °C e inferiores a 17 °C. Quando combinado com solos condutivos, a

temperatura influencia no aumento da severidade da doença, no aparecimento dos sintomas e na germinação dos clamidósporos (PENG *et al.*, 1999).

2.8. Manejo

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* é um patógeno de difícil controle, tendo como principais motivos: a) ter a capacidade de sobreviver no solo por muitos anos na ausência da planta hospedeira; b) apresentar colonização vascular na planta, fazendo com que escape do contato com os meios de controle, além dos fungicidas, ainda que sistêmicos, apresentarem um nível de controle insatisfatório; c) ser facilmente disseminado por material de propagação vegetativo da bananeira, solo, água de irrigação e implementos agrícolas contaminados (DITA *et al.*, 2018; BUBICI *et al.*, 2019).

Diante disso, as medidas recomendadas para o manejo da murcha de *Fusarium* da bananeira devem ser integradas e incluem: seleção de áreas de plantio, evitando áreas com histórico da doença; correção do pH do solo, mantendo próximo da neutralidade; utilização de mudas comprovadamente sadias; manutenção de uma fertilização equilibrada, com níveis ótimos de cálcio e magnésio; manutenção de nematoides e broca do rizoma sob controle, pois a interação do fungo com nematoides é um dos principais problemas que afetam o uso de cultivares resistentes; realização da roçagem do mato em substituição às capinas manuais ou mecânicas, que além da preservação do solo reduz a disseminação do patógeno, prevenindo consequentemente novas infecções (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016; CORDEIRO *et al.*, 2017).

Em áreas já infestadas pelo patógeno, é recomendado o plantio de cultivares resistentes. As cultivares do subgrupo Prata (Prata, Prata Anã e Pacovan) são suscetíveis às raças de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* registradas no Brasil (1 e 2), enquanto as cultivares do subgrupo Cavendish (Nanica, Nanicão e Grande Naine) são resistentes a essas raças (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

É essencial a erradicação total das plantas doentes, incluindo o sistema radicular, com a retirada das partes da área de cultivo e aplicação de herbicida. Na área erradicada deve ser aplicado calcário ou cal hidratada e matéria orgânica (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016; DITA *et al.*, 2018). Após a erradicação, deixar a área em descanso por pelo menos seis meses. A área deve ser utilizada para plantio de outras espécies de plantas que não sejam hospedeiras do patógeno, ou para o plantio de cultivares de bananeira resistentes às raças do patógeno (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

Estudos de controle biológico da murcha de *Fusarium* da bananeira, principalmente com a utilização de bactérias dos gêneros *Bacillus* Cohn, *Pseudomonas* Migula e *Streptomyces* Waksman and Henrici, e fungos do gênero *Trichoderma* Pers., existem há quase 80 anos, mas os resultados obtidos em campo muitas vezes são inconsistentes (SILVA *et al.*, 2023). Esses resultados inconsistentes provavelmente ocorrem devido a variáveis que interagem (por exemplo, ambientais, genéticos, fisiológicos, etc.), presentes em qualquer agroecossistema, e que não são totalmente compreendidos ou difíceis de controlar (BUBICI *et al.*, 2019). Portanto, o uso do controle biológico isoladamente pode não ter elevada eficácia em campo, motivo pelo qual deve ser incluído num sistema de manejo integrado, juntamente com outras medidas sustentáveis de manejo da doença (BUBICI *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2023).

Práticas de manejo voltadas para a supressão da murcha de *Fusarium* da bananeira têm sido relatadas na América Central e do Sul, Austrália, Ilhas Canárias e África do Sul (PEGG *et al.*, 2019). Neste contexto, um estudo realizado no Brasil indicou que o manejo do solo com adubação à base de nitrogênio e potássio, aplicação de *Trichoderma harzianum* Rifai, somado ao plantio de *Crotalaria juncea* L. como planta de cobertura do solo, diminuiu a incidência da murcha de *Fusarium* da bananeira em campos infestados com *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, bem como aumentou a produtividade da bananeira (HADDAD *et al.* 2018).

Existe somente um produto registrado no Brasil para o controle da murcha de *Fusarium* da bananeira, que tem na composição extrato de *Melaleuca alternifolia* Chell, indicado para a aplicação foliar dirigida nas plantas filhas de plantas mães sintomáticas. No entanto, conforme destacado no registro, o produto não deve ser utilizado como única ferramenta de controle da doença (MAPA, 2023).

2.9. Levantamento da intensidade

Os levantamentos fitopatológicos visam fornecer informações sobre a importância relativa das doenças, monitorar flutuações na sua intensidade ao longo dos anos, e verificar a eficácia e aceitação de práticas recomendadas de controle, constituindo-se, desta forma, num importante instrumento para o desenvolvimento de programas de manejo integrado de doenças (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Apesar da importância da murcha de *Fusarium* da bananeira em nível mundial, poucos artigos foram publicados em que foram realizados levantamentos da intensidade da doença. No Brasil, a incidência foi avaliada em 30 áreas de plantio de bananeira com histórico da doença, localizadas no estado de São Paulo (Vale do Ribeira, São José do Rio Preto e Araçatuba), Minas Gerais (Serra da Mantiqueira, Zona da Mata e Norte de Minas), Bahia (Vale do São Francisco da Bahia), Santa Catarina (Norte Catarinense) e Paraná (Norte

Pioneiro Paranaense). A incidência da doença variou de 0,09% a 41,42%, mas na maioria das áreas a incidência foi inferior a 10% (HECK *et al.*, 2021). Em outro estudo, envolvendo vários países africanos (Ruanda, Burundi, República Democrática do Congo e Tanzânia) e 158 propriedades, 54,1% das propriedades apresentaram níveis de incidência da murcha de *Fusarium* superiores a 40% (KARANGWA *et al.*, 2016). Em estudo conduzido em Uganda com 119 propriedade produtoras de banana, a incidência da doença atingiu média de 34,4% (OYESIGYE *et al.*, 2021).

3. Análise dos conhecimentos e percepções dos agricultores

As pesquisas de percepção têm como intuito determinar a natureza das práticas realizadas pelos agricultores, a fim de avaliar as suas necessidades, compreender seus conhecimentos e sua percepções sobre um determinado problema, bem como suas limitações ao lidar com tal problema. Quando aplicados de forma adequada as pesquisas de percepção podem identificar lacunas no conhecimento, conceitos errôneos ou práticas que precisam ser abordadas, tanto no ambiente da pesquisa como da extensão rural (KHAN; DAMALAS, 2015; BENTLEY; ANDREWS, 1996).

A abordagem tomada por um levantamento entre agricultores, pode abranger diversos pontos relacionados a um determinado tema, não apenas a compreensão sobre o qual técnica ou conceito específico os entrevistados conhecem sobre o tema, ou quais as práticas adotadas por tais agricultores, mas também o perfil socioeconômico, a tomada de decisão e as práticas agronômicas. As pesquisas de percepção permitem compreender a diferença entre o que as pessoas sabem (conhecimento), como se sentem (atitude) e o que fazem (prática) (ESCALADA; HEONG, 1997).

As análises de conhecimento e percepção, de modo geral, são realizadas a partir de entrevistas individuais com o uso de perguntas semiestruturadas em forma de questionários (HUNT, 2003; KHAN; DAMALAS, 2015), tal metodologia, é um método científico de coleta de dados quantitativos, que permite a coleta de maneira sistemática e ordenada sobre opiniões, crenças e/ou atitudes dos entrevistados (BLANCO, 2011). Neste contexto, a quantidade de pessoas entrevistadas deve ser sempre levada em consideração no momento de uma pesquisa de percepção, fatores como grau de precisão exigido, grau de variabilidade na população e do tipo de análise de dados, vão influenciar diretamente no tamanho da amostra. (BLANCO, 2011; NEUMAN, 2014).

O conhecimento está relacionado ao entendimento dos agricultores a respeito das doenças de plantas, do agente causal, das formas de disseminação e condições favoráveis à sua

disseminação, e às práticas de manejo. Já a percepção está relacionada às crenças dos agricultores sobre a importância da doença e perdas ocasionadas, a disseminação da doença e possíveis equívocos decorrentes de conhecimento incorreto. As práticas estão relacionadas às decisões sobre as medidas de manejo que demonstram conhecimento e percepções. Isso sugere que as mudanças nas práticas adotadas pelos agricultores, é consequência dos conhecimentos adquiridos (ISLAM; SCHREINEMACHERS; KUMAR, 2020).

Os sintomas muitas vezes são utilizados pelos agricultores como a tomada de decisão sobre qual o momento ideal para realizar o controle das doenças e qual a medida de controle adequada, no entanto, isso pode implicar na tomada de decisão errada, uma vez que os sintomas identificados incorretamente as medidas de controle podem ser inadequadas (AGRIOS, 2005; SCHREINEMACHERS *et al.*, 2015; RESENDE; MASSOLA JÚNIOR; BEDENDO, 2018; ADUR-OKELLO *et al.*, 2020; OYESIGYE *et al.*, 2021).

As medidas de controle adotadas pelos agricultores, estão diretamente relacionadas aos conhecimentos a respeito das doenças. O conhecimento básico a respeito de qual medida de controle a ser adotada e a forma como ela funciona, é fundamental para adoção de medidas de controle, especialmente quando essas medidas exigem tempo e esforço (WARBURTON; PALIS; VILLAREAL, 1997).

Existem estudos realizados em diversos países a respeito dos conhecimentos, percepções e práticas dos agricultores em relação às doenças de plantas em diferentes culturas. A partir destes estudos é possível destacar alguns pontos:

a) Os agricultores conseguem identificar as plantas doentes, no entanto não sabem dizer o tipo específico de doença que acomete à cultura (ADAM; SINDI; BADSTUE, 2015; KHAN *et al.*, 2014; KHAN; DAMALAS, 2015; TAFESSE *et al.*, 2018; UWAMAHORO *et al.*, 2018; ADUR-OKELLO *et al.*, 2020; NJERU *et al.*, 2022);

b) Os agricultores conseguem identificar as doenças das plantas, no entanto não sabem ao certo as suas causas (HEONG; HO, 1987; BENTLEY, 1990, 1991; TRUTMANN; VOSS; FAIRHEAD, 1996; NAGARAJU *et al.*, 2002; NYANKANGA *et al.*, 2004; KHAN *et al.*, 2014; ADAM; SINDI; BADSTUE, 2015; APPIAH-KUBI *et al.*, 2015; SCHREINEMACHERS *et al.*, 2015; ECHODU *et al.*, 2019; ISLAM; SCHREINEMACHERS; KUMAR, 2020; FRIMPONG *et al.*, 2021; HOUNGUE *et al.*, 2021; NJERU *et al.*, 2022);

c) O manejo das plantas doentes no campo é realizado de diversas formas, a maioria dos agricultores não adota ou adota parcialmente as medidas de controle recomendadas cientificamente (BENTLEY, 1990; ADAM; SINDI; BADSTUE, 2015; APPIAH-KUBI *et al.*, 2015; CHIKOTI; MELIS; SHANAHAN, 2016; HASHIM *et al.*, 2018; TAFESSE *et al.*, 2018;

UWAMAHORO *et al.*, 2018; EBEWORE; ISIORHOVOJA, 2019; IRERI *et al.*, 2019; ADUR-OKELLO *et al.*, 2020; TCHEMADON *et al.*, 2021);

d) Os agricultores, muitas vezes, realizam o manejo das plantas doentes com base em seus conhecimentos adquiridos através da experiência ao interagir com outros agricultores (ADAM; SINDI; BADSTUE, 2015; APPIAH-KUBI *et al.*, 2015; HASHIM *et al.*, 2018; UWAMAHORO *et al.*, 2018; FRIMPONG *et al.*, 2021; OYESIGYE *et al.*, 2021);

e) A incapacidade que os agricultores têm em identificar as doenças de plantas, o que causa e quais medidas de manejo devem ser adotadas, pode estar relacionada ao acesso limitado aos serviços oficiais de extensão rural (ESCALADA; HEONG, 1993; ADAM; SINDI; BADSTUE, 2015; KHAN; DAMALAS, 2015; CHIPETA *et al.*, 2016; TAFESSE *et al.*, 2018; UWAMAHORO *et al.*, 2018; FRIMPONG *et al.*, 2021).

f) O treinamento dos agricultores na produção e manejo das culturas é determinante para o melhor nível de conhecimentos sobre a identificação e o manejo das doenças (ABANG *et al.*, 2014; ISLAM; SCHREINEMACHERS; KUMAR, 2020; FRIMPONG *et al.*, 2021);

g) À medida que os agricultores adquirem conhecimento sobre às tecnologias adequadas de manejo de doenças de plantas, tendem a aderir às mesmas (KHAN *et al.*, 2014; TESTEN *et al.*, 2018; HASHIM *et al.*, 2018; ABIOLA *et al.*, 2020);

h) Agricultores com maiores níveis de escolaridade tendem a identificar as doenças de plantas com mais precisão e serem mais conscientes em relação as medidas de controle a serem adotadas (KHAN *et al.*, 2014; OYESIGYE *et al.*, 2021);

i) A participação em associações ou cooperativas faz com que os agricultores adquiram mais conhecimento a respeito das doenças de plantas do que os agricultores que não participavam dessas organizações (ADAM; SINDI; BADSTUE, 2015).

