

GINA MAYUMI SAITO

**TRANSMISSIBILIDADE DE *Fusarium oxysporum* SCHLECHT. f. sp. *cubense* (E.F. SMITH) SNYD. & HANS. EM CULTIVARES DE *Musa* sp: EFEITO PREVENTIVO DO FUNGICIDA BENOMYL E AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO RÁPIDA
"IN VIVO"**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitossanidade, para obtenção do grau de "MESTRE".

Orientador

Prof. MÁRIO SOBRAL DE ABREU

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

1996

30705

GINA MAYUMI SAITO

TRANSMISSIBILIDADE DE *Fusarium oxysporum* SCHLECHT. f. sp. *cubense* (E.F. SMITH) SNYD. & HANS. EM CULTIVARES DE *Musa* sp: EFEITO PREVENTIVO DO FUNGICIDA BENOMYL E AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO RÁPIDA "IN VIVO"

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitossanidade, para obtenção do grau de "MESTRE".

Orientador

Prof. MÁRIO SOBRAL DE ABREU

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1996

CDD-634.72294

Propagação "in vivo". I. Universidade Federal
Doença fúngica. 3. Mal do Panamá. 4. Fusariose.

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Saito, Gina Mayumi

Transmissibilidade de *Fusarium oxysporum* Schlecth. f. sp. *ubense* (E. F. Smith) Snyder & Hans. em cultivares de *Musa* sp: Efeito preventivo do fungicida Benomyl e avaliação da técnica de propagação rápida "in vivo"/ Gina Mayumi Saito. -- Lavras: UFLA, 1996.

84 p. : il.

Orientador: Mário Sobral de Abreu.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Banana - Fungicida. 2. Doença fúngica. 3. Mal do Panamá. 4. Fusariose. 5. Benomyl. 6. Banana Prata. 7. Propagação "in vivo". I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

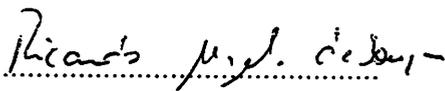
CDD-634.77294

GINA MAYUMI SAITO

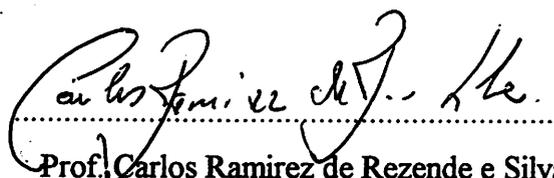
TRANSMISSIBILIDADE DE *Fusarium oxysporum* SCHLECHT. f. sp. *cubense* (E.F. SMITH) SNYD. & HANS. EM CULTIVARES DE *Musa* sp: EFEITO PREVENTIVO DO FUNGICIDA BENOMYL E AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO RÁPIDA “IN VIVO”

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitossanidade, a obtenção do grau de “MESTRE”.

APROVADA EM 02 de outubro de 1996.



Prof. Ricardo Magela de Souza



Prof. Carlos Ramirez de Rezende e Silva



Prof. Mário Sobral de Abreu
(Orientador)

DECLARAÇÃO

Eu, abaixo assinado, declaro que sou proprietário do imóvel situado na Rua ... nº ...

com o objetivo de comprovar a propriedade para fins de ...

Declaro sob as penas da lei que as informações prestadas são verdadeiras e corretas.

Assinada em ... em ...

Assinatura do proprietário: _____

Assinatura do declarante: _____

Assinatura do responsável: _____

Assinatura do agente: _____



AGRADECIMENTOS

A autora expressa seus agradecimentos:

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Agronomia/Fitossanidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Mário Sobral de Abreu, pela amizade, ensinamentos e indispensável orientação.

Aos professores da Universidade Federal de Lavras, Ricardo Magela de Souza e Carlos Ramirez de Rezende e Silva, pela amizade, pelas críticas e sugestões.

À Prof^ª. Dra. Antônia dos Reis Figueira, pelo incentivo e auxílio na aquisição de material para elaboração deste trabalho.

À Eloísa Leite, Psida, Ana Maria e Cleber Maximiano, pela amizade e colaboração.

Ao amigo Augusto, pelo auxílio nas análises estatísticas e valiosas sugestões, e em especial, ao Juventino Júnior e André Nascimento, pela amizade e agradável convívio.

Ao amigo Luiz Chitarra, pelo companheirismo e auxílio na elaboração do abstract.

Aos funcionários, colegas e professores do Departamento de Fitossanidade da UFLA.

Aos funcionários da Biblioteca Central da UFLA.

À Karen Torresan, amiga de todos os momentos.

À todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

A Deus,

pela minha existência e força

Aos meus pais,

Hiroshi e Mutico

pelo incentivo e apoio em todos os momentos

OFEREÇO

Ao meu irmão,

Makoto

pelo carinho

Ao Sérgio Hissao Komatsu,

pelo amor e compreensão

DEDICO

SUMÁRIO

| | página |
|---|---------------|
| LISTA DE TABELAS..... | vi |
| LISTA DE FIGURAS..... | viii |
| LISTA DE QUADROS..... | ix |
| | |
| CAPÍTULO 1..... | 1 |
| TRANSMISSIBILIDADE DE <i>FUSARIUM OXYSPORUM</i> SCHLECHT. F.SP. <i>CUBENSE</i> (E.F. SMITH) SNYD. & HANS. EM CULTIVARES DE <i>MUSA</i> SP: EFEITO PREVENTIVO DO FUNGICIDA BENOMYL E AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO RÁPIDA “IN VIVO”..... | 1 |
| RESUMO GERAL..... | 2 |
| GENERAL ABSTRACT..... | 4 |
| 1.1 INTRODUÇÃO GERAL..... | 5 |
| 1.2 REVISÃO DE LITERATURA | 7 |
| 1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 23 |
| | |
| CAPÍTULO 2..... | 28 |
| EFEITO PREVENTIVO DO FUNGICIDA BENOMYL NA TRANSMISSIBILIDADE DE <i>FUSARIUM OXYSPORUM</i> SCHLECHT. F. SP <i>CUBENSE</i> (E.F. SMITH) SNYD. & HANS. EM CULTIVARES DE <i>MUSA</i> SP..... | 28 |
| RESUMO | 29 |
| ABSTRACT..... | 30 |
| 2.1 INTRODUÇÃO..... | 31 |
| 2.2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 33 |
| 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 42 |

| | |
|---|----|
| 2.4 CONCLUSÕES..... | 54 |
| 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 55 |
| | |
| CAPÍTULO 3..... | 57 |
| AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO RÁPIDA “IN VIVO” NA TRANSMISSIBILIDADE DE <i>FUSARIUM OXYSPORUM</i> SCHLECHT. F. SP <i>CUBENSE</i> (E.F. SMITH) SNYD. & HANS. EM BANANEIRA (<i>MUSA</i> SP) | 57 |
| RESUMO..... | 58 |
| ABSTRACT..... | 59 |
| 3.1 INTRODUÇÃO..... | 60 |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 62 |
| 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 66 |
| 3.4 CONCLUSÕES..... | 77 |
| 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 78 |
| | |
| APÊNDICE..... | 80 |

LISTA DE TABELAS

| | página |
|---|---------------|
| 1. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Anã considerando o desdobramento cultivar e fator fungicida, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG..... | 43 |
| 2. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Comum considerando o desdobramento cultivar e fator fungicida, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG.... | 44 |
| 3. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Anã considerando o desdobramento época de inoculação do fungo e fator fungicida, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG..... | 45 |
| 4. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Comum considerando o desdobramento época de inoculação do fungo e fator fungicida, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG..... | 45 |
| 5. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Anã considerando o desdobramento cultivar e fator época de inoculação do fungo, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG..... | 46 |
| 6. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Comum considerando o desdobramento cultivar e fator época de inoculação do fungo, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG..... | 46 |

| | |
|---|----|
| 7. Média dos índices de sintomas avaliadas em bananeiras Prata Anã e Prata Comum considerando época de inoculação do fungo, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG..... | 49 |
| 8. Número médio de gemas e plântulas obtidos 70 dias após o plantio dos rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum instalados sob tela plástica com 50% de insolação, avaliados em fevereiro de 1996, UFLA, Lavras-MG..... | 67 |
| 9. Número médio de plântulas formadas nos rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum descapados considerando fator aplicação de fungicida, no período de julho de 1995 a janeiro de 1996, UFLA, Lavras-MG..... | 68 |
| 10. Eficiência de controle de crescimento de colônias de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ubense</i> em meristemas obtidos de rizomas descapados de Prata Anã e Prata Comum avaliados em fevereiro de 1996, UFLA, Lavras-MG..... | 74 |

LISTA DE FIGURAS

| | página |
|--|---------------|
| 1. Aplicação de Benomyl e inoculação de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ubense</i> em mudas de bananeira, junho de 1995, UFLA, Lavras- MG..... | 39 |
| 2. Ocorrência de sintomas em rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum causados por <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ubense</i> , considerando o desdobramento época de inoculação do fungo, avaliados em janeiro de 1996, UFLA, Lavras-MG..... | 49 |
| 3. Ocorrência de sintomas em rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum causados por <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ubense</i> , considerando o desdobramento cultivar, avaliados em janeiro de 1996, UFLA, Lavras-MG..... | 50 |
| 4. Ocorrência de sintomas em rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum causados por <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ubense</i> , tratados e não tratados com o fungicida, avaliados em janeiro de 1996, UFLA, Lavras- MG..... | 51 |
| 5. Rizomas sob tela plástica com 50% de insolação apresentando emissões de mudas com aproximadamente sessenta dias, março de 1996, UFLA, Lavras-MG..... | 71 |

LISTA DE QUADROS

| | página |
|---|---------------|
| 1. Análise de fertilidade do solo da área experimental do Setor de Olericultura da UFLA, onde foi instalado o experimento, UFLA, Lavras-MG..... | 36 |
| 2. Dados climáticos dos meses de plantio até época de obtenção de rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum, Estação Climatológica, em 1995, UFLA, Lavras-MG..... | 48 |
| 3. Temperaturas e umidades relativas médias registradas do interior do telado do Departamento de Fitossanidade da UFLA, em 1996, UFLA, Lavras-MG..... | 72 |

CAPÍTULO 1

**TRANSMISSIBILIDADE DE *FUSARIUM OXYSPORUM* SCHLECHT. F. SP. *CUBENSE*
(E.F. SMITH) SNYD. & HANS EM CULTIVARES DE *MUSA* SP.: EFEITO
PREVENTIVO DO FUNGICIDA BENOMYL E AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE
PROPAGAÇÃO RÁPIDA “IN VIVO”**

RESUMO GERAL

SAITO, Gina Mayumi. Transmissibilidade de *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyder & Hans em cultivares de *Musa* sp: efeito preventivo do fungicida Benomyl e avaliação da técnica de propagação rápida "in vivo". Lavras, UFLA, 1996. 84p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade)*

Este trabalho teve como objetivos verificar o efeito preventivo do fungicida Benomyl no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* inoculado em bananeiras Prata Anã e Prata Comum aos seis e sete meses de idade e, avaliar a eficiência da propagação rápida "in vivo" em produzir mudas livres do patógeno. Utilizaram-se plântulas provenientes de cultura de tecidos, que foram plantados em sacolas com quatro litros de substrato, transplantados de bandejas. Após completar seis meses de idade metade do lote de mudas recebeu o tratamento: aplicação de Benomyl e sete dias após inoculação com o patógeno cultivado em meio de arroz/areia/água. Ao completar um mês, as mesmas foram transferidas juntamente com as testemunhas para o campo experimental. O mesmo tratamento foi aplicado para a outra metade do lote de mudas, porém tendo um intervalo de trinta dias após. A primeira parte do experimento foi conduzido em campo, adotando delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial (2x3x2), sendo duas cultivares de bananeira, três épocas de inoculação (aos seis meses de idade, aos sete meses e sem inoculação) e duas aplicações de fungicida (com e sem aplicação preventiva). O arranquio das mudas e a avaliação foram realizados numa mesma etapa. A menor área de sintomas externos nos rizomas foi obtido pela Prata Anã, tendo 4,17% de plantas como a menor frequência numa extensão de 50-70% do rizoma. Mudas inoculadas aos seis meses de idade e com o uso preventivo do fungicida obtiveram 6,25% de plantas como a menor frequência de necrose nos rizomas das cultivares avaliadas.

A segunda parte do experimento realizou-se em casa-de-vegetação, dispondo os rizomas tratados, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial. Inicialmente foram tratados com hipoclorito de sódio a 1% e acondicionados em vasos plásticos com substrato esterilizado. Os parâmetros avaliados foram: emissão de gemas, número de mudas formadas, evolução de gemas para mudas e transmissibilidade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* para gemas laterais após a seleção das mudas no campo. Após setenta dias, realizou-se a avaliação, sendo que o número de brotos e a sua evolução para plântulas não foram influenciados pelos tratamentos. O número de plântulas formadas foi maior em tratamentos que não receberam aplicação do fungicida. Quanto a transmissão do patógeno às novas gemas, observou-se crescimento de *Fusarium* em quase todos os tratamentos, destacando-se o tratamento que recebeu inoculação do fungo aos sete meses de idade. Quanto às cultivares, não houve diferença

* Orientador: Mário Sobral de Abreu. Membros da Banca: Ricardo Magela de Souza e Carlos Ramirez de Rezende e Silva.

significativa sobre o crescimento fúngico. O fungicida não atuou significativamente sobre os resultados.

GENERAL ABSTRACT

TRANSMISSIBILITY OF *FUSARIUM OXYSPORUM* SCHLECHT. F. SP. *CUBENSE* (E. F. SMITH) SNYD. & HANS. IN CULTIVARS OF *MUSA* SP: PREVENTIVE EFFECT OF BENOMYL FUNGICIDE AND AVALIATION OF "IN VIVO" RAPID PROPAGATION TECHNIQUE

This work was carried out with the objective of evaluating the preventive effect of Benomyl in controlling *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* inoculated in Prata Anã and Prata Comum bananas at six and seven months, evaluated the efficiency of the rapid propagation in producing seedlings free of pathogen and verify the influency of the treatments on the number of buds and formed seedlings, as well as the evolution of buds to seedlings. The seedlings from tissue culture were planted in bags. After six months of age, half of the seedlings were treated with Benomyl and inoculated with the pathogen cultured in rice/sand/water medium, seven days after the application of the fungicide. A month later, the seedlings were transferred to the experimental field to complete their development. The same methodology was applied to the other half of the seedlings, with an interval of 30 days. The first part of the experiment was conducted in field, using a randomized complete block design, following a 2x3x2 factorial scheme, being two cultivars of banana tree, three periods of inoculation (six and seven months of age, and without inoculation), two applications of fungicide (with and without preventive application). The rooting up and the evaluation of the seedlings were performed in the same period. The highest diameter of the rhizome was observed in the cultivar Prata Anã and the lowest development occurred in the cultivar Prata Comum when it received the fungus inoculation, seven months of age without application of fungicide. The cultivar Prata Anã showed less symptoms in the rhizomes. The seedlings inoculated after six months of age and the preventive use of the fungicide obtained the lowest percentage of necrosis in the rhizome of the cultivars valuated. The second part of the experimet was conducted in greenhouse, disposing the treated rhizomes in completely randomized desing. Initaly the rhizomes were treated with 1% Na₂ClO₄ and set in plastic bags with sterilized substract. After 70 days, the evaluations were made and the number of buds and their evolution to seedlings were not influenced by the treatments. The number of seedlings were higher in the treatments with inoculation in the six months of age. It was observed the *Fusarium* growing in almost all treatments, mainly in the treatment which it was inoculated in seven months of age. There was no difference on the growing fungi between the cultivars. The fungicide did not act significantly over the results.

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

As bananeiras são plantas monocotiledôneas, pertencentes à ordem Scitamineae, família Musaceae. As bananas comestíveis se agrupam nas espécies *Musa acuminata* (AA) e *Musa balbisiana* (BB), nas suas formas di, tri e tetraplóides, e os híbridos obtidos entre elas (Rodrigues, 1994).

É uma das principais frutíferas tropicais exploradas no mundo, muitas vezes constituindo-se em alimentação básica de milhões de pessoas. O Brasil é o maior produtor de banana na América do Sul e considerado o segundo maior produtor mundial com mais de 5,65 milhões de toneladas por ano (FAO, 1993).

Atualmente tem-se grande interesse em se multiplicar clones de bananeira que sejam promissores, através do uso de técnicas adequadas de propagação. Isto é devido a presença constante de problemas referentes a pragas e doenças, provavelmente disseminados pela propagação assexuada, principalmente no que se refere a patógenos sistêmicos como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E. F. Smith) Sn. & Hansen, agente causador do Mal-do-Panamá. Esta é considerada a principal doença da bananeira e está entre as doenças de plantas mais catastróficas do mundo (Simmonds, 1959).

Baseando-se na tendência natural da bananeira de regenerar brotos adventícios à partir de ferimentos de ápices meristemáticos de gemas laterais, criou-se o método de propagação rápida “in vivo”. Hoje, este método modificado ao longo do tempo por vários autores, tem permitido a

produção de material propagativo livre de enfermidades e com potencial para constituir uma fonte contínua de material juvenil (Dantas, Shepherd e Alves, 1986).

Alguns aspectos necessitam ser aprimorados quando se trata de obtenção de plantas livres de patógenos, embora esta metodologia básica de propagação rápida esteja definida.

Nesse sentido, destaca-se algumas alternativas como aplicação de fungicida, uso de cultivares resistentes e outras técnicas que favoreçam a produção de plantas em quantidade e qualidade necessárias.

O presente trabalho objetivou verificar o efeito do fungicida Benomyl para controle preventivo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* em cultivares de Musa sp. e obtenção de mudas de bananeiras livres do patógeno através da técnica de propagação rápida “in vivo”.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Mal-do-Panamá causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (FOC)

Afirma Medina (1990) que o mal-do-panamá é a moléstia mais importante das bananeiras. Foi identificada pela primeira vez por Higgns, em 1904, no Havái. Recebeu, contudo, a designação de mal-do-panamá, por causa da destruição que causou nos bananais da cultivar Gross Michel no Panamá, a partir de 1910.

Depois dos estragos no Panamá, o fungo foi progressivamente atingindo as plantações da variedade Gross Michel de todos os países produtores na América Central e do Caribe. No Brasil, foi constatada pela primeira vez no município de Piracicaba em 1930, no Estado de São Paulo, na variedade Maçã (Martinez, 1977).

O fungo desenvolve-se no sistema vascular da bananeira, após ter infectado as radículas, causando gradativamente, o depauperamento da planta e sua morte. Os sintomas iniciam-se pelas folhas mais externas e inferiores, isto é, das mais velhas para as mais novas ou de baixo para cima, que exibem um amarelecimento progressivo e rápido das bordas para a nervura principal. Em poucos dias, as folhas murcham, secam e no final quebram-se na junção com o pseudocaule, ficando pendentes e dando à planta um aspecto típico de guarda-chuva fechado. Progressivamente todas as folhas mais velhas são destruídas até se chegar à folha mais central e

última, a mais nova, que permanece por algum tempo em posição ereta na extremidade do pseudocaule, dando à planta um aspecto que caracteriza bem a moléstia (Medina, 1990).

Smith et al. (1993) afirmam que a murcha de *Fusarium* é considerada como a ameaça mais séria para a bananicultura, devido a inviabilidade de se controlar a doença por práticas químicas ou cultural.

Como afirmam Stover (1972) e Sun et al. (1978), citados por Cordeiro et al.(1993), as raças do patógeno mais importante para a bananeira são a 1, 2 e 4, sendo a raça 1 considerada como a mais predominante em todo o mundo, e presumivelmente também no Brasil.

Assim como afirma Waite (1963), citado por Brake et al. (1990), a raça 1 do patógeno afeta cultivares Gross Michel e triplóide AAB, a raça 2 afeta algumas cultivares tetraplóides (AAAA), enquanto que a raça 4 afeta cultivares Cavendish e as tetraplóides suscetíveis às raças 1 e 2. A raça 3 do patógeno tem sido constatada em *Heliconia* spp e em algumas espécies de *Musa*. A quarentena tem sido um dos meios de se evitar que diferentes raças de FOC tenham uma ampla disseminação. Isto é igualmente importante para o controle de movimento internacional de material propagativo de banana, desde que já se sabe que existe diferenças de virulência e patogenicidade entre isolados de uma mesma raça de países diferentes.

Na Austrália, a raça 1 de FOC é o patógeno mais importante da cultivar Lady Finger (AAB), mas a cultivar Cavendish (AAA) é considerada como resistente. A raça 2 somente ataca a cultivar Bluggoe (AAB) e está restrito a duas localidades no norte de Queensland. A raça 4, já afeta as cultivares Lady Finger, Bluggoe e Cavendish, ameaçando a bananicultura do país. Por isso, é importante identificar a variação genética dentro da população de FOC, para criar ou selecionar cultivares com resistência à murcha, e também para mapear strains e raças dos seus centros de origem (Sorensen, Dale e Pegg, 1993).

1.2.2 Resistência de *Musa* spp à *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Afirmam Hwang e Chao (1993) que o melhor método de controle da murcha de *Fusarium* em bananeira é o uso de variedades resistentes. Em 1960, a raça 1 do patógeno devastou mais de 40.000 ha de bananeiras na América Central e na América do Sul, mas controlou-se o fungo com uso de cultivares resistente, como o Cavendish. No entanto, com o aparecimento da raça 4, a qual é mais destrutiva que a raça 1, surgiu a necessidade de introduzir cultivares mais resistentes ao patógeno.

Segundo Herbert e Marx (1990), citados por Beer (1993), a utilização de brometo de metila no solo para controle de *Fusarium* não tem sido um método econômico. Citado pelo mesmo autor, Rowe (1990) afirma que o uso de cultivar resistente tem sido a única alternativa para controle da murcha de *Fusarium*.

Cordeiro et al. (1993) testaram um método não convencional para avaliar resistência “in vitro” de bananeira expondo o meristema apical de bananeira em diferentes concentrações de cultura filtrada de FOC. Entretanto, Mendes et al. (1992) citados pelos mesmos autores, encontraram que a diferenciação varietal para resistência à murcha de *Fusarium* não foi possível em filtrados com concentrações abaixo de 3% ou acima de 6% em meio de cultura.

Lakshmanan, Selvaraj e Mohan (1987) testaram diferentes métodos de controle do mal-do-panamá, em que os resultados mostraram claramente que a aplicação de 2% de carbendazim na base da planta infectada, com auxílio de uma seringa hipodérmica e o encharcamento do solo com 0,1% de clorado methoxy etil mercúrio associado com injeção de carbendazim 2%, foram os métodos mais eficazes. Uma outra observação que os autores fizeram, é que além da ação curativa, o carbendazim estimulou o crescimento das plantas.

Um estudo realizado por Davis et al. (1994) mostrou que 0,1mM de fosfonato reduziu significativamente o crescimento de FOC da raça 4 “in vitro”, chegando a uma concentração ótima de 0,3mM do produto.

Em área onde ocorria o complexo nematóide/fusariose em bananeiras, Moreira, Lordello e Paradela Filho (1981) demonstraram efetivo controle com aplicação do nematicida Terracur 5% granulado (Fensulfothion) em plantas atacadas. A cada 6 meses, as aplicações foram realizadas após a colheita, por ocasião dos desbastes que eram feitos com o instrumento denominado “lurdinha” nos perfilhos que foram eliminados.