Pesquisas sobre o conhecimento e percepção dos agricultores em relação à murcha de *Fusarium* da bananeira são limitados na literatura. Em estudo realizado em Uganda foi avaliado o conhecimento de agricultores sobre os sintomas e a disseminação da doença, onde foram entrevistados 119 agricultores nas principais regiões produtoras, sendo analisado desde questões relacionadas às características demográficas, histórico de plantio, conhecimento sobre a murcha de *Fusarium* e a resistência de variedades de banana cultivadas. Os autores observaram que 50% dos agricultores entrevistados conseguiam distinguir os sintomas da murcha de *Fusarium* de outras doenças da banana, e apenas 38,9% sabia como ocorria a disseminação da doença e como a mesma poderia ser controlada. A partir destes estudos, os autores observaram que a falta de conhecimento a respeito da disseminação e da identificação

dos sintomas da murcha de *Fusarium* podem explicar a disseminação da doença pelas áreas de plantio (OYESIGYE *et al.*, 2021).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANG, A. F.; KOUAMÉ, C. M.; ABANG, M.; HANNA, R.; FOTSO, A. K. Assessing vegetable farmer knowledge of diseases and insect pests of vegetable and management practices under tropical conditions. **International Journal of Vegetable Science**, London, v. 20, n. 3, p. 3, 240-253, 2014.
- ABIOLA, A. ZANDJANAKOU-TACHIN, M.; AOUDJI, K. N. A.; AVOCEVOU-AYISSO, C.; KUMAR, P. L. Adoption of roguing to contain banana bunchy top disease in South-East Bénin: role of farmers' knowledge and perception. **International Journal of Fruit Science**, London, v. 20, n. 4, p. 720-736, 2020.
- ADAM, R. I.; SINDI, K.; BADSTUE, L. Farmers' knowledge, perceptions and management of diseases affecting sweet potatoes in the Lake Victoria Zone region, Tanzania. **Crop Protection**, Oxford, v. 72, n. 1, p. 97-107, 2015.
- ADUR-OKELLO, S. E. ALIBU, S.; LAMO, J.; EKOBUR, M.; OTIM, M. H. Farmers' knowledge and management of rice diseases in Uganda. **Journal of Agricultural Science**, Ottawa, v. 12, n. 12, p. 221-233, 2020.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 952 p.
- ALMEIDA, N. O.; TEIXEIRA, R. A.; CARNEIRO, F. A.; OLIVEIRA, C. M.; DE RIBEIRO, V. A.; LOBO JÚNIOR, M.; ROCHA, M. R. d. Occurrence and correlations of nematodes, *Fusarium oxysporum* and edaphic factors on banana plantations. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 166, n. 4, p. 265-272, 2018.
- ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, M. G. V. Planejamento e estabelecimento de um plantio comercial. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 399-439.
- AMARO, A. A.; FAGUNDES, P. R. S. Aspectos econômicos e comercialização. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 728-752.
- APPIAH-KUBI, Z.; APETORGBOR, A. K.; MOSES, E.; APPIAH-KUBI, D. Farmers Knowledge of anthracnose disease of cassava and yam in four ecological zones in Ghana. **Greener Journal of Agricultural Sciences**, Lagos, v. 5, n. 6, p. 204-209, 2015.
- BAKER, K. F.; COOK, R. J. **Biological control of plant pathogens**. San Francisco, Freeman, 1974. 433 p.
- BANCO DO BRASIL. **Fruticultura: banana** [online]. Brasília: Banco do Brasil, 2010. Disponível em: <https://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol3FruticBanana.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- BATISTA, I. C. A.; HECK, D. W.; SANTOS, A.; ALVES, G.; FERRO, C. G.; DITA, M.; HADDAD, F.; MICHEREFF, S. J.; CORREIA, K. C.; SILVA, C. F. B.; MIZUBUTI, E. S. G. The Population of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in Brazil is not structured by vegetative

compatibility group or by geographic origin. **Phytopathology**, St. Paul, v. 112, n. 11, p. 2416-2425, 2022.

BELING, R. R. **Anuário brasileiro da fruticultura 2017** [online]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa-Cruz, 2017. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-fruticultura-2017/files/assets/basic-html/index.html#2>. Acesso em: 05 abr. 2023.

BENTLEY, J. W. ¿Qué es hiello? Percepciones de los campesinos hondureños sobre enfermedades del frijol y otros cultivos,” **Interciencia**, Caracas, v. 16, n. 3, p. 131-137, 1991.

BENTLEY, J. W. Conocimiento y experimentos espontâneos de campesinos hondureños sobre el maíz muerto. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 17, n. 1, p. 16-26, 1990.

BENTLEY, J.; ANDREWS, K. **Through the roadblocks: IPM and Central American smallholders**. London: International Institute for Environment and Development, 1996. 18 p.

BLANCO, C. **Encuestas y estadísticas: métodos de investigación cuantitativa en ciências sociales y comunicación**. Córdoba: Brujas, 2011. 163 p.

BRAGARD, C.; BAPTISTA, P.; CHATZIVASSILIOU, E.; DI SERIO, F.; GONTHIER, P.; JAUQUES MIRET, J. AA.; JUSTESEN, A. F.; MACLEOD, A.; MAGNUSSON, C. S.; MILONAS, P.; NAVAS-CORTES, J. A.; PARNELL, S.; POTTING, R.; STEFANI, E.; THULKE, H-H.; VAN DER WERF, W.; CIVERA, A. V.; YUEN, J.; ZAPPALA, L.; MIGHELI, Q.; VLOUTOGLOU, I.; MAIORANO, A.; STREISSL, F.; REIGNAULT, P. L. Pest categorisation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4. **EFSA Journal**, Brussels, v. 20, e7092, 2022. DOI <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7092>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2022.7092>. Acesso em: 10 jun. 2023.

BUBICI, G.; KAUSHAL, M.; PRIGIGALLO, M. I.; CABANÁS, C. G-L.; MERCADO-BLANCO, J. Biological control agents against Fusarium wilt of banana. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 10, e616, 2019. DOI 10.3389/fmicb.2019.00616. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.00616/full>. Acesso em: 03 mai. 2023.

CABI (CENTRE FOR AGRICULTURAL BIOSCIENCE INTERNATIONAL). **CABI Compendium: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Panama disease of banana)** [online]. Wallingford: CABI, 2021. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.24621>. Acesso em: 13 jun. 2023.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 532 p.

CAMPOS, K. C.; ALMEIDA, M. R. D.; LIMA, C. F. Análise de risco da produção de banana no município de Missão Velha – Ceará. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 13, n. 4, p. 1281-1300, 2020.

CASTRO, C. L. F. **A (re)produção do espaço pautada nas dinâmicas socioeconômicas do circuito espacial produtivo da banana em Missão Velha - Ceará**. 2018. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo e Universidade Regional do Cariri, São Paulo e Crato, 2018.

CATAMBACAN, D. G.; CUMAGUN, C. J. R. The weed *Eleusine indica* as an alternative host of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 causing Fusarium wilt in Cavendish banana. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 170, n. 7-8, p. 437-444, 2022.

CHIKOTI, P. C.; MELIS, R.; SHANAHAN, P. Farmer's perception of cassava mosaic disease, preferences and constraints in Lupaula province of Zambia. **American Journal of Plant Sciences**, Wuhan, v. 7, n. 7, p. 1129-1138, 2016.

CHIPETA, M. M.; SHANAHAN, P.; MELIS, R.; SIBIYA, J.; BENESI, I. R. M. Farmers' knowledge of cassava brown streak disease and its management in Malawi. **International Journal of Pest Management**, Oxford, v. 62, n. 3, p. 175-184, 2016.

CORDEIRO, L. R. B. A. **Diagnóstico rápido dos indicadores da sustentabilidade do cultivo de bananas e dos indicadores químicos da qualidade do solo na fazenda Sítio Terra Verde, Missão Velha – CE**. 2021. 75f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Cariri, Crato, 2021.

CORDEIRO, Z. J. M.; FANCELLI, M.; RITZINGER, C. H. S. P.; FERREIRA, D. M. V.; HADDAD, F. **Manual de identificação de doenças, nematoides e pragas na cultura da bananeira**. Brasília: Embrapa, 2017. 60 p.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; HADDAD, F. Doenças fúngicas e bacterianas. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 545-575.

COSTA, S. N.; BRAGANÇA, C. A. D.; RIBEIRO, L. R.; AMORIM, E. P.; OLIVEIRA, S. A. S.; DITA, M. A.; LARANJEIRA, F. F.; HADDAD, F. Genetic structure of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in different regions from Brazil. **Plant Pathology**, London, v. 64, n. 1, p. 137-146, 2015.

DELTOUR, P.; FRANÇA, S. C.; PEREIRA, O. L.; CARDOSO, I.; DE NEVE, S.; DEBODE, J.; HÖFTE, M. Disease suppressiveness to Fusarium wilt of banana in an agroforestry system: influence of soil characteristics and plant community. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 239, n. 1, p. 173-181, 2017.

DITA, M. A.; BARQUERO, M.; HECK, D.; MIZUBUTI, E. S.G.; STAVER, C. P. Fusarium wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research needs toward sustainable disease management. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 9, e1468, 2018. DOI 10.3389/fpls.2018.01468. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01468/full>. Acesso em: 10 abr. 2023.

EBEWORE, S. O.; ISIORHOVOJA, R. A. Knowledge status and disease control practices of cassava farmers in Delta State, Nigeria: implications for extension delivery. **Open Agriculture**, Berlin, v. 4, n. 1, p. 173-186, 2019.

ECHODU, R.; EDEMA, H.; WOKORACH, G.; ZAWEDDE, C.; OTIM, G.; LUAMBANO, N.; ATEKA, E. M.; ASIIMWE, T. Farmers' practices and their knowledge of biotic constraints to sweetpotato production in East Africa. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 105, n. 1, p. 3-16, 2019.

EDEL-HERMANN, V.; LECOMTE, C. Current status of *Fusarium oxysporum* formae *speciales* and races. **Phytopathology**, St. Paul, v. 109, n. 4, p. 512-530, 2019.

ESCALADA, M. M.; HEONG, K. L. Communication and implementation of change in crop protection. *In*: CHADWICK, D. J.; MASH, J. (ed.). **Crop protection and sustainable agriculture**. Chichester: Wiley, 1993. p. 191-207.

ESCALADA, M. M.; HEONG, K. L. Methods for research on farmers' knowledge, attitudes, and practices in pest management. *In*: HEONG, K. L.; ESCALADA, M. M. (ed.). **Pest management of rice farmers in Asia**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1997. p. 1-34.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **FAOSTAT**. Rome: FAO, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 12 jun. 2023.

FRANCL, L.; WHEELER, T. Interaction of plant-parasitic nematodes with wilt-inducing fungi. *In*: KHAN, H. W. (ed.). **Nematode interactions**. Dordrecht: Springer, 1993. p. 79-103.

FRIMPONG, B. N.; OPPONG, A.; PREMPEH, R.; APPIAH-KUBI, Z.; ABROKWAH, L. A.; MOCHIAH, M. B.; LAMPTEY, J. N.; MANU-ADUENING, J.; PITA, J. Farmers' knowledge, attitudes and practices towards management of cassava pests and diseases in forest transition and Guinea savannah agro-ecological zones of Ghana. **Gates Open Research**, New York, v. 4, e101, 2021. DOI 10.12688/gatesopenres.13114.2. Disponível em: <https://doi.org/10.12688/gatesopenres.13114.2>. Acesso em: 04 jun. 2023.

GARCIA-BASTIDAS, F. *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* Tropical race 4 (Foc TR4). *In*: CENTRE FOR AGRICULTURAL BIOSCIENCE INTERNATIONAL (CABI). **CABI compendium** [online]. Wallingford: CABI, 2022. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.1079/cabicompndium.59074053>. Acesso em: 13 jun. 2023.

GONCHAROV, A. A.; GLEBOVA, A. A.; TIUNOV, A. V. Trophic interactions between *Fusarium* species and soil fauna: A meta-analysis of experimental studies. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 145, e103302, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.06.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139319302264?via%3Dihub>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GUO, L.; YANG, L.; LIANG, C.; WANG, G.; DAI, Q.; HUANG, J. Differential colonization patterns of bananas (*Musa* spp.) by physiological race 1 and race 4 isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 163, n. 10, p. 807-817, 2015.

HASHIM, I.; MAMIRO, D. P.; MABAGALA, R. B.; TEFERA, T. Smallholder farmers' knowledge, perception and management of rice blast disease in upland rice production in Tanzania. **Journal of Agricultural Science**, Ottawa, v. 10, n. 7, p. 137-145, 2018.

HECK, D. W.; ALVES, G.; MIZUBUTI, E. S. G. Weevil borers affect the spatio-temporal dynamics of banana *Fusarium* wilt. **Journal of Fungi**, Berna, v. 7, e329, 2021. DOI <https://doi.org/10.3390/>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2309-608X/7/5/329>. Acesso em: 14 jun. 2023.

HECK, D. W.; GHINI, R.; BETTIOL, W. Deciphering the suppressiveness of banana *Fusarium* wilt with organic residues. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 138, n. 1, p. 47-60, 2019.

HEONG, K. L.; HO, N. K. Farmers' perceptions of the rice tungro virus problem in the Muda irrigation scheme, Malaysia. In: TAIT, J.; NAPOMPETH, B. (ed.). **Management of pests and pesticides: farmers' perceptions and practices**. Boulder: Westview Press, 1987. p. 165-174.

HOUNGUE, J. A.; PITA, J. S.; CACAÏ, G. H. T.; ZANDJANAKOU-TACHIN, M.; ABIDJO, E. A. E.; AHANHANZO, C. Survey of farmers' knowledge of cassava mosaic disease and their preferences for cassava cultivars in three agro-ecological zones in Benin. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, New York, v. 14, e29, 2018. DOI 10.1186/s13002-018-0228-5. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0228-5>. Acesso em: 20 mai. 2023.

HUNT, D. P. The concept of knowledge and how to measure it. **Journal of Intellectual Capital**, London, v. 4, n. 1, p. 100-113, 2003.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA) **Produção de banana** [online]. Rio de Janeiro: IBGE, 2023a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/banana/br>. Acesso em: 12 jun. 2023.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Levantamento sistemático da produção agrícola** [online]. Rio de Janeiro: IBGE, 2023b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>. Acesso em: 26 nov. 2021.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Produção agrícola municipal** [online]. Rio de Janeiro: IBGE, 2023c. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 12 jun. 2023.

IRERI, D. F.; MURUNGI, L. K.; NGENO, D. C.; MBAKA, J. Farmer knowledge of bacterial wilt and root-knot nematodes and practices to control the pathogens in high tunnel tomato production in the tropics. **International Journal of Vegetable Science**, London, v. 25, n. 3, p. 213-225, 2019.

ISLAM, A. H. M. S.; SCHREINEMACHERS, P.; KUMAR, S. Farmers' knowledge, perceptions and management of chili pepper anthracnose disease in Bangladesh. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 133, e105139, 2020. DOI 10.1016/j.cropro.2020.105139. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219420300727?via%3Dihub> . Acesso em: 20 mai. 2023.

KARANGWA, P.; BLOMME, G.; BEED, F.; NIYONGERE, C.; VILJOEN, A. The distribution and incidence of banana Fusarium wilt in subsistence farming systems in east and central Africa. **Crop Protection**, Oxford, v. 84, n. 1, p. 132-140, 2016. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2016.03.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219416300345>. Acesso em: 12 jun. 2023.

KHAN, M. R., SHARMA, R. K. *Fusarium*-nematode wilt disease complexes, etiology and mechanism of development. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v. 73, n. 4, p. 615-628, 2020.

KHAN, M.; DAMALAS, C. A. Farmers' knowledge about common pests and pesticide safety in conventional cotton production in Pakistan. **Crop Protection**, Oxford, v. 77, n. 1, p. 45-51, 2015.

KHAN, Z. R.; MIDEGA, C. A. O.; NYANG'AU, I. M.; MURAGE, A. PITTCHAR, J.; AGUTU, L. O.; AMUDAVI, D. M.; PICKETT, J. A. Farmers' knowledge and perceptions of the stunting disease of Napier grass in Western Kenya. **Plant Pathology**, London, v. 63, n. 6, p. 1426-1435, 2014.

KÖBERL, M.; DITA, M.; MARTINUZ, A.; STAYER, C.; BERG, G. Members of Gammaproteobacteria as indicator species of healthy banana plants on *Fusarium* wilt-infested fields in Central America. **Scientific Reports**, London, v. 7, e 45318, 2017. DOI 10.1038/srep45318. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep45318>. Acesso em: 14 abr. 2023.

LEGRAND, F. et al. Challenges facing the biological control strategies for the management of *Fusarium* head blight of cereals caused by *F. graminearum*. **Biological Control**, v. 113, p. 26-38, 2017.

LESLIE, J. F. Fungal vegetative compatibility. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 31, p. 127-150, 1993.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **Fusarium laboratory manual**. Ames: Blackwell, 2006. 388 p.

LI, C.; CHEN, S.; ZUO, C.; SUN, Q.; YE, Q.; YI, G.; HUANG, B. The use of GFP-transformed isolates to study infection of banana with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 131, n. 2, p. 327-340, 2011.

LI, C.; YANG, J.; LI, W.; SUN, J.; PENG, M. Direct root penetration and rhizome vascular colonization by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* are the key steps in the successful infection of Brazil Cavendish. **Plant Disease**, St. Paul, v. 101, n. 12, p. 2073-2078, 2017.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA). **Prevenção e vigilância de pragas ausentes** [online]. Brasília: MAPA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/planos-de-contingencia-pragas-ausentes#:~:text=As%20pragas%20quarenten%C3%A1rias%20ausentes%20s%C3%A3o,a%20Prote%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Vegetais%20%E2%80%93%20CIPV>. Acesso em: 14 jun. 2023.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO). **Agrofit: Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. [online]. Brasília: MAPA, 2023. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 30 jun. 2023.

MAQSOOD, A.; KHALIQ, H. Interaction of plant parasitic nematode with *Fusarium* wilt a disease complex. **Jammu Kashmir Journal of Agriculture**, Poonch, v. 2, n. 1, p. 33-44, 2022.

MARTÍNEZ, G.; OLIVARES, B. O.; REY, J. C.; ROJAS, J.; CARDENAS, J.; MUENTES, C.; DAWSON, C. The advance of *Fusarium* wilt Tropical Race 4 in Musaceae of Latin America and the Caribbean: Current situation. *Pathogens*, Berna, v. 12, e277, 2023. DOI

<https://doi.org/10.3390/pathogens12020277>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-0817/12/2/277>. Acesso em: 14 jun. 2023.

MARYANI, N.; LOMBARD, L.; POERBA, Y. S.; SUBANDIYAH, S.; CROUS, P. W.; KEMA, G. H. J. Phylogeny and genetic diversity of the banana *Fusarium* wilt pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in the Indonesian centre of origin. **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 92, p. n. 1, 155-194, 2019.

MBINDA, W.; KAVOO, A.; MAINA, F.; ODEPH, M.; MWEU, C.; NZILANI, N.; NGUGI, M. Farmers' knowledge and perception of finger millet blast disease and its control practices in western Kenya. **CABI Agriculture and Bioscience**, v. 2, e13, 2021. DOI <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00033-y>. Disponível em: <https://cabiagbio.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43170-021-00033-y>. Acesso em: 14 jun. 2023.

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**, Canberra, v. 42, n. 5, p. 543-549, 2013.

MOSTERT, D.; MOLINA, A. B.; DANIELLS, J.; FOURIE, G.; HERMANTO, C.; CHAO, C.-P.; FABREGAR, E.; SINOHIN, V.; MASDEK, N.; THANGAVELU, R.; LI, C.; YI, G.; MOSTERT, L.; VILJOEN, A. The distribution and host range of the banana *Fusarium* wilt fungus, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, in Asia. **PLoS One**, San Francisco, v. 12, e0181630, 2017. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181630>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0181630>. Acesso em: 14 jun. 2023.

NAGARAJU, N.; VENKATESH, H. M.; WARBURTON, H.; MUNIYAPPA, V.; CHANCELLOR, T. C. B.; COLVIN, J. Farmers' perceptions and practices for managing tomato leaf curl virus disease in southern India. **International Journal of Pest Management**, London, v. 48, n. 4, p. 333-338, 2002.

NASCIMENTO, A. B. **Conhecimentos, percepções e práticas dos pequenos produtores de banana de Missão Velha (estado do Ceará) em relação às doenças da bananeira**. 2021. 66f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Cariri, Crato, 2021.

NEUMAN, W. L. **Social research methods: qualitative and quantitative approaches**. 7. ed. Essex: Pearson, 2014. 298 p.

NJERU, F.; MWAURA, S.; KUSOLWA, P. M.; MISINZO, G. Maize production systems, farmers' perception and current status of maize lethal necrosis in selected counties in Kenya. **All Life**, London, v. 15, n. 1, p. 692-705, 2022.

NOZAWA, S.; SETO, Y.; TAKATA, Y.; NARRETO, L. A.; VALLE, R. R.; OKUI, K.; TAIDA, S.; ALVINDIA, D. G.; REYES, R. G.; WATANABE, K. *Fusarium mindanaoense* sp. nov., a new *Fusarium* wilt pathogen of Cavendish banana from the Philippines belonging to the *F. fujikuroi* species complex. **Journal of Fungi**, Berna, v. 9, e443, 2023. DOI <https://doi.org/10.3390/jof9040443>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2309-608X/9/4/443>. Acesso em: 14 jun. 2023.

NYANKANGA, H. C.; WIEN, H. C.; OLANYA, O. M.; OJIAMBO, P. S. Farmers' cultural practices and management of potato late blight in Kenya Highlands: implications for

development of integrated disease management, **International Journal of Pest Management**, London, v. 50, n. 2, p. 2, 135-144, 2004

O'DONNELL, K.; WHITAKER, B. K.; LARABA, I.; PROCTOR, R. H.; BROWN, D. W.; BRODERS, K.; KIM, H-S.; MCCORMICK, S. P.; BUSMAN, M.; AOKI, T.; TORRES-CRUZ, T. J.; GEISER, D. M. DNA sequence-based identification of *Fusarium*: A work in progress. **Plant Disease**, St. Paul, v. 106, n. 6, p. 1597-1609, 2022.

OLIVARES, B. O.; REY, J. C.; LOBO, D.; NAVAS-CORTÉS, J. A.; GÓMEZ, J. A.; LANDA, B. B. Fusarium wilt of bananas: a review of agro-environmental factors in the Venezuelan production system affecting its development. **Agronomy**, Berna, v. 11, e986, 2021. DOI: 10.3390/agronomy11050986. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/5/986>. Acesso em: 14 jun. 2023.

ORR, R.; NELSON, P. N. Impacts of soil abiotic attributes on Fusarium wilt, focusing on bananas. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 132, n. 1, p. 20-33, 2018.

OYESIGYE, E.; TINZARA, W.; KARAMURA, G.; COSMAS, W. Distribution and farmers' knowledge on Fusarium wilt (Race 1) in cropping systems of Uganda. **African Journal of Plant Science**, Lagos, v. 15, no. 11, p. 277-287, 2021.

PATTISON, A. B.; MOODY, P. W.; BADCOCK, K. A.; SMITH, L. J.; ARMOUR, J. A.; RASIAH, V.; COBON, J.A.; GULINO, L.-M.; MAYER, R. Development of key soil health indicators for the Australian banana industry. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 40, n.1, p. 155-164, 2008.

PEGG, K. G.; COATES, L. M.; O'NEILL, W. T.; TURNER, D. W. The epidemiology of Fusarium wilt of banana. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 10, e1395, 2019. DOI 10.3389/fpls.2019.01395. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.01395/full>. Acesso em: 14 jun. 2023.

PENG, H. X.; SIVASITHAMPARAM, K.; TURNER, D. W. Chlamydospore germination and Fusarium wilt of banana plantlets in suppressive and conducive soils are affected by physical and chemical factors. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 31, n. 10, p. 1363-1374, 1999.

PLOETZ, R. C. Fusarium wilt of banana. **Phytopathology**, St. Paul, v. 105, n. 12, p. 1512-1521, 2015.

PLOETZ, R. C.; KEMA, J. H. J.; MA, L-J. Impact of diseases on export and smallholder production of banana. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 53, p. 269-288, 2015.

PLOETZ, R. C.; THOMAS, J. E.; SLABAUGH, W. R. Diseases of banana and plantain. In: PLOETZ, R. C. (ed.). **Diseases of tropical fruit crops**. Wallingford: CAB International, 2003. p. 73-134.

REKAH, Y.; SHTIENBERG, D.; KATAN, J. Spatial distribution and temporal development of Fusarium crown and root rot of tomato and pathogen dissemination in field soil. **Phytopathology**, St. Paul, v. 89, n. 9, p. 831-839, 1999.

RESENDE, J. A. M.; MASSOLA JÚNIOR, N. S.; BEDENDO, I. P. Conceito de doença, sintomatologia e diagnose. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.

(eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1., p. 27-43.

ROCHA, A. D. J.; FERREIRA, M. D. S.; ROCHA, L. D. S.; OLIVEIRA, S. A. S.; AMORIM, E. P.; MIZUBUTI, E. S. G.; HADDAD, F. Interaction between *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and *Radopholus similis* can lead to changes in the resistance of banana cultivars to Fusarium wilt. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 158, n. 4, p. 403-417, 2020.

SÁNCHEZ, C. G.; TIXIER, P.; FERNÁNDEZ, A. T.; BARBOZA, A. M. C.; FERNÁNDEZ, J. A. S.; DE LAPEYRE DE BELLAIRE, L. Can the banana weevil *Cosmopolites sordidus* be a vector of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 1? Unravelling the internal and external acquisition of effective inoculum. **Pest Management Science**, Oxford, v. 77, n. 6, p. 3002-3012, 2021.

SCHREINEMACHERS, P.; BALASUBRAMANIAM, S.; BOOPATHI, N. M.; HA, C. V.; KENYON, L.; PRANEETVATAKUL, S.; SIRIJINDA, A.; LE, N. T.; SRINIVASAN, R.; WU, M-H. Farmers' perceptions and management of plant viruses in vegetables and legumes in tropical and subtropical Asia. **Crop Protection**, Oxford, v. 75, n. 1, p. 115-123, 2015.

SHEN, Z.; WANG, B.; ZHU, J.; HU, H.; TAO, C.; OU, Y.; DENG, X.; LING, N.; LI, R. Lime and ammonium carbonate fumigation coupled with bio-organic fertilizer application steered banana rhizosphere to assemble a unique microbiome against Panama disease. **Microbial Biotechnology**, London, v. 12, n. 3, p. 515-527, 2019.

SILVA, D. C. **Fungos causadores de podridões pós-colheita em bananas e severidade da antracnose em unidades de beneficiamento no Cariri Cearense**. 2022. 73f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2022.

SILVA, E. G.; LUNA, F. S.; CRUZ, C. J. G.; ROCHA, W. Z. B.; SILVA, J. A.; BARROS, A. P. O.; CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Panorama dos estudos sobre controle biológico do mal do Panamá da bananeira. In: SILVA, H. R.; ALMEIDA, L. C.; RIOS, J. A.; MICHEREFF, S. J. (ed.). **Manejo de doenças de plantas: controle genético, químico e biológico**, nas perspectivas acadêmica e empresarial. Recife: Ed. UFRPE, 2023. p. 153-167.

SILVA, J. A. **Frequência de fungos associados à doenças pós-colheita da banana no Cariri**. 2018. 41f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Cariri, Crato, 2018.

SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A.; BORGES, A. L. Cultivares. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 137-170.

STOVER, R. H. **Fusarium wilt (Panama disease) of bananas and other Musa species**. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1962. 117 p. (CMI. Phytopathological Paper, 4).

TAFESSE, S.; DAMTEWA, E.; VAN MIERLO, B.; LIE, R.; LEMAGA, B.; SHARMA, K.; LEEUWIS, C.; STRUIK, P. C. Farmers' knowledge and practices of potato disease management in Ethiopia. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, Wageningen, v. 86-87, n. 1, p. 25-38, 2018.

TCHEMADON, G. C. ZINSOU, V. A.; SIKIROU, R.; N'DOURO, M. Z. S. Farmers' knowledge, perception and practices in soybean bacterial leaf pustule management in Benin. **Journal of Applied Biosciences**, Makhandia, v. 158, p. 16289-16298, 2021.

TEIXEIRA, L.; HECK, D.; NOMURA, E.; VIEIRA, H.; DITA, M. Soil attributes, plant nutrition, and Fusarium wilt of banana in São Paulo, Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Dordrecht, v. 46, n. 3, p. 443-454, 2021.

TESTEN, A. L. *et al.* Integrating ethnophytopathological knowledge and field surveys to improve tomato disease management in Tanzania. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v. 40, n. 1, p. 22-33, 2018.

THI, L. L.; MERTENS, A.; VU, D. T.; VU, T. D.; MINH, P. L. A.; DUC, H. N.; DE BACKER, S.; SWENNEN, R.; VANDELOOK, V.; PANIS, B.; AMALFI, M.; DECOCK, C.; GOMES, S. I. F.; MERCK, V. S. F. T.; JANSSENS, S. B. Diversity of *Fusarium* associated banana wilt in northern Viet Nam. **MycKeys**, Sofia, v. 87, n. 1, p. 53-76, 2022.