Segundo Beckman, Mueller e Mace (1974), a infusão fenólica dos sítios de infecção, comumente associada com bronzeamento vascular, é um passo final em um processo de localização que previne infecção sistêmica em muitas plantas resistentes à murcha.

Stover e Waite (1953) estudaram a penetração de *Fusarium* em tecidos de bananeira, confirmando que o principal meio de entrada são os ferimentos e que o patógeno é capaz de colonizar regiões maduras, uma vez que os ferimentos atinjam o sistema vascular.

Afirmam Beckman et al. (1961) que as raízes das plantas mais velhas são mais resistentes à infecção do fungo e que as cultivares resistentes são mais tolerantes que as suscetíveis.

Num estudo sobre formação de tilose em bananeira resistente inoculada com FOC, Vander Molen, Beckman e Rodehorst (1987) concluíram que a interação *Fusarium*-bananeira infectada, a deposição de camada protetora e a formação de parede de tilose são respostas independentes entre si, e que a primeira não funciona como nova camada de parede celular em desenvolvimento da tilose, ou que um processo secundário, possivelmente infusão fenólica, que ocorre durante a deposição da camada protetora, altere as propriedades desta camada e impeça a plasticidade e distensão da parede.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Beckman e Halmos (1962) afirmaram que o desenvolvimento da tilose parece ser uma resposta não-específica à infecção, desde que foi induzido quando um número de organismos de hospedeiros não-específicos ou não patogênicos foram introduzidos em vasos rupturados, mas não quando partículas estéreis forem introduzidas.

Morpurgo et al. (1994) mencionam que a atividade da peroxidase pode ser usado como um parâmetro para diferenciar clones de bananeira, entre suscetíveis e tolerantes, visto que enfatiza a necessidade de pesquisar o mecanismo fisiológico da resistência/suscetibilidade de bananeira à FOC.

Segundo Beckman e Halmos (1962), a resistência à murcha de *Fusarium* em plantas de bananeira parece ser, no mínimo inicialmente, controlada por um mecanismo altamente sensível de resposta do hospedeiro, pelo qual vasos invadidos são rapidamente fechados, antecipando-se ao avanço do patógeno. Sendo assim, três tipos de barreiras físicas seriam responsáveis pela resistência:

- 1- as placas de perfuração e vasos bloqueiam o progresso dos esporos conduzidos pelo fluxo transpiratório;
- 2- produção de gel vascular que imobilize os esporos produzidos além da barreira inicial;
- 3- formação de tilose, selando definitivamente os vasos invadidos.

Os referidos autores ainda afirmam que a resistência depende da sobreposição dos mecanismos no tempo e no espaço, ou seja, as três etapas têm que ocorrer rapidamente a atingir todos os vasos penetrados para serem efetivos no impedimento ao avanço do patógeno. Assim, o gel deve-se formar antes que se interrompa o mecanismo 1 e persistir após a re-esporulação do fungo no vaso. Paralelamente, a tilose deve obstruir os vasos antes do desaparecimento do gel e

FOC de 12 países, realizou testes, onde observou 11 VCGs e virulência específica à raça (raça 1, 2 e 4), chegando à conclusão que o FOC pode ter várias origens.

Afirmam Pegg, Moore e Sorensen (1993) que isolados de FOC podem ser caracterizados utilizando análise de VCG, produção de produtos voláteis em meio de arroz e sequenciamento de DNA baseado no método de RAPD-PCR. Os isolados da raça 1 e 2 de FOC não produzem componentes voláteis em meio de arroz, e são classificados como “inodorum”, enquanto que isolados da raça 4 produzem produtos voláteis nas mesmas condições, pertencendo ao grupo dos “odoratum”. Estudos de DNA são essenciais para complementar a relação filogenética dos métodos de análise de VCG, pois isoladamente, este não consegue relatar a biologia evolucionária.

Ploetz (1993b) afirma que a caracterização de VCG tem direcionado subsequentemente a caracterização fenotípica e genotípica de FOC, onde técnicas variadas tem sido utilizadas e ao mesmo tempo, avaliadas. A patogenicidade, continuando o autor, tem sido o mais importante atributo para os estudos.

Ploetz (1993c) questiona a grande diversidade da população de FOC na região da Ásia do que em áreas fora da gama endêmica. Provavelmente é devido a grande diversidade do hospedeiro na Ásia e também pela antiga interação entre hospedeiro e patógeno.

Segundo Pegg; Moore e Sorensen (1993) existem duas hipóteses sobre a origem do FOC. A primeira é proposta por Buddenhagen (1990), onde afirma que o patógeno envolvido com diversos hospedeiros no Sudeste da Ásia foi disseminado através de rizomas contaminados para outros países, contaminando os solos. Outra teoria foi proposta por Simmonds (1962), afirmando que o FOC envolvido com população local nos diferentes países atacou plantas hospedeiras introduzidas, criando, assim, grande variabilidade. Se a hipótese de coevolução estiver correta, o

que é mais provável, como citam os autores, a grande diversidade do patógeno está relacionada com o centro de origem do hospedeiro, particularmente se a cultura forma grupos heterogêneos de cultivares.

Matsumoto, Barbosa e Teixeira (1992) selecionaram variantes mutantes da cultivar Maçã, tolerante à toxina do *Fusarium*, após à exposição do meristema à mutagênicos químicos. O ácido fusárico foi testado como cultura filtrada, utilizando a resistência da variedade Nanicão como testemunha. As duas variedades testadas foram totalmente inibidos pelo ácido fusárico a 0,1mM e pela cultura filtrada de 20%. A cultivar Nanicão apresentou ser mais suscetível ao ácido que a cultivar Maçã, mas foi mais tolerante ao filtrado. As variantes da cultivar Maçã tolerantes ao filtrado de 10 ou 15% foram selecionados, no entanto, os resultados parecem ser bastante subjetivos para os testes em campo, quando visa-se a resistência.

Wong (1988) observou em seu trabalho três colônias diferentes produzidas quando as raças 1 e 4 de FOC foram cultivados em um meio básico contendo uma fonte apropriada de carbono e azul de bromotimol como indicador de pH, chegando à uma conclusão que esta técnica caracteriza bem as colônias e pode ser usado como um método seguro para diferenciação de raças 1 e 4 de FOC das outras espécies de *Fusarium*.

Wong, White e Wright (1988) descreveram métodos para produção de anticorpos monoclonais à FOC da raça 4, conseguindo algum sucesso através da aplicação de parede hifal fracionado dos isolados em ratos de laboratório. Estes autores ainda afirmam que através desta técnica podem conseguir em futuros trabalhos, produção satisfatória de anticorpo monoclonal para fungos patogênicos de outras raças de FOC.

1.2.4 Interrelações entre mal-do-panamá e características do solo: fatores que afetam o desenvolvimento da doença

Segundo Cordeiro (1987), no Brasil as cultivares consideradas resistentes e medianamente resistentes ao mal-do-panamá têm em determinadas áreas e ocasiões, apresentado problemas de doença, sendo logicamente mais severos nas cultivares de média resistência. Dada à irregularidade destas ocorrências acredita-se que o problema seja reflexo de deficiência e/ou desequilíbrios nutricionais aliados às más condições físicas do solo. O autor ainda comenta que as primeiras referências sobre características químicas do solo influenciando o desenvolvimento e severidade do mal-do-panamá surgiram na década de trinta e, no momento, têm sido mais intensamente consideradas.

Volk (1930), citados por Alvarez et al. (1981), afirma que o pH e cálcio exercem influência sobre o aparecimento do mal-do-panamá, sendo que o solo que apresentar pH superior a 7,5, pode ser considerado como solo supressivo.

Entretanto, a calagem do solo atualmente não tem apresentado a mesma eficiência que se observava antes, possivelmente devido à uma adaptação do fungo à meios alcalinos ou ao desenvolvimento de formas resistentes (Rodriguez e Caldas, 1973).

Algumas menções sobre influência do pH do solo sobre o desenvolvimento de FOC foram feitos por Alvarez et al. (1981) e Malburg et al. (1984), quando observaram plantas sadias em solos de pH elevado, trabalhando com cultivares resistentes e medianamente resistentes.

Igualmente Moreira (1971) conseguiu um controle do mal-do-panamá por um período de oito meses, aplicando calcário dolomítico num solo cujo pH era 4,3, onde se cultivava banana Maçã.

Alvarez et al. (1981) estudando características químicas de solos em bananeiras nas Ilhas Canárias, observaram que em solos com plantas sadias os níveis de cálcio e magnésio eram significativamente superiores àqueles verificados em solos com plantas doentes. Isto leva a concluir que o cálcio poderá ser como componente dos sais pécticos que compõe a parede celular, contribuindo para impedir a entrada de fungos parasitas das células vegetais. Beckman e Zarogian (1967) estudaram a importância do cálcio e magnésio na manifestação de resistência da bananeira ao ataque de FOC, e que está provavelmente ligada à formação de pectatos. Estes, por sua vez, são responsáveis pela proteção da pectina contra os ataques enzimáticos do fungo durante a formação do gel vascular.

Os referidos autores levam a acreditar que o cálcio pode melhorar as propriedades física e química dos solos argilosos, no sentido de melhorar a permeabilidade de água e ar. Juntamente afirmam que o elemento magnésio mantém estreita relação com cálcio, no que diz respeito à melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Embora tivesse sido verificado uma tendência de plantações sadias de bananeiras estarem localizadas em solos ricos em potássio e fósforo, as evidências são meramente ocasionais, não existindo uma comprovação científica desta hipótese (Kimati e Galli, 1980; Rishbeth e Naylor, 1957).

O teor de nitrogênio no solo pode aumentar a incidência da murcha de *Fusarium* em Gross Michel. Foi verificado em plantas que receberam muito nitrogênio e pouco potássio, o índice de murcha apresentou-se mais severo, comprovando-se que é essencial o balanço entre nitrogênio e potássio (Rishbeth e Naylor, 1957).

Alvarez et al. (1981) não observaram influência significativa das concentrações de ferro, manganês e cobre sobre a incidência do mal-do-panamá, no entanto o zinco destacou-se com

aparente efeito sobre a doença, uma vez que se encontrava em altos teores em plantações sadias analisadas. Constatou-se, também, que o teor de matéria orgânica foi superior na maioria das áreas com plantações sadias.

Gutierrez Jerez, Jacinto del Castillo e Borges Perez (1983) evidenciam grande influência que as propriedades físicas como condutividade hidráulica, instabilidade estrutural, estabilidade estrutural, índice de estrutura e macroporosidade têm sobre o aparecimento do mal-do-panamá nas Ilhas Canárias.

1.2.5 Teste de patogenicidade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (FOC)

Hwang (1985) cultivou em casa-de-vegetação plantas de bananeira em solo contendo entre 400-1200 unidade formadora de colônia de FOC/g de solo, tendo como média 600 unidade formadora de colônia/g de solo. Dois meses após à inoculação foram avaliados os sintomas nas plantas, concluindo o autor que esta parece ser uma metodologia segura de inoculação, quando se trata de teste de patogenicidade.

Hwang (1991) conduziu uma seleção de plantas resistentes ao mal-do-panamá em condições de campo, com cerca de 20.000 plantas, das quais apenas sete apresentaram resistência à doença.

Sun e Su (1984) sugeriram um método para selecionar plantas resistentes à FOC, mergulhando parte das raízes das cultivares Cavendish e Cocos em uma suspensão de 3×10^4 conídios/ml, da raça 1 e 4 do patógeno, antes do plantio. Concluíram que com este método pode-se visualizar em um mês os sintomas externos, apresentando resultados dos testes de

patogenicidade bastante semelhantes às plantas de nove meses de idade expressando sintomas naturais.