TRUTMANN, P.; VOSS, J.; FAIRHEAD, J. Local knowledge and farmer perceptions of bean diseases in the Central African highlands. **Agriculture and Human Values**, The Hague, v. 13, n. 4, p. 64-70, 1996.

UJAT, A. H.; VADAMALAI, G.; HATTORI, Y.; NAKASHIMA, C.; WONG, C. K. F.; ZULPERI, D. Current classification and diversity of *Fusarium* species complex, the causal pathogen of Fusarium wilt disease of banana in Malaysia. **Agronomy**, Berna, v. 11, e1955, 2021. DOI <https://doi.org/10.3390/agronomy11101955>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/10/1955>. Acesso em: 14 jun. 2023.

UWAMAHORO, F. BERLIN, A.; BUCAGU, C.; BYLUND, H.; YUEN, J.; Potato bacterial wilt in Rwanda: occurrence, risk factors, farmers' knowledge and attitudes. **Food Security**, London, v. 10, n. 5, p. 1221-1235, 2018.

VAN WESTERHOVEN, A. C.; MEIJER, H. J. G.; HOUDIJK, J.; PARTE, E. M.; MATABUANA, E. L.; SEIDL, M. F.; KEMA, G. H. J. Dissemination of Fusarium wilt of banana in Mozambique caused by *Fusarium odoratissimum* Tropical Race 4. **Plant Disease**, St. Paul, v. 107, n. 3, p. 628-632, 2023.

VILJOEN, A.; MA, L.-J.; MOLINA, A. B. Fusarium wilt (Panama disease) and monoculture banana production: resurgence of a century-old disease. In: RISTAINO, J. B.; RECORDS, A. (ed.). **Emerging plant diseases and global food security**. St Paul: APS Press, 2020. p. 159-184.

WARBURTON, H.; PALIS, F. L.; VILLAREAL, S. Farmers' perceptions of rice tungro disease in the Philippines. In: HEONG, K. L.; ESCALADA, M. M. (ed.), **Pest management practices of rice farmers in Asia**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1997. p. 129-141.

WARMAN, N. M.; AITKEN, E. A. B. The movement of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Sub-Tropical Race 4) in susceptible cultivars of banana. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 9, e1748, 2018. DOI <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01748>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01748/full>. Acesso em: 14 jun. 2023.

WERE, E.; VILJOEN, A.; RASCHE, F. Back to the roots: Understanding banana below-ground interactions is crucial for effective management of Fusarium wilt. **Plant Pathology**, London, v. 72, n. 1, p. 19-38, 2023.

XUE, C.; PENTON, C. R.; SHEN, Z.; ZHANG, R.; HUANG, Q.; LI, R.; RUAN, Y.; SHEN, Q. Manipulating the banana rhizosphere microbiome for biological control of Panama disease. **Scientific Reports**, London, v. 5, e211124, 2015. DOI 10.1038/srep11124. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep11124>. Acesso em: 14 jun. 2023.

Capítulo II

Murcha de Fusarium da bananeira em Missão Velha (estado do Ceará, Brasil): percepção dos agricultores e intensidade da doença

Periódico: **Ciência Rural**
Santa Maria, Brasil
Qualis CAPES = A4

**Murcha de Fusarium da bananeira em Missão Velha (Ceará, Brasil):
percepção dos agricultores e intensidade da doença**

Welica Zaiana Bastos Rocha¹, Jadson Araújo da Silva¹, Kamila Câmara Correia², Sami Jorge Michereff^{2*}

¹Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), 52171-900, Recife, PE, Brasil. E-mail: welica.bastos@gmail.com

²Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, Universidade Federal do Cariri (UFCA), 63130-025, Crato, CE, Brasil. E-mail: sami.michereff@ufca.edu.br

*Autor correspondente.

ORCID

W.Z.B. Rocha: <https://orcid.org/0000-0003-1819-4416>

J.A. Silva: <https://orcid.org/0000-0002-8571-3477>

K.C. Correia: <https://orcid.org/0000-0001-9113-9064>

S.J. Michereff: <https://orcid.org/0000-0002-2156-3502>

RESUMO: Na mesorregião do Cariri Cearense, localizada no sul do estado do Ceará (Brasil), são cultivados cerca de 3,5 mil ha com bananeira, destacando-se o município de Missão Velha. Apesar da produção expressiva, a produtividade se situa abaixo da média nacional, principalmente devido à ocorrência de doenças, com destaque para a murcha de Fusarium, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. O objetivo deste trabalho foi analisar os conhecimentos e percepções dos pequenos produtores de banana de Missão Velha sobre a murcha de Fusarium e avaliar a incidência e a severidade da doença nas propriedades. O estudo foi realizado em 30 pequenas propriedades de Missão Velha, com até 20 ha cultivados com bananeira. Os proprietários foram entrevistados em relação aos conhecimentos e percepções sobre a murcha de Fusarium, bem como foi efetuado o levantamento da incidência e da severidade da doença nas áreas de plantio. Em cada área, a incidência foi avaliada em 600 plantas e a severidade em 25 plantas. A murcha de Fusarium foi identificado corretamente como a causa dos sintomas por 86,7% dos entrevistados e a maioria acreditava que essa doença leva à redução da produção superior a 40%. A maioria dos entrevistados

(66,7%) já precisou abandonar alguma área de cultivo devido à ocorrência da doença. Metade dos entrevistados considerou as mudas contaminadas como o fator mais importante para a disseminação da doença de uma área para outra, mas somente 16,7% leva em consideração a sanidade das mudas no momento do plantio. A maioria dos entrevistados considera que o agente causal da doença pode sobreviver nos restos culturais da bananeira (76,7%) e no solo (96,7%), mas 63,3% deixa a planta com sintomas na área. Há lacunas de conhecimentos dos agricultores sobre a disseminação e o manejo da murcha de *Fusarium*, bem como contradições entre os conhecimentos e as práticas adotadas. Foi constatada a ocorrência da murcha de *Fusarium* em todas as propriedades avaliadas. A incidência da doença variou entre 17,3% e 75,8%, com média de 43,9% e em 55,3% das áreas foi superior a 40,0%. Os níveis de severidade variaram de 12,0% a 50,7%, com média de 32,3%, sendo que na maioria das áreas (56,7%) foi superior a 30%. A murcha de *Fusarium* está amplamente distribuída e com elevada severidade nas pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha, havendo necessidade urgente de serem adotadas medidas de mitigação da doença para evitar o colapso deste importante setor da economia regional.

Palavras-chave: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, mal do Panamá, levantamento, incidência, severidade.

Fusarium wilt of banana in Missão Velha (state of Ceará, Brazil): farmers' perception and disease intensity

ABSTRACT: In the mesoregion of Cariri Cearense, located in the south of Ceará state (Brazil), around 3,500 ha are cultivated with banana trees, highlighting the municipality of Missão Velha. Despite the expressive production, productivity is below the national average, mainly due to the occurrence of diseases, with emphasis on Fusarium wilt, caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. This work aimed to analyze the knowledge and perceptions of smallholdings banana producers in Missão Velha about Fusarium wilt and to evaluate the incidence and severity of the disease in the properties. The study was carried out on 30 smallholdings in Missão Velha, with up to 20 ha cultivated with banana trees. The owners were interviewed regarding their knowledge and perceptions about Fusarium wilt, as well as a survey of the incidence and severity of the disease in the planting areas. In each area, the incidence was evaluated in 600 plants and the severity in 25 plants. Fusarium wilt was correctly identified as the cause of symptoms

by 86.7% of respondents and the majority believed that this disease leads to a reduction in production of more than 40%. Most interviewees (66.7%) had already had to abandon some cultivation area due to the occurrence of the disease. Half of the interviewees considered contaminated seedlings as the most important factor for the spread of the disease from one area to another, but only 16.7% took into account the health of the seedlings at the time of planting. Most respondents consider that the causal agent of the disease can survive in the cultural remains of the banana tree (76.7%) and in the soil (96.7%), but 63.3% leave the plant with symptoms in the area. There are gaps in farmers' knowledge about the dissemination and management of Fusarium wilt, as well as contradictions between knowledge and adopted practices. The occurrence of Fusarium wilt was verified in all evaluated properties. The incidence of the disease varied between 17.3% and 75.8%, with an average of 43.9%, and in 55.3% of the areas it was greater than 40.0%. Severity levels ranged from 12.0% to 50.7%, with an average of 32.3%, and in most areas (56.7%) it was greater than 30%. Fusarium wilt is widely distributed and highly severe in the smallholdings banana producing of Missão Velha. There is an urgent need to adopt measures to mitigate the disease in order to avoid the collapse of this important sector of the regional economy.

Key words: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, Panamá disease, survey, incidence, severity.

INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* spp.) é cultivada em todos os estados brasileiros e a produção de banana constitui parte importante da renda dos pequenos produtores e da alimentação das mais diversas camadas da população brasileira (AMARO; FAGUNDES, 2016). Em 2021, foram produzidas 6,8 milhões de toneladas dessa fruta em 453,3 mil ha (IBGE, 2023a), fazendo com que o Brasil ocupe a quarta posição entre os países produtores (FAO, 2023).

A região Nordeste é uma importante produtora de banana no país e o estado do Ceará está entre os principais produtores (416,3 mil toneladas). Na mesorregião do Cariri Cearense, localizada no sul desse estado, foram cultivados 3,5 mil ha com bananeira em 2021, com destaque para o município de Missão Velha, que produziu 51,1 mil toneladas de banana em 1,79 mil ha (IBGE, 2023c). O município se situa entre os principais produtores de banana no Brasil e a cadeia produtiva dessa fruta gera um elevado número de empregos e desenvolvimento (CAMPOS; ALMEIDA; LIMA, 2020). Em Missão Velha predomina a produção de banana da cultivar Prata Anã, em

pequenas propriedades e propriedades empresariais (CASTRO, 2018). Apesar da produção expressiva de banana nesse município, a produtividade média entre os pequenos produtores é de 9,3 t/ha, abaixo da média nacional e estadual (CAMPOS; ALMEIDA; LIMA, 2020).

O potencial produtivo da bananeira no Cariri Cearense é indiscutível, mas a baixa produtividade reflete fatores adversos, com destaque para a ocorrência da murcha de *Fusarium* (NASCIMENTO, 2022). A murcha de *Fusarium* da bananeira é causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Smith) W. C. Snyder & Hansen, um fungo habitante do solo de difícil controle devido à capacidade de sobreviver no solo por muitos anos na ausência da planta hospedeira, apresentar colonização vascular na planta e ser facilmente disseminado por material de propagação vegetativo da bananeira, solo, água de irrigação e implementos agrícolas contaminados (DITA *et al.*, 2018). Diante disso, as medidas recomendadas para o manejo da doença devem ser integradas e incluem: seleção de áreas de plantio, evitando áreas com histórico da doença; correção do pH do solo, mantendo próximo da neutralidade; utilização de mudas comprovadamente sadias; manutenção de uma fertilização equilibrada, com níveis ótimos de cálcio e magnésio; manutenção de nematoides e broca do rizoma sob controle, pois a interação do fungo com nematoides é um dos principais problemas que afetam o uso de cultivares resistentes; realização da roçagem do mato em substituição às capinas manuais ou mecânicas, que além da preservação do solo reduz a disseminação do patógeno, prevenindo consequentemente novas infecções; em áreas já infestadas pelo patógeno, efetuar o plantio de cultivares resistentes (CORDEIRO; MATOS; HADAD, 2016).

A adoção de um programa eficaz de manejo de doenças de plantas depende da compreensão dos agricultores sobre os sintomas, a disseminação e os mecanismos de sobrevivência do patógeno. Nesse contexto, levantamentos entre os agricultores é um importante processo de coleta de dados para determinar seus conhecimentos e percepções sobre um problema, suas restrições ao lidar com o problema e suas atitudes e práticas. Esses levantamentos podem fornecer informações sobre os perfis demográficos e da produção, bem identificar lacunas no conhecimento, conceitos errôneos ou práticas que precisam ser abordadas, tanto no ambiente da pesquisa como da extensão rural (BENTLEY; ANDREWS, 1996).

Apesar da importância da murcha de *Fusarium* da bananeira, pesquisas sobre percepções dos agricultores em relação a doença são escassos em nível mundial. A única literatura disponível aborda o conhecimento dos agricultores de Uganda sobre a sintomatologia e a disseminação da

murcha de *Fusarium*, evidenciando a lacuna sobre esses conhecimentos como um dos principais fatores para a disseminação contínua da doença no país (OYESIGYE *et al.*, 2021).

Os levantamentos fitopatológicos também constituem um importante instrumento para o desenvolvimento de programas de manejo integrado de doenças, pois visam fornecer informações sobre a importância relativa das doenças, monitorar flutuações na sua intensidade ao longo dos anos, e verificar a eficácia e aceitação de práticas recomendadas de controle (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Poucos estudos foram publicados até o momento envolvendo levantamentos da intensidade da murcha de *Fusarium* da bananeira. No Brasil, a doença foi avaliada em 30 áreas de cultivo localizadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Santa Catarina e Paraná, sendo que a incidência variou de 0,09% a 41,42%, na maioria das áreas inferior a 10% (HECK *et al.*, 2021). Em estudo envolvendo vários países africanos, 54,1% destas propriedades apresentaram níveis de incidência da murcha de *Fusarium* superiores a 40% (KARANGWA *et al.*, 2016). De maneira similar, um estudo conduzido em Uganda constatou a média de 34,4% para incidência da doença nas propriedades (OYESIGYE *et al.*, 2021).

Embora os pequenos produtores de banana do Cariri Cearense tenham destacado a murcha de *Fusarium* como a doença mais preocupante (NASCIMENTO, 2022), não existem informações sobre os conhecimentos e percepções dos mesmos em relação à doença, bem como sobre a intensidade na doença nas propriedades. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivos analisar os conhecimentos e percepções dos pequenos produtores de banana de Missão Velha sobre a murcha de *Fusarium* e avaliar a incidência e a severidade da doença nas propriedades.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local do estudo

Esse estudo foi realizado na zona rural no município de Missão Velha (Latitude: 07° 14' 59" S, Longitude: 39° 08' 35" W, Altitude: 361 m, Área: 533,9 Km²), que apresenta clima tropical quente semiárido brando, com pluviosidade anual média de 987,3 mm, concentrada entre janeiro e abril, com temperaturas médias de 24 °C a 26 °C (IPECE, 2023).

Procedimentos de amostragem

A população-alvo desse estudo foram pequenos produtores de banana, com até 20 ha cultivados com essa fruteira. O tamanho da amostra foi definido a partir da informação da existência de 59 pequenas propriedades produtoras de banana (CASTRO, 2018). O tamanho ideal da amostra foi determinado levando-se em consideração o tamanho da população-alvo, o erro admitido, o desvio padrão de uma variável que caracterize essa população e o valor tabelado do grau de confiança estabelecido. Foi utilizada a seguinte fórmula para estimar o tamanho da amostra (THOMPSON, 2012):

$$n = \frac{1}{\left(\frac{r^2}{z^2 \cdot y^2} + \frac{1}{N}\right)}$$

onde: n = tamanho amostral; r = margem de erro aceitável (15% = 0,15); z = valor tabelado de Z considerando grau de confiança de 95% (= 1,96); y = desvio padrão, considerando até 60% de variação (= 0,60) e N = número total de indivíduos da população (= 59).

A pesquisa foi realizada por amostragem em “bola de neve”, em que indivíduos da amostra são questionados para identificar um número fixo de outros indivíduos, que por sua vez são solicitados a identificar outros indivíduos (GOODMAN, 1961; THOMPSON, 2012). Esse método tem sido usado para seleção de indivíduos em estudos de percepção de riscos de doenças de plantas (LADISA *et al.*, 2021).

Percepção dos agricultores sobre a murcha de Fusarium da bananeira

A pesquisa foi conduzida na forma de entrevista, realizada pessoalmente nas pequenas propriedades selecionadas, no período de setembro de 2022 a junho de 2023. Para cada entrevistado foi solicitada a permissão para realização da entrevista, bem como informado sobre os objetivos do estudo e os benefícios que poderiam ser derivados. Na entrevista foi utilizado um questionário, constituído de questões estruturadas e semiestruturadas. O questionário registrou dados sobre os perfis demográfico e da produção, bem como os conhecimentos, percepções e práticas sobre a murcha de Fusarium da bananeira (Material Suplementar 1). Em relação à doença, os entrevistados inicialmente foram convidados a identificar os sintomas mostrados em pranchas contendo fotografias coloridas (Material Suplementar 2). Posteriormente os entrevistados foram questionados sobre etiologia, epidemiologia, sobrevivência, disseminação e manejo da doença.

Os dados obtidos com o questionário foram codificados e inseridos em uma planilha, sendo calculadas os percentuais (frequências) das repostas e os resultados apresentados na forma de tabelas.

Levantamento da intensidade da murcha de Fusarium da bananeira

A pesquisa foi realizada nas mesmas propriedades e no mesmo período da análise de percepção dos agricultores. Em cada propriedade, a incidência da murcha de Fusarium foi avaliada em 600 plantas de bananeira, considerando 100 plantas adjacentes em cada linha de plantio e seis linhas, espaçadas de três linhas (Figura 2). As plantas foram avaliadas visualmente para os sintomas típicos externos e internos da doença. Os sintomas externos correspondiam à murcha das plantas, amarelecimento das folhas mais velhas, colapso das folhas na base do pecíolo, folhas caídas e secas ao redor do pseudocaule, e rachadura do pseudocaule próximo ao solo. Os sintomas internos foram observados quando os sintomas externos não eram evidentes, mas a planta se encontrava debilitada. Um pequeno corte no pseudocaule foi feito para verificar o amarelecimento, descolorações marrom-avermelhadas ou pretas nos tecidos vasculares (HECK *et al.*, 2021). A perda anual de produção de banana devido à incidência da murcha de Fusarium foi estimada para cada propriedade considerando que 1% de incidência equivale R\$ 528,14 /ha/ano (HECK *et al.*, 2021), tendo como referência de dólar o dia 15/06/2023.

A severidade da murcha de Fusarium foi avaliada em 25 plantas de bananeira por área, considerando cinco linhas de plantio espaçadas de três linhas e cinco plantas dentro de cada linha, espaçadas de cinco plantas (Figura 2). A quantificação da severidade foi realizada com o auxílio de uma escala diagramática de 0 a 3, onde 0 = planta sem sintomas, 1 = planta com sintomas iniciais, 2 = planta com sintomas intermediários e 3 = Planta totalmente murcha sem folhas vivas (Material Suplementar 3) (TEIXEIRA *et al.* 2022). Com os dados de cada linha de plantio foi calculado o índice de doença (ID) conforme MCKINNEY (1923), pela fórmula:

$$ID = [\Sigma (PS \times S) / (N \times SM)] \times 100\%$$

onde: PS é o número de plantas com sintomas de murcha de Fusarium, S é o valor da pontuação dos sintomas, N é o número total de plantas avaliadas e SM é o maior valor de pontuação de sintomas.

Os dados de incidência e severidade foram representados conjuntamente na forma de gráfico e a correlação entre essas variáveis foi analisada pelo teste de correlação de Pearson, ao

nível de 5% de probabilidade ($P=0,05$), com o auxílio do programa AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

RESULTADOS

Tamanho ideal da amostra

Considerando as 59 pequenas propriedades produtoras de banana existentes em Missão Velha e uma precisão de 95% na amostragem, o tamanho ideal estimado da amostra foi de 30,1 propriedades, sendo esse valor arredondada para 30 propriedades.

Perfil demográfico e da produção de banana nas propriedades

Os resultados do perfil demográfico dos 30 pequenos produtores de banana de Missão Velha são apresentados na Tabela 1. Todos os entrevistados eram do sexo masculino, com faixa etária predominante acima de 40 anos (73,3%), sendo 43,3% acima de 50 anos. Quanto à escolaridade, 13,3% era analfabeto, 33,3% tinha o ensino fundamental incompleto, 20% cursou o ensino fundamental completo e 26% finalizou o ensino médio.

Em relação ao perfil da produção das propriedades (Tabela 2), 83,3% dos entrevistados possuem terra própria e 16,7% são arrendatários. A maioria dos entrevistados (63,3%) trabalha com produção de banana há mais de 10 anos, sendo que 13,3% trabalha há mais de 20 anos e somente 3% até 5 anos. Nenhum agricultor cultiva mais de 20 ha com bananeira, com predominância de cultivos de até 5 ha (50%). A área cultivada com até 3 ha foi constatada em 40% das propriedades, enquanto 20% das propriedades cultivavam entre 15,1 e 20 ha. A origem das mudas utilizadas nos plantios era, na maioria das situações, oriunda do próprio plantio (66,7%), enquanto nos demais plantios as mudas eram adquiridas de vizinhos (33,3%). A seleção/escolha das mudas para o plantio é baseada principalmente no tamanho/vigor (70%), havendo pouca preocupação com a área de procedência com boa produção (13,3%) ou sanidade das mudas (16,7%). A maioria dos agricultores (63,3%) participa de associação de produtores, todos esses da Associação do Produtores de Banana do Sítio Barreiras. Apesar de participarem de associação, a maioria (63,3%) não recebe nenhum tipo de assistência técnica. Os que recebem assistência técnica (36,7%) informaram que essa era fornecida por um vendedor de casa agropecuária (10%) ou um técnico amigo (26,7%).

Percepção dos agricultores sobre a murcha de Fusarium da bananeira

Os resultados da percepção dos agricultores sobre a murcha de Fusarium da bananeira são apresentados na Tabela 3. Todos os entrevistados consideram que os sintomas nas plantas de bananeira (Material Suplementar 2) são causados por uma doença. A murcha de Fusarium foi identificada corretamente como a causa dos sintomas por 86,7% dos entrevistados, mas somente 43,3% consideraram que essa doença é causada por um fungo e 20% desconheciam a etiologia. A maioria dos entrevistados (73,3%) acreditava que essa doença leva à redução da produção superior a 40%. Reduções de produção entre 40,1% e 60% foram consideradas por 43,3% dos entrevistados, enquanto reduções entre 20,1% e 40% foram atribuídas por 20% dos entrevistados e reduções superiores a 80% por 16,7% dos entrevistados.

Quando questionados em relação ao tempo que a murcha de Fusarium foi observada pela primeira vez na propriedade, 33,3% dos entrevistados informaram que foi há menos de 5 anos, enquanto para 30% dos entrevistados foi entre 6 e 10 anos e 20% dos entrevistados há mais de 20 anos. A maioria dos entrevistados (90%) acredita que a doença vem aumentando na área de produção, estando distribuída em algumas plantas dentro dos talhões (90%).

A maioria dos entrevistados (66,7%) acredita que não é possível aproveitar a produção de uma planta acometida pela doença e já abandonaram áreas de cultivos devido à ocorrência da murcha de Fusarium. O abandono de áreas com até 1000 plantas foi informado por 26,7% dos entrevistados, enquanto com mais de 1000 plantas por 40% dos entrevistados.

Um pouco mais da metade dos entrevistados (53,3%) realiza a limpeza dos implementos antes e/ou após o uso em áreas que tem a presença da doença. Quando questionados sobre a atividade que mais contribuía para a disseminação da doença de uma área para outra, 50% dos entrevistados consideraram as mudas contaminadas como o mais importante, 20% consideraram os implementos agrícolas, 6,7% consideraram o tráfego de pessoas e 23,3% não sabiam responder. Questionados sobre como acham que o patógeno havia sido introduzido em suas propriedades, 43,3% atribuíram a mudas contaminadas e 20% achavam que a área já estava contaminada, enquanto os demais devido à água de chuva/enxurrada (10%), vento (6,7%), tráfego de pessoas (3,3%) ou não sabem (16,7%). Somente 10% dos entrevistados acredita que a água utilizada na irrigação pode disseminar a doença pela área de plantio. A maioria dos entrevistados considera que o agente causal da murcha de Fusarium pode sobreviver nos restos culturais da bananeira (76,7%)

e no solo (96,7%), mas não pode sobreviver em plantas daninhas (76,6%). A maioria dos entrevistados (76,5%) não sabe o que são nematoides no solo e dentre os que sabem, a maioria (75,7%) acha que os nematoides influenciam na ocorrência da doença. A metade dos entrevistados (50%) acha que o moleque influencia na ocorrência da doença.

Todos os entrevistados plantam a cultivar Prata Anã, mas a maioria (96,7%) sabe que as cultivares de banana não têm resistência igual à murcha de *Fusarium* e acreditam que ‘Nanica’ (63,3%), ‘Prata Catarina’ (26,7%) e ‘Pacovan’ (10%) seriam mais resistentes à doença. Quando questionados porque não plantavam ‘Nanica’, que é mais resistente à doença, a maioria (70%) informou que não havia mercado para essa cultivar, que não suportava o vento (13,3%) ou que a muda tinha alto valor (6,7%). A maioria dos entrevistados (60%) faz o replantio de bananeira com a mesma cultivar (Prata Anã) em covas que as plantas morreram devido à doença.

Em relação ao manejo adotado quando uma planta com os sintomas era identificada, a maioria dos entrevistados (63,3%) deixa a planta inteira na área, sendo que 23,3% realiza a desfolha e deixa o resto da planta. A retirada completa da planta, incluindo do sistema radicular, é realizado por 36,7% dos entrevistados. Outras medidas também adotadas incluem a aplicação de calda sulfocálcica (10%), calcário (10%), cinzas (10%) ou *Bacillus* (6,7%).

Levantamento da intensidade da murcha de Fusarium da bananeira

Foi constatada a ocorrência da murcha de *Fusarium* em todas as 30 propriedades avaliadas. A incidência da doença variou entre 17,3% (área 13) e 75,8% (área 19), com média de 43,9%. A maioria das áreas (20 áreas; 66,7%) apresentou níveis de incidência entre 21,5% e 50%, sendo que em 16 áreas (55,3%) a incidência foi superior a 40,0%. Somente em três áreas (10%) a incidência foi entre 15% e 20% (Figura 3). As perdas financeiras estimadas para as propriedades devido à incidência da doença variaram de R\$ 9.242,45/ha/ano (área 13) a R\$ 40.033,01/ha/ano (área 19), com média de R\$ 23.180,06/ha/ano.

Os níveis de severidade da doença variaram de 12,0% (áreas 13 e 20) a 50,7% (área 11), com média de 32,3%. Na maioria das áreas (17 áreas; 56,7%) a severidade foi superior a 30%, sendo que em 11 áreas a severidade foi superior a 40,0%. Em sete áreas (23,3%) a severidade se situou entre 12% e 20% (Figura 3).

Houve correlação positiva altamente significativa ($r = 78,4\%$; $P < 0,0001$) entre os níveis de incidência e de severidade da murcha de *Fusarium* nas pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha.

DISCUSSÃO

Nesse estudo foram entrevistados 30 pequenos produtores de banana de Missão Velha (CE) através de visitas às propriedades, utilização de questionário e documentação fotográfica. Este é o primeiro estudo no Brasil e o segundo em nível mundial que documenta os conhecimentos, percepções e práticas dos agricultores em relação à murcha de *Fusarium* da bananeira. Além disso, foram realizadas amostragens nas áreas de produção para quantificação da doença.

O tamanho da amostra utilizada na pesquisa representou 50,8% das pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha, sendo considerada uma proporção bem representativa da população-alvo, que na maioria das situações atinge no máximo 20% (THOMPSON, 2012).

A predominância de indivíduos do sexo masculino como responsáveis pelas pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha indica a predominância de uma estrutura patriarcal, no entanto, não significa a exclusão de indivíduos do sexo feminino nas decisões sobre os destinos da propriedade (BJORNLUND *et al.*, 2019).

A faixa etária dos produtores de banana de Missão Velha é preocupante, pois muitos têm mais de 50 anos, o que significa que os jovens agricultores têm pouco interesse e/ou menos oportunidades na produção de banana. Além disso, existe a tendência, em algumas propriedades, de abandono da atividade por falta de mão de obra pelo êxodo do jovem do meio rural. Tem sido enfatizado que o futuro da agricultura está nas mãos dos jovens, sob o risco das atividades agrícolas não terem continuidade devido ao desinteresse destes pela agricultura, à falta de oportunidades ou ao êxodo do meio rural (MUKEMBO; EDWARDS, 2020).