Wardlaw (1972) realizou testes de patogenicidade utilizando vasos de porcelana de 30 cm de altura, dando preferência ao uso de mudas pequenas, pelo fato de simularem melhor as condições de campo, com uma boa infecção de raízes e com os rizomas apresentando-se infectados no decorrer de três meses.

Rishbeth (1960) citado por Rodrigues (1994), chegou às seguintes conclusões sobre o teste de patogenicidade em vasos: (1) em nível de casa-de-vegetação, o uso de pequenos rebentos, em testes de patogenicidade, mostrou comportamento diferente daqueles testes em que se usavam grandes mudas em condições de campo; (2) mesmo usando pequena quantidade de inóculo, no final de três meses, o patógeno crescia o suficiente para penetrar no rizoma e coincidia que, neste período de tempo, aproximadamente 90% das radículas encontravam-se infectadas, indicando com isso, a baixa resistência da planta à infecção; (3) contraditoriamente, os testes de patogenicidade, em vasos, parece aumentar a habilidade parasítica do patógeno, uma vez que o hospedeiro mostrou baixa resistência à infecção. Por isso, parece importante realizar testes sob condições de campo, com isolados patogênicos.

Conclusões importantes podem ser tiradas para os trabalhos de patogenicidade do agente causal do mal-do-panamá (Sequeira et al., 1958, citados por Rodrigues, 1994):

- 1- A tendência corrente de descuidar-se das raízes primárias como importante “porta de entrada”, precisa ser reexaminada, quando elas são injuriadas;
- 2- O papel da injúria na infecção do FOC precisa ser considerado em todas as investigações futuras, não apenas como uma condição de penetração, mas também como uma fonte de

influência no estímulo da germinação de esporos, bem como do aumento da probabilidade de sucesso na penetração;

3- É imperativo avaliar a importância das injúrias na penetração de raízes laterais e também determinar a aplicabilidade das observações desse tipo de trabalho em bananeiras, cultivadas em diferentes circunstâncias e, principalmente, sob condições de solo.

Num último instante, Rodrigues (1994) demonstrou a possibilidade de avaliar plantas de bananeira quanto à resistência ao mal-do-panamá, lesando raízes de plantas com apenas um mês de idade. As diferenças encontradas entre plantas resistentes e as suscetíveis, quanto à manifestação da doença, foram claramente distintas.

1.2.6 Propagação rápida “in vivo” de bananeiras

As bananeiras de valor comercial são propagadas vegetativamente através de seu rizoma, do qual originam-se as mudas, que são gemas vegetativas desenvolvidas, usadas preferencialmente devido a sua facilidade de obtenção e manuseio (Dantas e Pereira, 1988).

A principal vantagem da técnica de propagação rápida, para a multiplicação vegetativa da bananeira, é que ela resulta em material propagativo livre de enfermidades e com potencial para constituir uma fonte contínua de material juvenil (Dantas, Shepherd e Alves, 1986). No entanto, este tipo de propagação, em condições de campo é seriamente limitado devido a reduzida taxa de multiplicação, chegando a produzir por cada rizoma um número de 5 a 10 novas mudas por ano (Vuylteke e de Langhe, 1984).

Martinez, Araújo e Nóbrega (1981) com intuito de produzir mudas de bananeira da variedade Maçã livres de FOC, parecem ter alcançado o propósito através da multiplicação sucessiva e exame rigoroso das plantas-mães, antes da emissão do primeiro cacho e utilização dos perfilhos como mudas.

Num trabalho realizado por Maldonado (1990), extraindo plantas a partir de uma touceira, as quais tiveram seus rizomas retalhados em pedaços contendo pelo menos uma gema que originou uma nova muda, foram levadas diretamente para o campo quando seu peso foi inferior a 1kg, conseguiu por esse método produzir 30 mudas de cultivar Mysore, num período de 15 meses.

Silva (1992) observou um alongamento do período que vai do tratamento dos brotos à retirada de mudas, para tratamentos que levaram aplicação de 6-benzilaminopurina (BAP) nos brotos descapados dos rizomas. Constatou também que a utilização de pedaços de rizoma mostrou-se viável pela eficiência em termos de sanidade, fácil manuseio e vida útil com média de 356,87 dias.

No entanto, Menegucci (1993) verificou que nas dosagens de 0, 10 e 20ppm de BAP não houve diferença significativa sobre a produção de brotações, mas os tamanhos dos rizomas afetaram a produção de mudas, sendo as maiores de 20cm, os mais precoces.

Através do descapamento dos brotos laterais com 6 a 7cm de diâmetro na base, de rizomas da cultivar Grand Naine, Arias (1987) conseguiu obter uma média de 6,3 mudas adventícias por broto tratado, o que resultou em média 29 mudas adventícias por rizoma.

Rizomas maiores apresentam maior número de gemas, o que pode resultar numa produção superior de brotos (Dantas et al., 1986 e Menegucci, 1993).

É importante salientar que nem todos os brotos chegam a produzir mudas, mesmo tratados adequadamente. Dantas et al. (1986) comprovaram este fato em rizomas de cultivar Prata Anã, sendo que apenas 30% do total de brotos concluíram seu crescimento.

Com intuito de forçar e obter maior número de mudas adventícias por rizoma, Menendez e Loor (1979) estudaram vários tipos de lesões em gemas laterais da cultivar Giant Cavendish, obtendo mais de 70 mudas por rizoma, num período de 60 dias. A técnica utilizada foi de ferimento em cruz a 0,5cm de profundidade na gema lateral.

Navarre (1957) obteve em seu trabalho 187 plântulas através da formação de “calos” de um único rizoma, enquanto que Hamilton (1965), a partir de ferimentos provocados nas gemas laterais dos rizomas obteve 150 plântulas por rizoma em 5 a 7 meses, em condições de casa-de-vegetação.

Martinez, Yamashiro e Ferreira (1986) avaliaram em cultivar Maçã o aproveitamento de todas as gemas emergidas do rizoma, inclusive seu rápido desenvolvimento, utilizando a metodologia de Hamilton (1965), eliminando a gema principal e proporcionando o desenvolvimento das adventícias. Utilizando esta mesma técnica, mas com algumas modificações, Dantas, Shepherd e Alves (1986) obtiveram em suas pesquisas uma produção de 72,8 brotos/rizoma da cultivar Grand Naine, sendo a de maior eficiência, e apenas 2 brotos/rizoma na Prata Anã, o qual apresentou ser o menor número.

Afirmam Dantas, Shepherd e Alves (1986) que às vezes se faz necessário retratamento de algumas gemas apicais ou laterais, não atingidas ou não eliminadas durante os tratamentos iniciais. Outro problema relaciona-se à regeneração das bainhas, principalmente na fase do calo, o que dificulta a emissão de novos brotos. A remoção periódica das bainhas regeneradas é capaz de contornar esta situação, facilitando a emissão dos brotos em desenvolvimento.

Fatores como temperatura, umidade e tamanho de rizoma influem diretamente no desenvolvimento de plântulas de bananeira (Tulman Neto et al., 1989), ou seja, restrições térmicas aliada ao déficit hídrico reduzem o desenvolvimento das mesmas (Brunini, 1984).

Atualmente tem-se procurado obter mudas de bananeira em quantidade e qualidade superiores, através de técnicas adequadas de propagação rápida “in vivo”, com estudos voltados para obtenção de plântulas livres de *Fusarium*.

1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, C.E.; GARCIA, V.; ROBLES, J.; DIAZ, A. Influence des caractéristiques du sol sur l'incidence de la Maladie de Panamá. **Fruits**, Paris, v.36, n.2, p.71-78, fev.1981.
- ARIAS, M.E.M. Sistema de propagacion rapida da banana (Musa AAA), método alterno el convencional y el de cultivo de tejidos. **Asbana**, São José, v.11, n.28, p.12-15, 1987.
- BECKMAN, C.H.; HALMOS, S. Relation of vascular occluding reactions in banana roots to pathogenicity of root invading fungi. **Phytopathology**, St. Paul, v.52, p.893-897, 1962.
- BECKMAN, C.H.; MACE, M.E.; HALMOS, S.; McGAHAN, M.W. Physical barriers associated with resistance in *Fusarium* wilt of bananas. **Phytopathology**, St. Paul, v.51, n.8, p.507-517, Aug. 1961.
- BECKMAN, C.H.; MUELLER, W.C.; MACE, M.E. The stabilization of artificial and natural cell wall membranes by phenolic infusion and its relation to wilt disease resistance. **Phytopathology**, St. Paul, v.64, n.9, p.1214-1220, Set.1974.
- BECKMAN, C.H.; ZAROOGIAN, G.E. Origen and composition of vascular gel in infected banana root. **Phytopathology**, St. Paul, v.57, n.1, p.11-13, 1967.
- BEER, Z.C. de. Breeding for resistance to *Fusarium* wilt in South Africa. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT DEVELOPMENTS IN BANANA CULTIVATION TECHNOLOGY, Chiuju, 1992. **Proceedings...** Los Baños: INIBAP/ASPNET, 1993. p.75-83.
- BRAKE, V.M.; PEGG, K.G.; IRWIN, J.A.G.; LANGDON, P.W. Vegetative compatibility groups within Australian population of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, the cause of *Fusarium* wilt of bananas. **Australian Journal Agricultural Research**, Austrália, v.41, p.863-870, 1990.
- BRUNINI, O. Exigências climáticas e aptidão agroclimática da bananicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1, Jaboticabal, 1984, **Anais...** Jaboticabal: FCAJ, 1984. p.99-117.
- BUDDENHAGEN, I.W. Banana breeding and *Fusarium* wilt. In: PLOETZ, R.C. (ed.) ***Fusarium* wilt of banana**, St. Paul: APS Press, 1990. p.107-113.

- CORDEIRO, Z.J.M. O mal-do-panamá e suas relações com características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.9, n.2, p.67-72, 1987.
- CORDEIRO, Z.J.M.; SHEPHERD, K.; SOARES FILHO, W.S.; DANTAS, J.L.L. Avaliação de resistência ao mal-do-panamá em híbridos tetraplóides de bananeira. **Fitopatologia Brasileira**, Cruz das Almas, v.18, n.4, p.478-483, dez.1993.
- DANTAS, J.L.L.; PEREIRA, G.A.G. Propagação da bananeira "in vivo". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.10, n.1, p.53-63, 1988.
- DANTAS, J.L.L.; SHEPHERD, K; ALVES, E.J. Propagação rápida da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.133, p.33-38, jan.1986.
- DAVIS, A.J.; SAY, M.; SNOW, A.J.; GRANT, B.R. Sensitivity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* to phosphonate. **Plant pathology**, England, v.43, n.1, p.200-205, Feb.1994.
- DE LANGHE, E.A. Summary of discussions and recommendatios. In: PERSLEY, G.J.; DE LANGHE, E.A. **Bananas and plantains breeding strategies**. Camberra: ACIAR, 1986. p.9-17 (ACIAR proceedings, 21).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Quarterly bulletin of statistics**, Rome, 1993, p.166.
- GUTIERREZ JEREZ, F.; JACINTO DEL CASTILLO, I.T.; BORGES PEREZ, A. Estudio sobre el mal de panama en las Islas Canarias. I. Características físicas y químicas de los suelos y su relación con aparición de la enfermedad. **Fruits**, Paris, v.38, n.10, p.677-682, Oct.1983.
- HAMILTON, K.S. Reproduction of banana from adventicius buds. **Tropical Agriculture**, England, v.42, n.1, p.71-73, 1965.
- HWANG, S.C. Somaclonal resistance in Cavendish banana to *Fusarium* wilt. In: VALMAYOR, R.V. **Banana diseases in Asia and the Pacific**. s.1, INIBAP, 1991. p.124-134.
- HWANG, S.C. **Mass screen for fusarial wilt resistance using banana plantlete from meristem culture**. s.n.t., 1985. (*Fusarium* Notes, 4-3).
- HWANG, S. C.; CHAO, C.P. GCTCV-215-1: A promissing Cavendish clone resistant to race 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT DEVELOPMENTS IN BANANA CULTIVATION TECHNOLOGY, Chiuju, 1992. **Proceedings ...** Los Baños: INIBAP/ ASPNET, 1993. p.62-74.
- KIMATI, H.; GALLI, F. Doenças da bananeira *Musa* spp. In: GALLI, F. et al. **Manual de fitopatologia**. Doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v.2, p.87-101.

- KISTLER, H.C.; MOMOL, E.A.; BENNY, U. Repetitive genomic sequences for determining relatedness among strains of *Fusarium oxysporum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, n.3, p.331-336, Mar.1991.
- LAKSHMANAN, P.; SELVARAJ, P.; MOHAN,S. Efficacy of different methods for the control of Panama disease. **Tropical Pest Management**, London, v.33, n.4,p.373-376, Oct.1987.
- MALDONADO,F.M. Como obter boa muda de banana "Mysore". **Manchete Rural**, v.4, n.41, p.8-9, 1990.
- MALBURG, J.L.; LICHTEMBERG, L.A.; ANJOS, J.T.dos; UBERT, A.A.A. Levantamento do estado nutricional de bananeiras Catarinenses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, Florianópolis, 1984. **Anais...** Florianópolis, SBF, 1984. v.1, p.256-275.
- MARTINEZ, J.A. **Curso de especialização em fruticultura: Cultura da bananeira**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco/ MEC, 1977. 86p.
- MARTINEZ, J.A.; ARAÚJO, J.B.M.; NOBREGA, N.R. Estudos para produção de mudas da bananeira variedade Maçã livres do patógeno causador do "Mal-do-Panamá".In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, Recife, 1981. **Anais...** Recife: SBF, 1981. v.1, p.280-286.
- MARTINEZ, J. A.; YAMASHIRO, T.; FERREIRA, F.R. Avaliação de técnicas de multiplicação de mudas de bananeira, visando à sua comercialização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, Brasília, 1986. **Anais...** Brasília, EMBRAPA, DDT/ CNPq- 1986. v.1, p.77-81.
- MATSUMOTO, K.; BARBOSA, M.L.; TEIXEIRA, J.B. "In vitro"selection for tolerance to toxin of *Fusarium* wilt of banana. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v.28, 1992.
- MEDINA, J.C. Banana: In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas, 1990. p.1-131 (Série Frutas Tropicais, 3).
- MENEGUCCI, J.L.P. **Propagação "in vivo" da bananeira "Prata": efeito de diâmetros de rizoma e doses de 6-benzilaminopurina**. Lavras: ESAL, 1993. 54p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- MENENDEZ, T.; LOOR, F.H. Recent advances in vegetative propagation and their application to banana breeding. In: REUNION DA ACORBAT, 4, Panamá, 1979. **Anais...** Panamá: UPEP, 1979, p.211-222.
- MOREIRA,R.S.; LORDELLO, R.R.A.; PARADELA FILHO, O. Observações sobre o controle de namatóides e fusariose em bananeiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, Recife, 1981. **Anais...** Recife: SBF, 1981. v.4, p.1350-1356.

- MORPURGO, R.; LOPATO, S.V.; AFZA, R.; NOVAK, F.J. Selection parameters for *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* race 1 and 4 on diploid banana (*Musa acuminata* Colla). **Euphytica**, Wageningen, v.75, n.1-2, p.121-129, Jan.1994.
- NAVARRE, E. Multiplication de musa e feuilles rouges. **Revue Horticole**, França, v.129, p.712-757, 1957.
- PEGG, K.G.; MOORE, N.Y.; SORENSEN, S. *Fusarium* wilt in the Asian Pacific Region. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT DEVELOPMENTS IN BANANA CULTIVATION TECHNOLOGY, Chiuju, 1992. **Proceedings...** Los Baños: INIBAP/ ASPNET, 1993. p. 255-269.
- PLOETZ, R.C. Variability in *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense*. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v.68, p.1357-1363. Jun.1990.
- PLOETZ, R.C. Origins and relatedness of races and vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 26, Aracajú, 1993. **Anais...** Aracajú: SBF, 1993a. v.18, p.
- PLOETZ, R.C. A brief introduction to studies on variability in *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT DEVELOPMENTS IN BANANA CULTIVATION TECHNOLOGY, Chiuju, 1992. **Proceedings...** Los Baños: INIBAP/ASPNET, 1993b. p.214-219.
- PLOETZ, R.C. Variability in populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* from Africa and the Americas. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT DEVELOPMENTS IN BANANA CULTIVATION TECHNOLOGY, Chiuju, 1992. **Proceedings...** Los Baños: INIBAP/ ASPNET, 1993c. p.220-239.
- PLOETZ, R.C.; CORRELL, J.C. Vegetative compatibility among races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense*. **Plant Disease**, St. Paul, v.72, p.325-328, 1988.
- RODRIGUES, E.J.R. **Micropropagação da bananeira e avaliação de métodos de inoculação de *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *ubense* (E.F. Smith) Snyd. & Hans.** Viçosa: UFV, 1994. 54p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- RODRIGUEZ, A.C.B.; CALDAS, E.F. Enfermedad de Panama. **Anales de Edafologia y Agrobiologia**, Madrid, v.32, p.233-259, 1973.
- RISHBETH, J. e NAYLOR, A.G. *Fusarium* wilt of banana in Jamaica. II. Some aspects of host-parasite relationships. **Annals of Botany**, New York v.21, n.82, p.215-245, 1957.
- SILVA, M. **Utilização de 6-benzilaminopurina (BAP), na propagação rápida "in vivo" da bananeira, cultivar Mysore.** Lavras, ESAL, 1992. 49p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).

- SMITH, M.K.; HAMILL, S.D.; THOMAS, J.E.; PEGG, K.G.; PETERSON, R.A. The role of issue culture in banana disease research: an Australian perspective. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT DEVELOPMENTS IN BANANA CULTIVATION TECHNOLOGY, Chiuju, 1992. **Proceedings...** Los Baños: INIBAP/ ASPNET, 1993. p.148-161.
- SIMMONDS, N.W. **Bananas**. Londres> s.ed, 1959. 466p.
- SORENSEN, S.; DALE, J.L.; PEGG, K.G. RAPD-PCR analysis of genetic variation within Australian populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT DEVELOPMENTS IN BANANA CULTIVATION TECHNOLOGY, Chiuju, 1992. **Proceedings...** Los Baños: INIBAP/ ASPNET, 1993. p.285-295.
- STOVER, R.H. Fungus diseases of the root, corm and pseudostem. In: STOVER, R.H. **Banana plantain and abaca diseases**, England: Commonwealth Agr. Bureaux, 1972. p.167-188.
- STOVER, R.H.; WAITE, B.H. An improved method of isolating *Fusarium* spp from plant tissue. **Phytopathology**, St. Paul, v.43, n.12, p.700-701, Dec.1953.
- SUN, E.J.; SU, H.J. Rapid method for determining differential patogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense* using banana plantlets. **Tropical Agriculture**, England, v.61, n.1, p.7-8, Jan.1984.
- TULMAN NETO, A.; DOMINGUES, E.T.; MENDES, B.M.J.; ANDO, A. Metodologia in vivo visando indução de mutações no melhoramento da bananeira "Maçã". **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.4, p.871-879, dez.1989.
- VANDER MOLEN, G.E.; BECKMAN, C.H.; RODEHORST, E. The ultrastructure of tylose formation in resistant banana following inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.31, p.185-200, 1987.
- VUYLTEKE, D.; DE LANGHE, E. Feasibility of "in vitro" propagation of bananas and plantains. **Tropical Agriculture**, England, v.62, n.4, p.323-328, Oct.1985.
- WARDLAW, C.W. Panama disease. In: WARDLAW,C.W. **Banana disease including plantains and abaca**. 2 ed. Londres: Logman, 1972. Cap.7-8, p.188-276.
- WONG, W.C. A differential medium for the identification of races 1 and 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense*. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v.6, n.3, p.51-54, Mar.1988.
- WONG, W.C.; WHITE, M.; WRIGHT, I.G. Production of monoclonal antibodies to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense* race 4. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v.6, n.3, p.39-42, Mar.1988.

CAPÍTULO 2

**EFEITO PREVENTIVO DO FUNGICIDA BENOMYL NA TRANSMISSIBILIDADE DE
FUSARIUM OXYSPOURUM SCHLECHT. F. SP. *CUBENSE* (E.F. SMITH) SNYD. &
HANS. EM CULTIVARES DE *MUSA* SP.**

RESUMO

SAITO, Gina Mayumi. Efeito preventivo do fungicida Benomyl na transmissibilidade de *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *ubense* (E.F. Smith) Snyder & Hans. em cultivares de *Musa* sp. Lavras, UFLA, 1996. 84p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade)*.

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito preventivo do fungicida Benomyl no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* inoculado em bananeiras Prata Anã e Prata Comum, aos seis e sete meses de idade, no município de Lavras, Minas Gerais. Foram utilizadas plântulas provenientes de cultura de tecidos, cultivadas em sacolas para aclimatação e desenvolvimento. Após completar seis meses de idade metade do lote de mudas recebeu os tratamentos: aplicação de Benomyl e sete dias após inoculação com o patógeno cultivado em meio de arroz/areia/água. Ao completar um mês, as mudas foram transferidas para o campo. A mesma metodologia foi aplicada para outra metade do lote de mudas, trinta dias após. O experimento, portanto, foi instalado em esquema fatorial (2x3x2), em delineamento blocos casualizados, sendo duas cultivares de bananeira, três épocas de inoculação (aos seis meses de idade, aos sete meses e sem inoculação) e duas aplicações de fungicida (com e sem aplicação preventiva). Totalizou-se quarenta e oito parcelas, cada uma com seis mudas. O arranquio e a avaliação das mudas foram realizados numa mesma etapa, e verificou-se além do diâmetro dos rizomas a extensão dos sintomas causados pelo *Fusarium* no pseudocaule e rizomas. Durante a condução não foi observado nenhum sintoma aparente da doença nas plantas. Os sintomas também não estavam presentes na extensão dos pseudocaulos avaliados. Os tratamentos não influenciaram o tamanho de diâmetro de rizoma da cultivar Prata Anã e o menor desenvolvimento na Prata Comum ocorreu quando recebeu inoculação do fungo aos sete meses de idade sem prévia aplicação do fungicida. Quanto a extensão dos sintomas nos rizomas, a Prata Anã foi a cultivar que apresentou menores extensões, tendo 4,17% de plantas como a menor frequência numa extensão de 50-70% do rizoma. Mudas inoculadas aos 6 meses de idade e tratadas previamente com fungicida também obtiveram menores percentagens de necrose nos rizomas, tendo como 6,25% a menor ocorrência.

* Orientador: Mário Sobral de Abreu. Membros da Banca: Ricardo Magela de Souza e Carlos Ramirez de Rezende e Silva.

ABSTRACT

PREVENTIVE EFFECT OF BENOMYL FUNGICIDE IN TRANSMISSIBILITY OF *FUSARIUM OXYSPORUM* SCHLECHT. F. SP. *CUBENSE* (E.F. SMITH) SNYD. & HANS. IN *MUSA* SP. CULTIVARS.