De modo geral, a escolaridade dos produtores de banana em Missão Velha é baixa, o que pode indicar que a agricultura é uma alternativa viável ao trabalho assalariado para aqueles que não têm emprego formal devido à educação limitada, como constatado entre os produtores de hortaliças em Camarões (ABANG *et al.*, 2014). Outro aspecto relevante é que o nível de escolaridade impacta na conscientização e na eficácia da tecnologia da informação (ELIZABETH; ZIRA, 2009), pois o baixo grau de escolaridade é um dos fatores que contribui para a dificuldade

na compreensão das informações transmitidas e na adoção de práticas de manejo na cultura da bananeira (EBEWORE; ISIORHOVOJA, 2019; KIKULWE; ASINDU, 2020).

O baixo grau de escolaridade dos produtores associado à idade acima de 50 anos são fatores que dificultam a realização de mudanças nos processos da atividade agrícola. Agricultores com maiores níveis de escolaridade tendem a identificar as doenças de plantas com mais precisão e serem mais conscientes em relação as medidas de controle a serem adotadas, como constatado em estudos sobre os conhecimentos, percepções e práticas de agricultores em relação à murcha de *Fusarium* da bananeira em Uganda (OYESIGYE *et al.*, 2021) e às doenças do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) no Quênia (KHAN *et al.*, 2014).

A maioria dos pequenos produtores de banana de Missão Velha entrevistados possui terra própria, o que é um aspecto fundamental para a realização de investimentos na propriedade, além de reduzir custos e riscos com o arrendamento de terras para produção agrícola familiar (CASTRO, 2018). Por outro lado, a produção de somente banana e uma única cultivar (Prata Ana) nas propriedades têm riscos elevados, considerando se tratar de monocultura com elevada uniformidade genética. O monocultivo da bananeira gera condições favoráveis ao desenvolvimento de várias doenças, enquanto a uniformidade genética com a utilização de cultivares suscetíveis aos patógenos pode levar a epidemias muito sérias e grandes perdas de produção (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

A grande experiência dos agricultores de Missão Velha na produção de banana, onde 63,3% trabalhava com essa fruteira há mais de 10 anos, é um aspecto positivo e evidencia o potencial econômico da cultura nas pequenas propriedades do município, a maioria com menos de 10 ha, como destacado em estudo realizado recentemente (CAMPOS; ALMEIDA; LIMA, 2020).

O uso de mudas de bananeira oriundas do próprio plantio ou adquiridas de vizinhos, sem um padrão comercial e sem tratamentos específicos que garantam qualidade e vigor às plantas, constitui uma prática de alto risco adotada por todos os pequenos produtores de banana de Missão Velha. As plantas propagadas pelo método tradicional apresentam baixa taxa de multiplicação, além de resultar em mudas desuniformes, dificultando o manejo do pomar, e podendo ainda se constituir em um mecanismo de disseminação de doenças e pragas, tal como a murcha de *Fusarium* (SANTOS-SEREJO; SOUZA; SOUZA, 2016). O ideal é que as mudas sejam originárias de viveiros com áreas estabelecidas com a finalidade exclusiva de produção de mudas de boa qualidade. As mudas a serem propagadas devem ser originadas de brotações de alta vitalidade e de

aparência normal. Além disso, as mudas precisam ser preparadas adequadamente pelo descortinamento e sanitização (ALVES *et al.*, 2016). A pouca preocupação com a qualidade sanitária das mudas, destacada como um aspecto importante por apenas 16,7% dos agricultores, pode refletir na baixa sustentabilidade da produção a médio e longo prazo, decorrente da disseminação da murcha de *Fusarium* em novas áreas de plantio ou na renovação do bananal.

Teoricamente, a organização de agricultores em associações é de grande importância no sentido da adoção de tecnologias no controle de doenças (ADAM; SINDI; BADSTUE, 2015). A maioria pequenos produtores de banana de Missão Velha entrevistados participava de associação de produtores, nesse caso particular da Associação dos Produtores de Banana do Sítio Barreiras, mas essa participação não reflete no recebimento de assistência técnica, pois nenhum recebia assistência técnica oficial e a maioria não recebia nenhum tipo de assistência técnica. Todos os entrevistados eram cientes da existência do serviço de extensão rural oficial, mas nenhum foi visitado pelos técnicos desse serviço nos últimos anos. Cabe salientar que o fornecimento de assistência técnica, através de um serviço de extensão oficial de qualidade e rotineiro, é fundamental para a adoção de boas práticas agrícolas e a melhoria do desempenho dos pequenos produtores visando uma agricultura sustentável (ABIOLA *et al.*, 2020).

O elevado nível de conhecimento dos sintomas da murcha de *Fusarium* pode ser resultante dos vários anos de experiência que a maioria dos produtores têm no cultivo da bananeira. Além disso, na percepção dos agricultores, a importância de um problema agrícola está correlacionada com sua facilidade de observação (BENTLEY; ANDREWS, 1991). A maioria dos entrevistados identificou corretamente a doença baseado nos sintomas, mas desconhecia a sua causa, assemelhando-se ao constatados em vários estudos envolvendo o conhecimento de agricultores sobre outras doenças de plantas (KHAN *et al.*, 2014; ADAM; SINDI; BADSTUE, 2015; SCHREINEMACHERS *et al.*, 2015; CHIPETA *et al.*, 2016; ECHODU *et al.*, 2019; ISLAM; SCHREINEMACHERS; KUMAR, 2020; NJERU *et al.*, 2022). Como os sintomas da murcha de *Fusarium* são facilmente visíveis, os produtores associam a intensidade dos mesmos às perdas de produção, pois a maioria dos entrevistados indicou reduções superiores a 40% na produção devido à doença.

A informação de que os sintomas da murcha de *Fusarium* foram observados pela primeira vez em várias áreas com menos de 5 anos de plantio é extremamente preocupante, pois normalmente a doença se torna mais séria em plantios mais antigo, acima de 10 anos

(KARANGWA *et al.*, 2016; OYESIGYE *et al.*, 2021). Esse resultado pode indicar que os plantios foram realizados em áreas previamente infestadas pelo patógeno ou que foram utilizadas mudas severamente infectadas. Outro aspecto relevante é a percepção da quase totalidade dos entrevistados de que a doença vem aumentando nas áreas de produção, principalmente em algumas plantas dentro dos talhões, podendo ser indício de disseminação da doença à curta distância. Como trata-se de um patógeno habitante do solo, a dispersão para murcha de *Fusarium* ocorre pelo movimento passivo de partículas de solo e esporos em propágulos de solo a curta e longa distância, principalmente por escoamento de água e/ou animais (DITA *et al.*, 2018).

O abandono de áreas de plantio devido à ocorrência da murcha de *Fusarium* é uma prática comum entre os pequenos produtores de banana de Missão Velha, o que pode levar a um colapso econômico e social, devido à indisponibilidade de novas áreas de plantio e à necessidade do cultivo de outras culturas com menor potencial de comercialização e rendimento.

A falta de conhecimentos sobre a disseminação da murcha de *Fusarium* permanece um paradoxo para os pequenos produtores de banana de Missão Velha. Muitos agricultores não associam a disseminação da doença à mudas contaminadas, implementos agrícolas com resíduos de solo de áreas infestadas ou água de irrigação contaminada, desconhecem a influência de plantas invasoras na sobrevivência do patógeno, bem como do moleque-da-bananeira e de nematoides na ocorrência da doença.

Outro aspecto a destacar é a contradição entre os conhecimentos e as práticas adotadas. Como exemplo, a maioria dos pequenos produtores de banana de Missão Velha entrevistado sabe que o patógeno sobrevive em restos culturais e no solo, mas mantém as plantas sintomáticas no campo e, quando removem totalmente, efetuam o replantio das mudas da mesma cultivar na cova. A prática de abandonar a planta de bananeira com sintomas de murcha de *Fusarium* e deixar na área de plantio, adotada pela maioria dos pequenos produtores entrevistados, é totalmente inadequada para o manejo dessa doença. O contato dos sistemas radiculares de plantas saudáveis com esporos liberados por plantas doentes é uma importante forma de disseminação (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016). Além disso, quando as plantas entram em processo de decomposição, ocorre intensa esporulação na superfície dos tecidos senescentes, cujos esporos são facilmente disseminados por água de irrigação (DITA *et al.*, 2018). A medida a ser adotada quando detectadas plantas com sintomas da doença é a erradicação total das plantas doentes, incluindo o sistema radicular, com a retirada das partes da área de cultivo e aplicação de herbicida. Na área erradicada

deve ser aplicado calcário ou cal hidratada e matéria orgânica (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016; DITA et al., 2018). Após a erradicação, deixar a área em descanso por pelo menos seis meses. A área deve ser utilizada para plantio de outras espécies de plantas que não sejam hospedeiras do patógeno, ou para o plantio de cultivares de bananeira resistentes às raças do patógeno (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016). Nesse último aspecto, cabe salientar que o replantio da mesma cultivar em Missão Velha está associado às exigências do mercado local e regional, que não absorve a produção de cultivares do grupo Cavendish (Nanica, Nanicão e Grande Naine), que são resistentes às raças de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* registradas no Brasil (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

Existe uma heterogeneidade considerável na forma como os agricultores manejam as plantas doentes no campo, sendo que a maioria dos agricultores não adota ou adota parcialmente as medidas de controle recomendadas cientificamente. Além disso, na ausência de assistência técnica pública, muitos agricultores tendem a confiar em seus próprios conhecimentos adquiridos através da experiência e compartilhamento ao interagir com outros agricultores, como constatado em outros estudos (ADAM; SINDI; BADSTUE, 2015; APPIAH-KUBI et al., 2015; HASHIM et al., 2018; UWAMAHORO et al., 2018; IRERI et al., 2019; ADUR-OKELLO et al., 2020; OYESIGYE et al., 2021). A capacitação dos agricultores é determinante para melhorar o nível de conhecimento sobre o manejo das doenças (ABANG et al., 2014; ISLAM; SCHREINEMACHERS; KUMAR, 2020), bem como a exposição contínua dos agricultores às tecnologias adequadas de manejo de doenças de plantas aumenta a taxa de adoção das mesmas (KHAN et al., 2014; HASHIM et al., 2018; ABIOLA et al., 2020).

A murcha de Fusarium está amplamente distribuída e com elevada severidade nas pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha. A ocorrência da doença em todas as propriedades amostradas indica uma elevada prevalência (100%), superior à registrada em estudo em Uganda (OYESIGYE et al., 2021). Os níveis de incidência também foram muito elevados, quando comparados ao observado recentemente em outras áreas de produção no Brasil, que variaram de 0,09% a 41,42% (HECK et al., 2021).

Os níveis de severidade da murcha de Fusarium nas pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha foram muito elevados, refletindo o quanto as plantas estavam afetadas individualmente e limitadas quanto à capacidade da produção.

As perdas econômicas estimadas para as propriedades de Missão Velha devido à incidência da murcha de Fusarium são muito elevadas, considerando se tratar de pequenas propriedades, o que pode levar à inviabilidade econômica da exploração devido à redução da margem líquida a curto e a longo prazo (CAMPOS; ALMEIDA; LIMA, 2020).

CONCLUSÕES

Os pequenos produtores de banana de Missão Velha conseguem identificar com precisão a murcha de Fusarium através dos sintomas, mas tem conhecimento limitado sobre a disseminação da doença. A lacuna desses conhecimentos pode ser um dos fatores associados à contínua expansão da doença nas áreas amostradas, indicando a necessidade de capacitação dos agricultores na compreensão da disseminação da doença para que possa ser atribuído significado às práticas de manejo propostas. Em alguns casos, os produtores apresentam contradições entre os conhecimentos sobre a doença e as práticas de manejo adotadas, indicando que a capacitação pode ter efeito limitado. Considerando os níveis de incidência e severidade constatados, há necessidade urgente de serem adotadas medidas de mitigação da doença para evitar o colapso deste importante setor da economia regional.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). W. Z. B. Rocha e S. J. Michereff agradecem as bolsas de pós-graduação e produtividade em pesquisa, respectivamente, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). K. C. Correia agradece a bolsas de pesquisa da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesses. Os financiadores não tiveram nenhum papel no desenho do estudo, na coleta, análise ou interpretação dos dados, na redação do manuscrito e na decisão de publicar os resultados.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram igualmente para a concepção e redação do manuscrito. Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados que suportam as conclusões deste estudo estão disponíveis com o autor correspondente mediante solicitação razoável.