This work was carried out with the objective of evaluating the preventive effect of Benomyl in controlling *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* inoculated in Prata Anã and Prata Comum bananas at six and seven months of age, in Lavras, Minas Gerais. The seedlings from tissue culture were planted in bags to complete their development. After six months of age, half of the seedlings were treated with Benomyl and seven days after inoculated with the pathogen cultured in rice/sand/water medium. A month later, the seedlings were transferred to the experimental field to complete their development. The same methodology was applied to the other half of the seedlings, with an interval of 30 days. The experiment was set up using a randomized complete block design, following a 2x3x2 factorial scheme, being two cultivars of banana tree, three periods of inoculation (six and seven months of age, and without inoculation), two applications of fungicide (with and without preventive application. Each plot had six seedlings. The rooting up and the evaluation of the seedlings were performed in the same period, the diameter of the rhizomes of the cultivars tested were measured beyond the extension of the symptoms caused by *Fusarium* in the pseudostem and in the rhizomes. No apparent symptom of the disease was observed in the plants and in the pseudostem evaluated during the conduction of the experiment in the field. Treatments did not affect significantly the diameter of the rhizome of cultivar Prata Anã. The lowest development of cultivar Prata Comum occurred when it received the fungus inoculation, seven months of age without application of fungicide. The cultivar Prata Anã showed less symptoms in the rhizomes. The seedlings inoculated after 6 months of age and the preventive use of the fungicide obtained the lowest percentage of necrosis in the rhizome of the cultivars evaluated.

2.1 INTRODUÇÃO

A bananicultura de Minas Gerais vem sendo cada vez mais ampliada, fato devido possivelmente à expectativa de exportação da banana e de seus produtos no mercado do Cone Sul, e também por ser uma alternativa para produtores de café por possibilitar rendimentos periódicos. Os novos pomares, na maioria dos casos tem sido assentados com base em baixa tecnologia, inclusive, no que diz respeito ao material de propagação utilizado, fatos mencionados por Menegucci (1993) e Marciani-Bendezú (1989).

No Brasil não se conhece o papel de viveiristas credenciados, para produção de mudas de bananeira. Desta forma, a expansão tem sido realizada obtendo-se mudas diretamente de bananais decadentes, pondo em risco a sanidade da cultura. Associada às mudas, pode ocorrer a disseminação do Mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*), do moko (*Pseudomonas solanacearum*), da broca da bananeira (*Cosmopolites sordidus*) e do nematóide cavernícola (*Rhadopholus similis*) (Seabra Filho, 1994).

O Mal do Panamá é considerado a principal doença dessa cultura, sendo que o ataque em cultivares suscetíveis, geralmente começa em reboleiras e alastra-se rapidamente por toda a plantação, podendo em dois ou três meses destruir vários hectares, culminando sempre com a morte de todo o bananal (Moreira, 1987).

O uso de cultivares resistentes é o único meio de controle eficaz e econômico para a doença. Assim, após 1961, vários países produtores de banana optaram pela substituição das

cultivares suscetíveis por cultivares do subgrupo Cavendish (AAA), até então resistentes (Stover, 1986).

Com o aparecimento da raça 4 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, quebrando a resistência das cultivares do subgrupo Cavendish, a cultura da bananeira é, novamente ameaçada, pois os clones melhorados de banana não apresentam resistência à nova raça do patógeno, que vem dizimando grandes áreas da cultura em Taiwan, Austrália e África do Sul (De Langhe, 1986).

A propagação da bananeira se dá normalmente por via vegetativa, através de mudas, que se constituem em partes dessa planta, providas de uma ou mais gemas vegetativas e cujo desenvolvimento forma uma nova bananeira, que normalmente são utilizadas pelos agricultores. A bananeira apresenta essa tendência natural de produzir grande quantidade de mudas adventícias, através de tecidos lesionados de gemas laterais, fato que inspirou o aparecimento da técnica de multiplicação denominada de propagação acelerada “in vivo”, que é intermediária entre a produção de mudas em regime de campo e a propagação “in vitro” em laboratórios. Essa técnica tem-se mostrado bastante eficaz na produção do material propagativo, livre de enfermidades e com potencial para constituir uma fonte contínua de material juvenil, como afirmam Silva (1992) e Godinho (1991).

A presente demanda de material de plantio em grande quantidade e de boa qualidade, tem estimulado o interesse de se multiplicarem, clones promissores pelo uso de técnicas adequadas de propagação rápida. No entanto, poucos são os estudos realizados nesse sentido com o gênero *Musa*, apesar de sua grande importância econômica (Caldas, 1983).

O presente trabalho tem como objetivo verificar o efeito preventivo do fungicida Benomyl no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* inoculado em bananeiras (*Musa* sp.)

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Fontes de explantes de bananeira

O presente trabalho foi realizado de dezembro de 1994 a janeiro de 1996 na Universidade Federal de Lavras, no Departamento de Fitossanidade e no Setor de Olericultura do Departamento de Agricultura.

Foram utilizados no experimento, explantes obtidos de bananeiras das cultivares Prata Comum e Prata Anã, pertencentes ao grupo AAB (Subgrupo Prata), oriundos de cultura de tecidos. Para cada cultivar utilizaram-se 144 explantes, totalizando 288 explantes para o ensaio.

2.2.2 Aclimação dos explantes de bananeira

Os explantes com 15 dias de idade permaneceram por 20 dias nas próprias bandejas de isopor, em casa-de-vegetação. Ao atingirem altura de 13 cm, as mudas foram transplantadas para sacolas plásticas com capacidade de 4 litros, contendo substrato na proporção, de 20% de composto orgânico, 20% de areia e 60% de solo coletado em cortes de estrada, além de 1200g de P_2O_5 e 500g de K_2O/m^3 à mistura. Antes do transplante o substrato foi fumigado com brometo de metila.

Em seguida as mudas foram aclimatadas durante 90 dias, sendo a metade do tempo em casa-de-vegetação e o restante ao ar livre, sem sombrite. Em ambas as fases as mudas receberam regas constantes.

2.2.3 Isolamento e patogenicidade de *Fusarium oxysporum* f. sp *cubense*

Foram testados 5 isolados para este trabalho. O isolado G-01 foi obtido de pseudocaule da cultivar Maçã, proveniente do pomar da UFLA. Os demais isolados G-02, G-08, G-30 e M-26 foram obtidos da micoteca do Departamento de Fitossanidade da UFLA.

Inicialmente os isolados foram multiplicados em meio BDA, e posteriormente cultivados em recipientes de vidro de boca larga com capacidade de 500g contendo meio de arroz/areia/água na proporção de 4:2:1 (método modificado de Rodrigues, 1994).

Os recipientes foram preenchidos até a metade de sua capacidade e vedados com 4 lâminas de papel celofane transparente. Após a autoclavagem por 1 hora a 120°C, o substrato apresentou-se satisfatoriamente solto e úmido. Em câmara de fluxo laminar, foram colocado em cada recipiente 6 discos de 10mm de diâmetro de meio BDA colonizado pelo patógeno. Foram utilizadas 4 repetições, sendo cada uma constituída por um recipiente. Após a repicagem, os recipientes foram acondicionados em câmara de cultivo, onde permaneceram por 10 dias a 22±2 °C em regime de luz alternada (12h luz/ 12h escuro). A cada 48 horas os recipientes foram agitados manualmente com intuito de oferecer um crescimento mais uniforme. Cada isolado foi cultivado em quantidade suficiente para inoculação em 4 mudas de bananeira, sendo duas de cada cultivar.

Para inoculação das cultivares Prata Anã e Prata Comum foram utilizadas cinquenta gramas/planta do substrato cultivado pelo fungo aplicados a 7cm de profundidade com auxílio de um trado de base dentada de 3,5 cm de diâmetro. O inóculo foi distribuído radialmente em três pontos no vaso, bem próximo à base da planta; a seguir foram dispostas em casa-de-vegetação, procedendo-se um monitoramento e regas constantes.

Vinte dias após a inoculação as mudas foram retiradas das sacolas sendo eliminada parte aérea, bem como a maior parte das raízes, de modo a se obter uma maior facilidade de visualização dos sintomas.

A avaliação foi realizada observando-se a extensão dos sintomas nos pseudocauls, rizomas e raízes de plantas inoculadas. O isolado G-02 apresentou maior agressividade, com maior área de descoloração dos rizomas e raízes. Portanto, este isolado foi usado para o ensaio.

Paralelamente realizou-se o isolamento, através do plaqueamento em meio BDA de partes de tecidos das mudas inoculadas com o isolado G-02. O isolamento confirmou a presença do fungo em questão.

2.2.4 Análise de solo, topografia, pluviosidade e temperatura

Antes de implantar o experimento, algumas observações quanto às condições de campo foram feitas. O Quadro 1 representa a análise de solo realizada do local da implantação do experimento. De acordo com os resultados, a adubação com superfosfato simples foi feita em três etapas com intervalos de 30 dias.

O solo da área experimental (Setor de Olericultura da UFLA) apresentou baixa fertilidade, com textura argilosa e alto teor de matéria orgânica numa profundidade de 0-20 cm e textura muito argilosa com médio teor de matéria orgânica na profundidade 30-50 cm. Apenas os micronutrientes apresentaram-se em quantidades razoáveis.

QUADRO 1. Análise de fertilidade do solo da área experimental do Setor de Olericultura da UFLA, onde foi instalado o experimento, UFLA, Lavras-MG, 1995.

| Amostra | 1/0-20 cm | 2/30-50 cm |
|-------------------|------------------|-------------------|
| Cultura | Banana | Banana |
| pH em água | 4.9 AcE | 4.8 AcE |
| P (ppm) | 7 B | 2 B |
| K (ppm) | 47 M | 14 B |
| Ca (meq/100 cc) | 1.0 B | 0.7 B |
| Mg (meq/100 cc) | 0.3 B | 0.2 B |
| Al (meq/100 cc) | 0.4 M | 0.3 B |
| H+Al (meq/100 cc) | 6.3 A | 6.3 A |
| S (meq/100 cc) | 1.4 B | 0.9 B |
| t (meq/100 cc) | 1.8 B | 1.2 B |
| T (meq/100 cc) | 7.7 M | 7.2 M |
| m (%) | 22 M | 24 M |
| V (%) | 18 MB | 13 MB |
| Carbono (%) | 2.1 A | 1.5 M |
| Mat. org. (%) | 3.7 A | 2.6 M |
| Areia (%) | 26 | 18 |
| Limo (%) | 22 | 18 |
| Argila (%) | 52 | 64 |
| Zinco (ppm) | 1.30 | 0.10 |
| Cobre (ppm) | 2.90 | 2.70 |
| Ferro (ppm) | 57.60 | 27.60 |
| Manganês (ppm) | 3.80 | 1.60 |

S = soma de bases trocáveis
 m = saturação de Al da CTC efetiva
 AcE = acidez elevada
 AIF = alcalinidade fraca
 MB = muito baixo
 B = baixo
 V = Saturação de bases da CTC a pH 7
 T = CTC a pH 7

AcM = acidez média
 AIE = Alcalinidade elevada
 M = médio
 A = alto
 t = CTC efetiva
 AcF = acidez fraca
 N = neutro
 MA = muito alto

O terreno apresenta topografia levemente inclinada, mas totalmente mecanizável. Situa-se a 918 m de altitude, com temperaturas médias anuais de 18 e 21°C, pluviosidade média anual de 1100 e 2000 mm com 7 meses de estação chuvosa.

2.2.5 Instalação do experimento

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x3x2 com 4 repetições, totalizando 48 parcelas, cada uma constituída de 6 plantas (sendo 2 plantas de bordadura), resultando um total de 288 plantas.

Os tratamentos testados foram as duas cultivares de bananeira (Prata Anã e Prata Comum); duas épocas de inoculação do isolado G-02 (inoculação aos seis e sete meses de idade) com intervalo de 30 dias e tratamento sem inoculação; aplicação preventiva e sem aplicação do fungicida Benomyl.

O espaçamento adotado na linha foi de 1 m/planta e 4 m entre linhas.

Foram aplicados 400ml de suspensão (contendo 1,2g de Benomyl) por planta, sete dias antes da inoculação com o fungo.

2.2.6 Inoculação das mudas de bananeira com FOC aos seis e sete meses de idade

Mudas de bananeira das cultivares Prata Anã e Prata Comum foram inoculadas com isolado G-02 de FOC cultivado em substrato de arroz, areia e água. Optou-se por inocular 100g

de substrato colonizado pelo fungo/ planta, com intuito de se aumentar a margem de segurança e sucesso nas inoculações. Metade das mudas foram inoculadas aos seis meses de idade e o restante aos sete meses.

Um dos tratamentos constituiu-se na aplicação do Benomyl sete dias antes de realizar a inoculação. A sequência é representada pela Figura 1.

Antes da inoculação, efetuou-se a estimativa da concentração de esporos do substrato colonizado. Para tanto, 1g do inóculo foi colocado em um Erlenmeyer contendo 10ml de água destilada, e agitado manualmente por cinco minutos. Em seguida, uma gota da suspensão foi retirada para contagem dos esporos em câmara de Newbauer. A média de macro e micro conídios encontrada foi de $4,875 \times 10^6$ esporos/ml.

Feita a inoculação, as mudas permaneceram em sacolas por mais um mês, a céu aberto, recebendo regas constantes, até o momento de serem levadas para o campo. Concluído esse período, as mudas que receberam a inoculação aos 6 meses de idade e as testemunhas foram plantadas em covas individuais de 0,5x 0,5x 0,5 m, onde foi colocado 80g de nitrocálcio, 200g de superfosfato simples e 20g de KCl/cova no momento do plantio. Nos dois meses seguintes, repetiu-se a aplicação dos adubos, com intervalos de 30 dias.

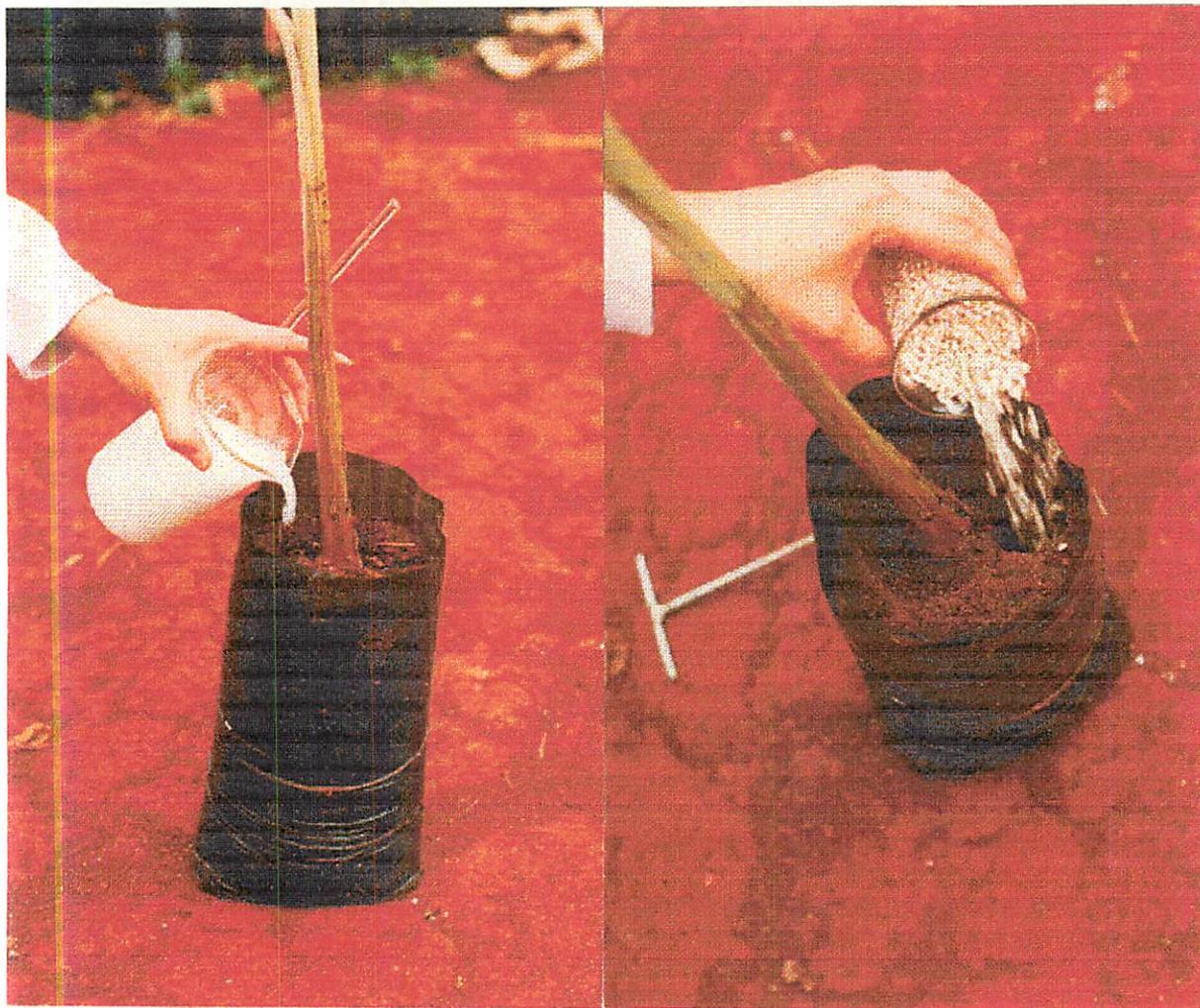


FIGURA 1. Aplicação de Benomyl e inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em mudas de bananeira, junho/1995, UFLA, Lavras-MG.

2.2.7 Retirada das mudas do campo

A retirada das mudas do campo, inoculadas aos seis e sete meses de idade, foi realizada na mesma época, ou seja, aos seis e cinco meses após seu plantio no campo, respectivamente. Foram sorteadas duas plantas por parcela, totalizando 96 plantas. As plantas sorteadas foram arrancadas do solo com auxílio de enxadeta, com devido cuidado para não lesionar os tecidos. O arranquio e avaliação das plantas iniciaram-se com as testemunhas, a fim de evitar posteriores contaminações do material. Em seguida, retirou-se o excesso de solo aderido à planta e imediatamente iniciaram-se as avaliações.

Neste experimento avaliou-se a extensão da necrose interna do pseudocaule (Escala 1) das plantas de bananeira, causadas por FOC, ao longo da altura da planta e também, a extensão dos sintomas externos nos rizomas (Escala 2).

Para análise visual da extensão da necrose interna dos pseudocaules, foi realizado um corte longitudinal de cada pseudocaule avaliado, desde a junção das folhas até a base do rizoma, com auxílio de uma lâmina cortante. A escala de notas seguiu conforme escala abaixo.

Escala 1 - Análise visual da extensão da necrose interna do pseudocaule em mudas inoculadas aos seis e sete meses de idade.

| | |
|---|---|
| -Sem descoloração do pseudocaule..... | 0 |
| -Descoloração do pseudocaule de 0-10 cm de altura..... | 1 |
| -Descoloração do pseudocaule de 10-20 cm de altura..... | 2 |
| -Descoloração do pseudocaule de 20-30 cm de altura..... | 3 |
| -Descoloração do pseudocaule de 30-40 cm de altura..... | 4 |
| -Descoloração do pseudocaule de 40-50 cm de altura..... | 5 |

Após a avaliação e eliminação da parte aérea da planta, os rizomas foram limpos; eliminando as raízes com auxílio de uma lâmina cortante e lavados em água de torneira para retirar o solo. Os rizomas foram avaliados apenas externamente quanto à presença de sintomas causados pelo FOC, sem fazer corte transversal e nem longitudinal. A escala de nota para avaliação seguiu conforme a Escala 2.

Escala 2 - Análise visual da extensão dos sintomas externos nos rizomas em mudas inoculadas aos seis e sete meses de idade.

- Rizoma totalmente claro.....1
- Pontos de infecção isolado ou até 25%.....2
- De 25 a 50% do rizoma com infecção.....3
- De 50 a 75% do rizoma com infecção.....4
- Mais de 75% do rizoma com infecção.....5

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Efeito da época de inoculação e aplicação do fungicida Benomyl sobre desenvolvimento dos rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum

A análise de variância apresentou efeito significativo entre os tratamentos (Quadro 1A). As duas cultivares de Prata possuem características comerciais bastante semelhantes, diferindo apenas na altura (porte) da planta. Ambas são consideradas suscetíveis ao patógeno FOC e utilizadas até como testemunhas em programas de melhoramento visando resistência ao Mal-do-Panamá (Cordeiro, Shepherd e Dantas, 1993).

No campo, 6 meses após o plantio não se observou nenhuma planta com sintoma aparente de murcha de *Fusarium*, ou seja, os tratamentos não influenciaram na ocorrência do sintoma dentro desse prazo. No entanto, Rodrigues (1994) verificou aparecimento de murcha em cultivares Maçã, Prata e Nanica, com zero e trinta dias de idade, quando inoculadas pelo método de infestação de solo, verificando a maior agressividade dos patógenos através da inoculação via imersão de mudas na suspensão de inóculo. Num outro trabalho realizado por Sun e Su (1984), os autores conseguiram determinar um método rápido para diferenciação de patogenicidade de FOC, onde plântulas de bananeira apresentavam amarelecimento duas semanas após a inoculação, e murcha após quatro semanas, quando utilizado o método de inoculação via suspensão de esporos.

Os resultados mostraram que a Prata Anã obteve tamanhos de rizomas semelhantes entre si quando não inoculado e inoculados aos 6 e 7 meses de idade, com e sem aplicação do fungicida (Tabela 1). A Prata Comum também obteve comportamento semelhante para os tratamentos que receberam aplicação preventiva do fungicida. O mesmo não ocorreu para àquelas mudas de Prata Comum que foram inoculadas aos 7 meses de idade e que não receberam o tratamento preventivo com o fungicida (Tabela 2).

TABELA 1. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Anã considerando o desdobramento cultivar e fator fungicida, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG.

| Inoculação do fungo | Prata Anã com aplicação preventiva de Benomyl | Prata Anã sem aplicação preventiva de Benomyl |
|----------------------------|--|--|
| sem inoculação de FOC | 16,8750 a A | 16,5000 a* A** |
| inoculação aos seis meses | 16,6250 a A | 17,0000 a A |
| inoculação aos sete meses | 16,2500 a A | 16,3750 a A |

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na coluna ao nível de significância indicado:

*DMS 5%= 2,01233 e **DMS 1%= 2,52434

TABELA 2. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Comum considerando o desdobramento cultivar e fator fungicida, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG.

| Inoculação do fungo | Prata Comum com aplicação | Prata Comum sem aplicação |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | preventiva de Benomyl | preventiva de Benomyl |
| sem inoculação de FOC | 15,3125 a A | 16,4375 a*A** |
| inoculação aos seis meses | 15,7500 a A | 16,0625 a A |
| inoculação aos sete meses | 15,8125 a A | 13,1875 b B |

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na coluna ao nível de significância indicado:

*DMS 5%= 2,01233 e **DMS 1%= 2,52434

Em se tratando de época de inoculação, esta não apresentou influência sobre os diâmetros de rizoma para Prata Anã, assim como as aplicações do fungicida. No entanto, a Tabela 4 mostra que a Prata Comum quando inoculada aos 7 meses de idade (plantada após 1 mês) sem aplicação de fungicida preventivo, teve seu diâmetro menos desenvolvido.