REFERÊNCIAS

- ABANG, A. F. et al. Assessing vegetable farmer knowledge of diseases and insect pests of vegetable and management practices under tropical conditions. **International Journal of Vegetable Science**, v.20, p.240-253, 2014. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19315260.2013.800625>>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- ABIOLA, A. et al. Adoption of roguing to contain banana bunchy top disease in South-East Bénin: role of farmers' knowledge and perception. **International Journal of Fruit Science**, v.20, p.720-736, 2020. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15538362.2019.1673277>>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- ADAM, R. I.; SINDI, K.; BADSTUE, L. Farmers' knowledge, perceptions and management of diseases affecting sweet potatoes in the Lake Victoria Zone region, Tanzania. **Crop Protection**, v.72, p.97-107, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219415000605?via%3Dihub>>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- ADUR-OKELLO, S. E. et al. Farmers' knowledge and management of rice diseases in Uganda. **Journal of Agricultural Science**, v.12, p.221-233, 2020. Disponível em: <<https://ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/44164>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

- ALVES, E. J. et al. Planejamento e estabelecimento de um plantio comercial. *In*: FERREIRA, C. F. et al. (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016. p.399-439.
- AMARO, A. A.; FAGUNDES, P. R. S. Aspectos econômicos e comercialização. *In*: FERREIRA, C. F. et al. (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016. p.728-752.
- APPIAH-KUBI, Z. et al. Farmers knowledge of anthracnose disease of cassava and yam in four ecological zones in Ghana. **Greener Journal of Agricultural Sciences**, v.5, p.204-209, 2015. Disponível em: <<https://gjjournals.org/GJAS/archive/nov-2015-vol-56/appiah-kubi-et-al.html>>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Multipress, 2015.
- BENTLEY, J.; ANDREWS, K. **Through the roadblocks**: IPM and Central American smallholders. London: International Institute for Environment and Development, 1996.
- BJORNLUND, H. et al. The dynamics of the relationship between household decision-making and farm household income in small-scale irrigation schemes in southern Africa. **Agricultural Water Management**, v.213, p.135-145, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377418305481>>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990.
- CAMPOS, K. C.; ALMEIDA, M. R. D.; LIMA, C. F. Análise de risco da produção de banana no município de Missão Velha – Ceará. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.13, p.1281-1300, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/7660>>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- CASTRO, C. L. F. **A (re)produção do espaço pautada nas dinâmicas socioeconômicas do circuito espacial produtivo da banana em Missão Velha - Ceará**. 2018. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-22032019-133541/pt-br.php>>. Acesso em: 12 mai. 2023.
- CHIPETA, M. M. et al. Farmers' knowledge of cassava brown streak disease and its management in Malawi. **International Journal of Pest Management**, v.62, p.175-184, 2016. Disponível em:

- 551 <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09670874.2016.1167268?journalCode=ttpm20>>.
 552 Acesso em: 14 jun. 2023.
- 553 CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; HADDAD, F. Doenças fúngicas e bacterianas. In:
 554 FERREIRA, C. F. et al. (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016. p.545-575.
 555 Disponível em: <>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- 556 DITA, M. A. et al. Fusarium wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research
 557 needs toward sustainable disease management. **Frontiers in Plant Science**, v.9, e1468, 2018.
 558 Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01468/full>>. Acesso em:
 559 12 jun. 2021.
- 560 EBEWORE, S. O.; ISIORHOVOJA, R. A. Knowledge status and disease control practices of
 561 cassava farmers in Delta State, Nigeria: implications for extension delivery. **Open Agriculture**,
 562 v.4, p.173-186, 2019. Disponível em: <[https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/opag-](https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/opag-2019-0017/html)
 563 [2019-0017/html](https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/opag-2019-0017/html)>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- 564 ECHODU, R. et al. Farmers' practices and their knowledge of biotic constraints to sweetpotato
 565 production in East Africa. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.105, p. 3-16, 2019.
 566 Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S088557651830033X>>.
 567 Acesso em: 12 jun. 2023.
- 568 ELIZABETH, S.; ZIRA, D. Awareness and effectiveness of vegetable technology information
 569 packages by vegetable farmers in Adamawa State, Nigeria. **African Journal of Agricultural**
 570 **Research**, v.4, p.65-70, 2009. Disponível em:
 571 <[https://www.internationalscholarsjournals.com/articles/awareness-and-effectiveness-of-](https://www.internationalscholarsjournals.com/articles/awareness-and-effectiveness-of-vegetable-technology-information-packages-by-vegetable-farmers-in-adamawa-state-nigeria.pdf)
 572 [vegetable-technology-information-packages-by-vegetable-farmers-in-adamawa-state-](https://www.internationalscholarsjournals.com/articles/awareness-and-effectiveness-of-vegetable-technology-information-packages-by-vegetable-farmers-in-adamawa-state-nigeria.pdf)
 573 [nigeria.pdf](https://www.internationalscholarsjournals.com/articles/awareness-and-effectiveness-of-vegetable-technology-information-packages-by-vegetable-farmers-in-adamawa-state-nigeria.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- 574 GOODMAN, L. A. Snowball sampling. **Annals of Mathematical Statistics**, v.32, p.148-170,
 575 1961. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2237615>>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- 576 HASHIM, I. et al. Smallholder farmers' knowledge, perception and management of rice blast
 577 disease in upland rice production in Tanzania. **Journal of Agricultural Science**, v.10, p.137-145,
 578 2018. Disponível em: <[https://ipmil.cired.vt.edu/wp-content/uploads/2018/06/Ibrahim-paper-](https://ipmil.cired.vt.edu/wp-content/uploads/2018/06/Ibrahim-paper-1.pdf)
 579 [1.pdf](https://ipmil.cired.vt.edu/wp-content/uploads/2018/06/Ibrahim-paper-1.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2023.

HECK, D.W. et al. Incidence, spatial pattern and temporal progress of Fusarium wilt of bananas. **Journal of Fungi**, v.7, e646, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2309-608X/7/8/646>>. Acesso em: 12 mai. 2023.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Produção de banana** [online]. Rio de Janeiro: IBGE, 2023a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/banana/br>. Acesso em: 12 jun. 2023.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Levantamento sistemático da produção agrícola** [online]. Rio de Janeiro: IBGE, 2023b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>. Acesso em: 26 nov. 2021.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Produção agrícola municipal** [online]. Rio de Janeiro: IBGE, 2023c. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 12 jun. 2023.

IPECE (INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ). **Sistema de informações geossocioeconômicas do Ceará - Perfil regional** [online]. Fortaleza: IPECE, 2023. Disponível em: <<http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-regional.xhtml>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

IRERI, D. F. et al. Farmer knowledge of bacterial wilt and root-knot nematodes and practices to control the pathogens in high tunnel tomato production in the tropics. **International Journal of Vegetable Science**, v.25, p.213-225, 2019. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19315260.2018.1499690>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

ISLAM, A. H. M. S.; SCHREINEMACHERS, P.; KUMAR, S. Farmers' knowledge, perceptions and management of chili pepper anthracnose disease in Bangladesh. **Crop Protection**, v.133, e105139, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219420300727?via%3Dihub>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

KARANGWA, P. et al. The distribution and incidence of banana Fusarium wilt in subsistence farming systems in east and central Africa. **Crop Protection**, v.84, p.132-140, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219416300345>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

- 611 KHAN, Z. R. et al. Farmers' knowledge and perceptions of the stunting disease of Napier grass in
 612 Western Kenya. **Plant Pathology**, v.63, p.1426-1435, 2014. Disponível em:
 613 <<https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ppa.12215>>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- 614 KIKULWE, E. M.; ASINDU, M. A contingent valuation analysis for assessing the market for
 615 genetically modified planting materials among banana producing households in Uganda. **GM**
 616 **Crops and Food**, v.11, p.113-124, 2020. Disponível em:
 617 <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21645698.2020.1720498>>. Acesso em: 12 jun.
 618 2023.
- 619 LADISA, G. et al. Stakeholders' perception of *Xylella fastidiosa* (Xf) disease risk assessment: first
 620 results from Puglia (IT), Chania (GR), Valencia and Andalusia (ES). **Open Journal of Social**
 621 **Sciences**, v.9, p.188-223, 2021. Disponível em:
 622 <<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=107216>>. Acesso em: 15 abr.
 623 2023.
- 624 MCKINNEY, H. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by
 625 *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v.26, p.195-225, 1923.
 626 Disponível em: <<https://naldc.nal.usda.gov/download/IND43966679/pdf>>. Acesso em: 12 mai.
 627 2023.
- 628 MDA (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO). **Plano territorial de**
 629 **desenvolvimento rural sustentável: Território do Cariri**. Fortaleza: MDA/SDT/Instituto
 630 Agropolos do Ceará, 2011. Disponível em:
 631 <<http://projects.mcrit.com/ceara/attachments/article/187/PTDRS%20Cariri.pdf>>. Acesso em: 12
 632 mai. 2023.
- 633 MUKEMBO, S. C.; EDWARDS, M. C. Improving livelihoods through youth-adult partnerships
 634 involving school-based, agripreneurship projects: The experiences of adult partners in Uganda.
 635 **Journal of International Agricultural and Extension Education**, v.27, p.62-76, 2020.
 636 Disponível em: <<https://newprairiepress.org/jiaee/vol27/iss2/6/>>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- 637 NASCIMENTO, A. B. **Conhecimentos, percepções e práticas dos pequenos produtores de**
 638 **banana de Missão Velha (estado do Ceará) em relação às doenças da bananeira**. 2021. 66f.
 639 Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Cariri, Crato, 2021.
- 640 NJERU, F. et al. Maize production systems, farmers' perception and current status of maize lethal
 641 necrosis in selected counties in Kenya. **All Life**, v.15, p.692-705, 2022. Disponível em:

642 <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/26895293.2022.2085815>>. Acesso em: 12 jun.
 643 2023.

644 OYESIGYE, E. et al. Distribution and farmers' knowledge on Fusarium wilt (Race 1) in cropping
 645 systems of Uganda. **African Journal of Plant Science**, v.15, p.277-287, 2021. Disponível em:
 646 <<https://academicjournals.org/journal/AJPS/article-full-text-pdf/D2F2CBA68233>>. Acesso em:
 647 12 jun. 2023.

648 SANTOS-SEREJO, J. A.; SOUZA, A. S.; SOUZA, H. R. Produção de mudas de bananeira com
 649 alta qualidade fitossanitária. In: FERREIRA, C. F. et al. (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília:
 650 Embrapa, 2016. p.223-242.

651 SCHREINEMACHERS, P. et al. Farmers' perceptions and management of plant viruses in
 652 vegetables and legumes in tropical and subtropical Asia. **Crop Protection**, v.75, p.115-123, 2015.
 653 Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219415300326>>.
 654 Acesso em: 12 jun. 2023.

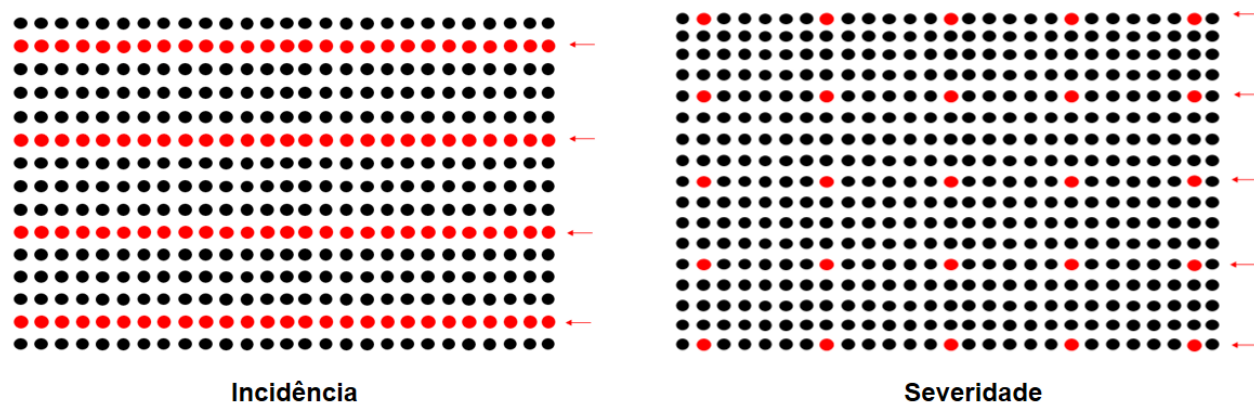
655 TEIXEIRA, L. et al. Effectiveness of soil management practices on Fusarium wilt of banana in the
 656 Ribeira Valley, Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v.47, p.411-420, 2022. Disponível em:
 657 <<https://link.springer.com/article/10.1007/s40858-022-00493-1>>. Acesso em: 12 mai. 2023.

658 THOMPSON, T. K. **Sampling**. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012.

659 UWAMAHORO, F. et al. Potato bacterial wilt in Rwanda: occurrence, risk factors, farmers'
 660 knowledge and attitudes. **Food Security**, v.10, p.1221-1235, 2018. Disponível em:
 661 <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12571-018-0834-z>>. Acesso em: 12 jun. 2023.



Figura 1 – Representação gráfica da região do Cariri Cearense, com destaque para o município de Missão Velha. Fonte: MDA (2011).



666 **Incidência** **Severidade**

667 Figura 2 – Representação gráfica das plantas de bananeira amostradas para avaliação da incidência

668 e da severidade da murcha de Fusarium.

669

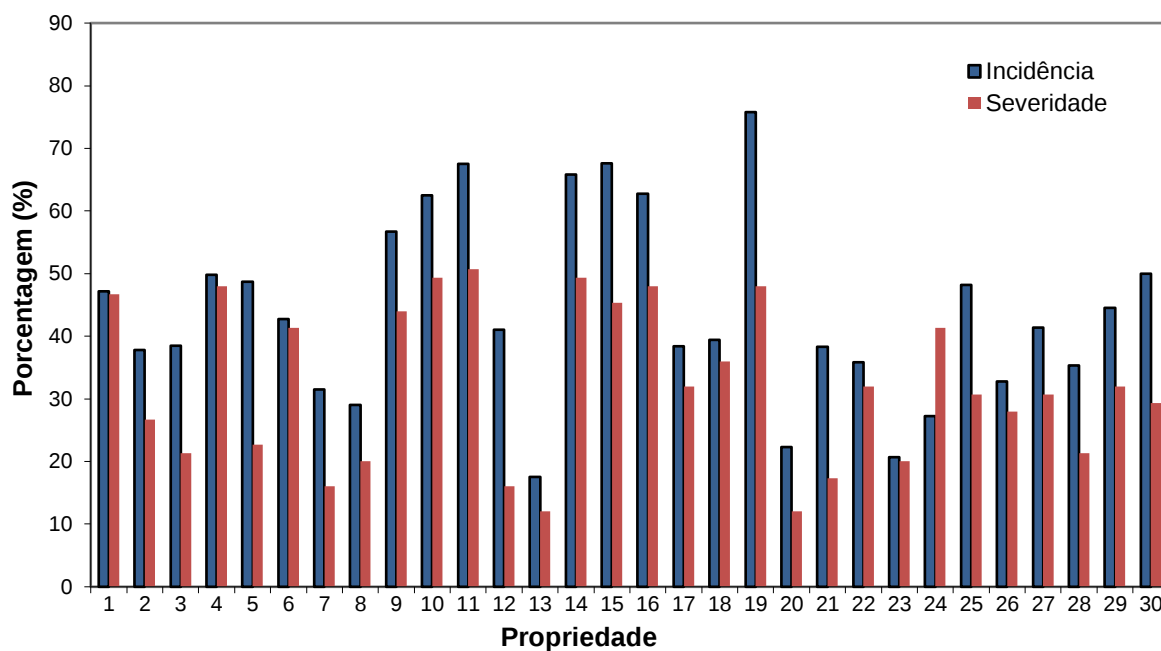


Figura 3 – Incidência e severidade da murcha de Fusarium em 30 pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha (Ceará, Brasil).

674 Tabela 1 – Perfil demográfico de pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha
 675 (Ceará, Brasil).

Pergunta	Respostas	
	No.	%
<i>Sexo</i>		
Feminino	0	0,0
Masculino	30	100
<i>Idade</i>		
21–30 anos	4	13,3
31–40 anos	4	13,3
41–50 anos	9	30,0
Mais de 50 anos	13	43,3
<i>Escolaridade</i>		
Analfabeto	4	13,3
Fundamental incompleto	10	33,3
Fundamental completo	6	20,0
Ensino médio incompleto	0	0,0
Ensino médio completo	8	26,7
Ensino superior incompleto	1	3,3
Ensino superior completo	1	3,3

676

677 Tabela 2 – Perfil da produção de banana em pequenas propriedades de Missão Velha (Ceará,
678 Brasil).

Pergunta	Respostas	
	No.	%
<i>Tipo de posse da terra</i>		
Própria	25	83,3
Arrendada	5	16,7
<i>Tempo que trabalha com produção de banana</i>		
0–5 anos	1	3,3
6–10 anos	10	33,3
11–15 anos	8	26,7
16–20 anos	7	23,3
Mais de 20 anos	4	13,3
<i>Área plantada com bananeira</i>		
Até 3 ha	12	40,0
3,1–5 ha	3	10,0
5,1–8 ha	2	6,7
8,1–15 ha	7	23,3
15,1–20 ha	6	20,0
<i>Origem das mudas utilizadas no plantio</i>		
Do próprio plantio	20	66,7
Adquiridas de vizinhos	10	33,3
<i>Como escolhe as mudas</i>		
Tamanho/vigor	21	70,0
Área de boa produção	4	13,3
Sanidade	5	16,7
<i>Participa em associação ou cooperativa de produtores</i>		
Sim	19	63,3
Não	11	36,7
<i>Recebe assistência técnica</i>		
Sim	11	36,7
Não	19	63,3
<i>Se sim, de quem recebe assistência técnica</i>		
Vendedor (casa da lavoura)	3	10,0
Outro (técnico amigo)	8	26,7

679 Tabela 3 – Percepção dos pequenos produtores de banana de Missão Velha (Ceará, Brasil) sobre
 680 a murcha de Fusarium.

Pergunta	Respostas	
	No.	%
<i>O que causa esses sintomas na bananeira (Material Suplementar 2)</i>		
Doença	30	100
Praga	0	0,0
Não sabe	0	0,0
<i>Se doença, qual</i>		
Mal do Panamá	26	86,7
Falta de água	1	3,3
Não sabe	3	10,0
<i>Se doença, o que causa</i>		
Bactéria	8	26,7
Fungo	13	43,3
Vírus	0	0,0
Nematoide	0	0,0
Outros	1	3,3
Não sabe	8	26,7
<i>Acredita que essa doença leva à redução da produção</i>		
Sim	30	100
Não	0	0,0
<i>Se sim, quanto de redução</i>		
Até 20%	2	6,7
20,1-40%	6	20,0
40,1-60%	13	43,3
60,1-80%	4	13,3
Mais de 80%	5	16,7
<i>Há quanto tempo essa doença foi observada pela primeira vez na área</i>		
Menos de 5 anos	10	33,3
6-10 anos	9	30,0
11-15 anos	3	10,0
16-20 anos	2	6,7
Mais de 20 anos	6	20,0

682 Tabela 3 – Continuação.

Pergunta	Respostas	
	No.	%
<i>Acredita que a doença vem aumentando na área de produção</i>		
Sim	27	90,0
Não	3	10,0
<i>A doença está distribuída</i>		
Em todas as plantas dentro dos talhões	3	10,0
Em algumas plantas dentro dos talhoes	27	90,0
<i>A produção de uma planta com a doença pode ser aproveitada</i>		
Sim	10	33,6
Não	20	66,7
<i>Precisou abandonar alguma área de cultivo devido à doença</i>		
Sim	20	66,7
Não	10	33,6
<i>Se sim, quantas plantas tinham nessa(s) área(s)</i>		
Até 500 plantas	4	13,3
501-1000 plantas	4	13,3
1001-1500 plantas	2	6,7
1501-2000 plantas	3	10,0
Mais de 2000 plantas	7	23,3
<i>Realiza a limpeza dos implementos antes e/ou após o uso</i>		
Sim	16	53,3
Não	14	46,7
<i>O que mais contribui para a disseminação da doença</i>		
Mudas contaminadas	16	50,0
Implementos agrícolas	6	20,0
Tráfego de pessoas	2	6,7
Não sabe	7	23,3

684 Tabela 3 – Continuação.

Pergunta	Respostas	
	No.	%
<i>Acredita que a água utilizada na irrigação pode disseminar a doença</i>		
Sim	3	10,0
Não	27	90,0
<i>Acha que o agente causal pode sobreviver nos restos da bananeira</i>		
Sim	23	76,7
Não	7	23,3
<i>Acha que o agente causal pode sobreviver no solo</i>		
Sim	29	96,7
Não	1	3,3
<i>Acha que o agente causal pode sobreviver em plantas daninhas</i>		
Sim	7	23,3
Não	23	76,7
<i>Sabe o que são nematoides no solo</i>		
Sim	7	23,3
Não	23	76,7
<i>Se sim, acha que os nematoides influenciam na ocorrência da doença</i>		
Sim	7	85,7
Não	1	14,3
<i>Acha que o moleque-da-bananeira influencia na ocorrência da doença</i>		
Sim	15	50,0
Não	15	50,0
<i>Acha que as cultivares de banana têm resistência igual à doença</i>		
Sim	1	3,3
Não	29	96,7
<i>Se não, qual(is) seria(m) a(s) mais resistente(s) à doença</i>		
Nanica	19	63,3
Prata Catarina	8	26,7
Pacovan	3	10,0
Outros	3	10,0

685

686

687 Tabela 3 – Continuação.

Pergunta	Respostas	
	No.	%
<i>Porque não planta essa cultivar (Nanica) mais resistente à doença</i>		
Ausência de mercado	21	70,0
Não suporta o vento	4	13,3
Alto valor da muda	2	6,7
Outros	3	10,0
<i>Faz o replantio em covas que as plantas morreram devido à doença</i>		
Sim	1	3,3
Não	29	96,7
<i>O que faz quando identifica uma planta com os sintomas</i>		
Deixa na área	12	40,0
Faz a desfolha total deixando o resto da planta	7	23,3
Retira toda a planta, incluindo o sistema radicular	11	36,7
Aplica calda sulfocálcica	3	10,0
Aplica calcário	3	10,0
Aplica cinza	3	10,0
Aplica <i>Bacillus</i>	2	6,7

688

689

690 Material Suplementar 1 – Questionário sobre os conhecimentos, percepções e práticas dos
 691 pequenos produtores de banana de Missão Velha (CE) em relação à
 692 murcha de Fusarium.

693

694 DADOS GERAIS

695 Número de referência: _____ Data: _____

696 Nome (e Apelido): _____

697 Telefone: _____

698 Município: _____ Sítio/Comunidade: _____

699 Coordenada GPS: _____

700 Ponto de referência: _____

701

702 PERFIL DEMOGRÁFICO E DA PRODUÇÃO

703 1. Sexo: () Masculino () Feminino

704 2. Idade: _____ anos

705 3. Escolaridade: _____

706 4. Tipo de posse da terra: () Própria () Arrendada () Comodato () Assentamento () Outro

707 5. Quantos anos trabalha com produção de banana? _____ anos

708 6. Qual a área plantada com bananeira? _____ ha

709 7. De onde vem as mudas utilizadas no plantio? _____

710 8. Como escolhe as mudas? _____

711 9. Participa em associação ou cooperativa de produtores? () Sim () Não

712 10. Recebe alguma assistência/orientação técnica? () Sim () Não

713 11. Se sim, de quem recebe assistência técnica? () Ematerce () Prefeitura () Sindicato () Vendedor () Outro (amigo)

714

715 CONHECIMENTOS, PERCEPÇÕES E PRÁTICAS SOBRE A MURCHA DE FUSARIUM

716 1. O que causa esses sintomas na bananeira, é uma: () Doença () Praga () Não sabe

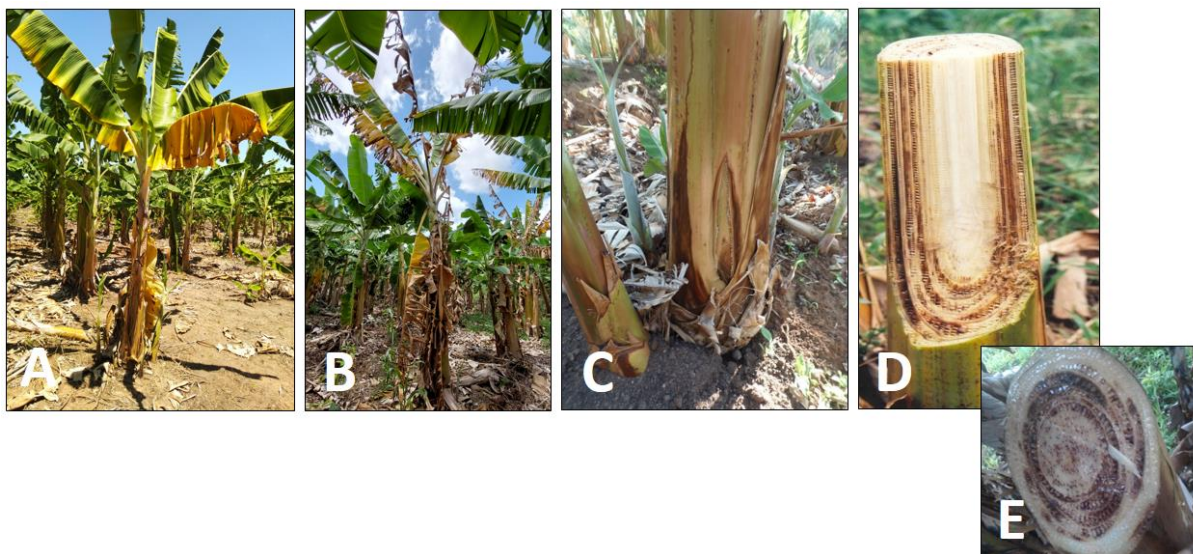
717 2. Se doenças, qual? _____

718 3. Se doenças, o que causa? () Fungo () Bactéria () Vírus () Nematóide () Outros () Não sabe

719 4. Acredita que essa doença leva à redução da produção? () Sim () Não Se sim, quanto de redução? _____ %

- 720 5. Há quanto tempo essa doença foi observada pela primeira vez na área? ____ anos
- 721 6. Acredita que a doença vem aumentando na área de produção? () Sim () Não
- 722 7. A doença está distribuída: () Em toda as plantas dentro dos talhões () Em algumas plantas dentro dos talhões
- 723 8. Acredita que a produção de uma planta com a doença pode ser aproveitada? () Sim () Não
- 724 9. Já precisou abandonar alguma área de cultivo devido à doença? () Sim () Não
- 725 10. Se sim, quantas plantas tinham nessa(s) área(s)? _____ plantas
- 726 11. É realizada a limpeza dos implementos antes e/ou após o uso em áreas que tem a presença da doença? () Sim () Não
- 727 12. Qual atividade você acha que mais contribui para o transporte da doença de uma área para outra?
- 728 () Mudas contaminadas () Implementos agrícolas () Tráfego de pessoas () Outra: _____
- 729 13. Acredita que a água utilizada na irrigação pode disseminar a doença pela área de plantio? () Sim () Não
- 730 14. Acha que o agente causal pode sobreviver nos restos culturais da bananeira? () Sim () Não
- 731 15. Acha que o agente causal pode sobreviver no solo? () Sim () Não
- 732 16. Acha que o agente causal pode sobreviver em plantas daninhas? () Sim () Não
- 733 17. Sabe o que são nematoides no solo? () Sim () Não
- 734 18. Se sim, acha que os nematoides influenciam na ocorrência da doença? () Sim () Não
- 735 19. Acha que o moleque-da-bananeira influencia na ocorrência da doença? () Sim () Não
- 736 20. Acha que as variedades de banana têm resistência igual à doença? () Sim () Não
- 737 21. Se não, qual(is) seria(m) a(s) mais resistente(s) à doença? _____
- 738 22. Porque não planta essa variedade (Nanica) mais resistente à doença? _____
- 739 23. Faz o replantio de bananeira em covas que as plantas morreram devido à doença? () Sim () Não
- 740 24. O que faz quando identifica uma planta com os sintomas _____
- 741 _____
- 742

743 Material Suplementar 2 – Pranchas com sintomas de murcha de Fusarium utilizadas durante a
744 aplicação do questionário sobre os conhecimentos, percepções e
745 práticas dos pequenos produtores de banana de Missão Velha (CE) em
746 relação à doença.



747
748
749 A = amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas; B = murcha, seca e
750 quebra das folhas junto ao pseudocaule, com aparência de “guarda-chuva fechado”; C = rachadura
751 do pseudocaule, próximo ao solo; D = descoloração pardo-avermelhada dos vasos; E =
752 descoloração pardo-avermelhada do câmbio vascular.

Material Suplementar 3 – Escala diagramática utilizada para quantificação da murcha de Fusarium em pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha (CE).



0 = planta sem sintomas, 1 = planta com sintomas iniciais, 2 = planta com sintomas intermediários e 3 = Planta totalmente murcha sem folhas vivas (TEIXEIRA *et al.*, 2022).

Conclusões Gerais



CONCLUSÕES GERAIS

1. Os pequenos produtores de banana de Missão Velha (Ceará) conseguem identificar com precisão a murcha de Fusarium através dos sintomas;
2. Há lacunas de conhecimentos dos pequenos produtores de banana de Missão Velha sobre a disseminação, a epidemiologia e o manejo da murcha de Fusarium da bananeira;
3. Os pequenos produtores de banana de Missão Velha apresentam contradições entre os conhecimentos sobre a murcha de Fusarium e as práticas de manejo adotadas;
4. A murcha de Fusarium está amplamente distribuída e com elevadas incidência e severidade nas pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha;
5. Há necessidade urgente de serem adotadas medidas de mitigação da murcha de Fusarium nas pequenas propriedades produtoras de banana de Missão Velha para evitar o colapso deste importante setor da economia regional.