TABELA 3. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Anã considerando o desdobramento época de inoculação do fungo e fator fungicida, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG.

| Época de inoculação de FOC/ aplicação de fungicida | Prata Anã |
|---|------------------|
| sem inoculação de FOC/ com aplicação de Benomyl | 16,8750 a* A** |
| sem inoculação de FOC/ sem aplicação de Benomyl | 16,5000 a A |
| inoculação aos seis meses/ com aplicação de Benomyl | 16,6250 a A |
| inoculação aos seis meses/ sem aplicação de Benomyl | 17,0000 a A |
| inoculação aos sete meses/ com aplicação de Benomyl | 16,2500 a A |
| inoculação aos sete meses/ sem aplicação de Benomyl | 16,3750 a A |

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado:

*DMS 5%= 1,67595 e **DMS 1%= 2,22070

TABELA 4. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Comum considerando o desdobramento época de inoculação do fungo e fator fungicida, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG.

| Época de inoculação de FOC/ aplicação de fungicida | Prata Comum |
|---|--------------------|
| sem inoculação de FOC/ com aplicação de Benomyl | 15,3125 a*A** |
| sem inoculação de FOC/ sem aplicação de Benomyl | 16,4375 a A |
| inoculação aos seis meses/ com aplicação de Benomyl | 15,7500 a A |
| inoculação aos seis meses/ sem aplicação de Benomyl | 16,0625 a A |
| inoculação aos sete meses/ com aplicação de Benomyl | 15,8125 a A |
| inoculação aos sete meses/ sem aplicação de Benomyl | 13,1875 b B |

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado:

*DMS 5%= 1,67595 e **DMS 1%= 2,22070

TABELA 5. Diâmetro médio de rizomas em cm de bananeira Prata Anã considerando o desdobramento cultivar e fator época de inoculação do fungo, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG.

| Cultivar/ época de inoculação de FOC | Com Benomyl | Sem Benomyl |
|---|----------------|-------------|
| Prata Anã sem inoculação de FOC | 16,8750 a* A** | 16,5000 a A |
| Prata Anã inoculada aos seis meses de idade | 16,6250 a A | 17,0000 a A |
| Prata Anã inoculada aos sete meses de idade | 16,2500 a A | 16,3750 a A |

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na linha ao nível de significância indicado:

*DMS 5%= 1,67595 e **DMS 1%= 2,22070

TABELA 6. Diâmetro médio de rizomas de bananeira Prata Comum considerando o desdobramento cultivar e fator época de inoculação do fungo, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG.

| Cultivar/ época de inoculação de FOC | Com Benomyl | Sem Benomyl |
|---|----------------|-------------|
| Prata Comum sem inoculação de FOC | 15,3125 a* A** | 16,4375 a A |
| Prata Comum inoculada aos seis meses de idade | 15,7500 a A | 16,0625 a A |
| Prata Comum inoculada aos sete meses de idade | 15,8125 a A | 13,1875 b B |

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na linha ao nível de significância indicado:

*DMS 5%= 1,67595 e **DMS 1%= 2,22070

Os resultados estão mostrados na Tabela 6, onde o fungicida aplicado preventivamente pode ter influenciado no desenvolvimento do rizoma, levando em consideração a sua ação contra o fungo. Resultado sobre controle de FOC foi obtido por Lakshmanan, Selvaraj e Mohan (1987),

os quais verificaram a ação curativa de carbendazim 2% aplicada em bananeiras infestadas. Os autores conseguiram resultados semelhante também quando associaram 0,1% de clorado methoxy etil mercúrio aplicado ao solo com 2% de carbendazim injetando nas plantas doentes, enfatizando no final que a ação curativa de carbendazim estimulou também o crescimento das plantas de bananeira.

De uma maneira geral, observou-se que o uso do fungicida pode ter influenciado o crescimento e desenvolvimento dos rizomas e conseqüentemente, a planta como um todo.

Nota-se ainda na Tabela 2 que mudas de Prata Comum inoculadas aos 6 meses de idade e sem inoculação (testemunhas) tiveram um crescimento maior em relação às mudas inoculadas aos 7 meses de idade.

O Quadro 2 mostra dados climatológicos registrados durante a condução do experimento no campo, enfatizando que este pode ter influenciado significativamente no desenvolvimento das mudas. O Quadro 2 indica dados de precipitação, que por sua vez, apresentou escassez de chuva bastante acentuada. Notou-se também uma oscilação de temperatura bastante grande na área experimental, onde a baixa temperatura nos primeiros meses de plantio pode ter retardado um pouco o seu desenvolvimento. Estas observações concordam com as afirmações de Tulman Neto et al. (1989), pois temperatura, umidade e tamanho de rizoma influem diretamente no desenvolvimento de bananeiras. Ressalta Brunini (1984) que restrições térmicas e déficit hídrico reduzem também o desenvolvimento das mudas.

QUADRO 2. Dados climáticos dos meses de plantio até época de obtenção de rizomas de bananeiras de Prata Anã e Prata Comum, Estação Climatológica, em 1995, UFLA, Lavras-MG.

| Meses | Temperatura média | | Precipitação mm/dia | U.R. % | Insolação horas de sol |
|----------|-------------------|--------|------------------------|-----------|---------------------------|
| | máxima | mínima | | | |
| julho | 25.8 | 12.3 | 0 | 68.0 | 7.3 |
| agosto | 29.0 | 13.3 | 0 | 56.2 | 8.8 |
| setembro | 28.2 | 14.1 | 1.29 | 62.6 | 6.7 |
| outubro | 27.3 | 16.2 | 3.73 | 71.3 | 5.6 |
| novembro | 26.3 | 15.8 | 6.40 | 72.9 | 5.7 |
| dezembro | 28.4 | 18.2 | 8.07 | 78.5 | 5.2 |

No presente trabalho o melhor desenvolvimento relativo de diâmetro de rizoma foi obtido pela cultivar Prata Anã, onde não ocorreu diferença quanto à época de inoculação e aplicação do fungicida. A Prata Comum apresentou menor desenvolvimento quando inoculada aos sete meses de idade sem aplicação preventiva do Benomyl (Tabela 6).

2.3.2 Efeito da época de inoculação e aplicação do fungicida Benomyl sobre índice de aparecimento dos sintomas de FOC nos rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum

De acordo com Quadro 1B, a análise de variância indica efeito significativo da época de inoculação sobre o aparecimento dos sintomas. Conforme a Tabela 7, plantas de bananeiras

inoculadas aos 7 meses de idade apresentaram maiores índices de sintomas ao nível de probabilidade de 1 e 5% (Figura 2).

TABELA 7. Média dos índices de sintomas avaliadas em bananeira Prata Anã e Prata Comum considerando época de inoculação do fungo, no período de julho a dezembro de 1995, UFLA, Lavras-MG.

| Época de inoculação | Média dos índices de sintomas |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Inoculação aos 7 meses de idade | 3,093750 a* A** |
| Inoculação aos 6 meses de idade | 2,500000 b B |
| Sem inoculação | 1,000000 c C |

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado:

*DMS 5% = 0.43561 e **DMS 1% = 0.55570

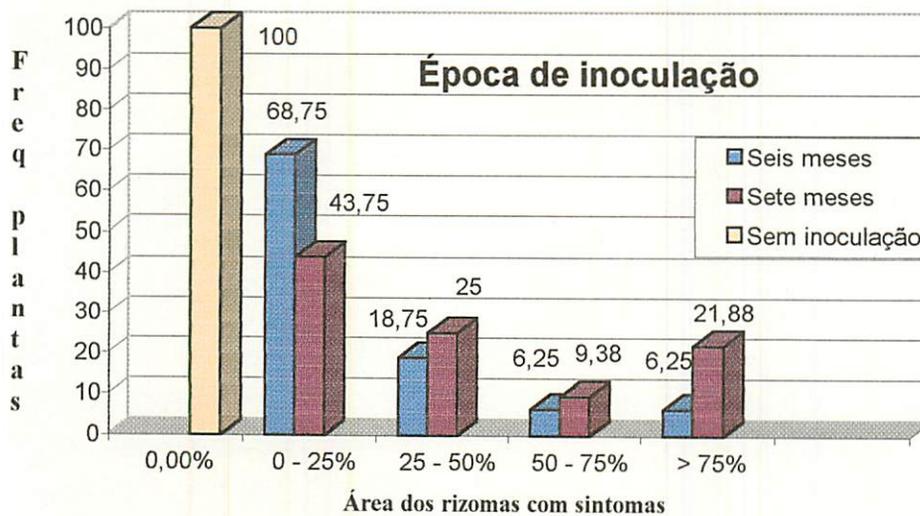


FIGURA 2. Ocorrência de sintomas em rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum causados por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, considerando o desdobramento época de inoculação do fungo, avaliados em janeiro de 1996, UFLA, Lavras-MG.

As plantas inoculadas aos 6 meses de idade apresentaram menores índices de sintomas no final da avaliação, provavelmente devido à adaptação destas no campo. As extensões mais visíveis dos sintomas nos rizomas ocorridos nas plantas inoculadas aos 7 meses de idade, apresentada pela Figura 2, pode ter resultado do aumento da concentração de inóculo, devido às condições favoráveis de clima para o crescimento da população de FOC. Apenas as testemunhas não apresentaram nenhum sintoma aparente nos rizomas avaliados.

Conforme Figura 3 a cultivar Prata Anã obteve melhor desempenho uma vez que apresentou menores índices de sintomas quanto à severidade. A Prata Comum obteve maiores percentagens de ocorrência para os índices mais altos de sintomas.

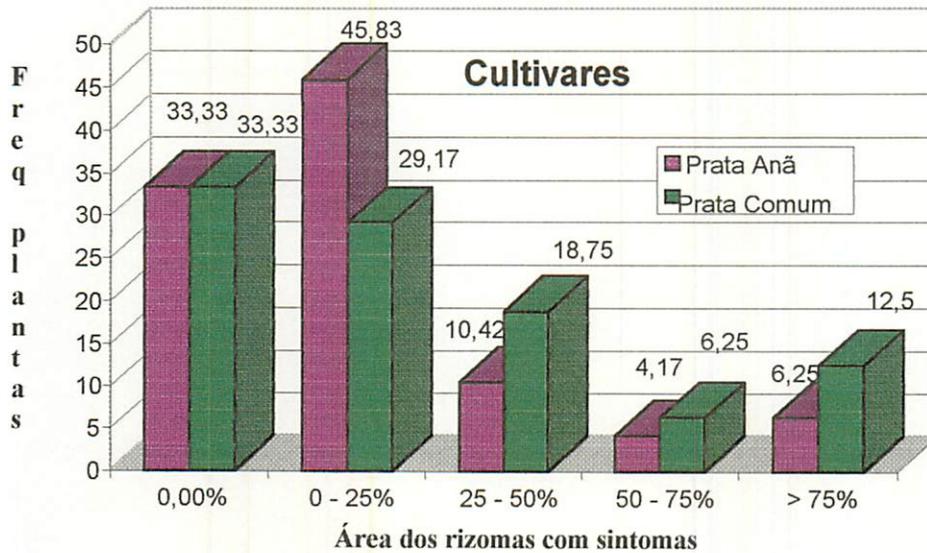


FIGURA 3. Ocorrência de sintomas em rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum causados por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, considerando o desdobramento cultivar, avaliados em janeiro de 1996, UFLA, Lavras-MG.

Segundo Rishbeth e Naylor (1957) nenhuma cultivar é imune ao FOC e, em determinadas situações, mesmo as cultivares consideradas altamente resistentes, podem apresentar raízes infectadas, embora ocasionalmente apareçam os sintomas típicos. A infecção permanece mais restrita às raízes nas cultivares mais resistentes, em virtude da ação mais efetiva das células do hospedeiro ou da presença de algumas substâncias tóxicas, e que apenas uma pequena proporção de infecções das raízes pode atingir o interior do rizoma em algumas cultivares.

É importante salientar que apesar da ocorrência de maiores índices de descoloração de rizomas na cultivar Prata Comum, esses não atingiram as bainhas do pseudocaule em nenhuma planta avaliada, semelhante ao observado por Rodrigues (1994).

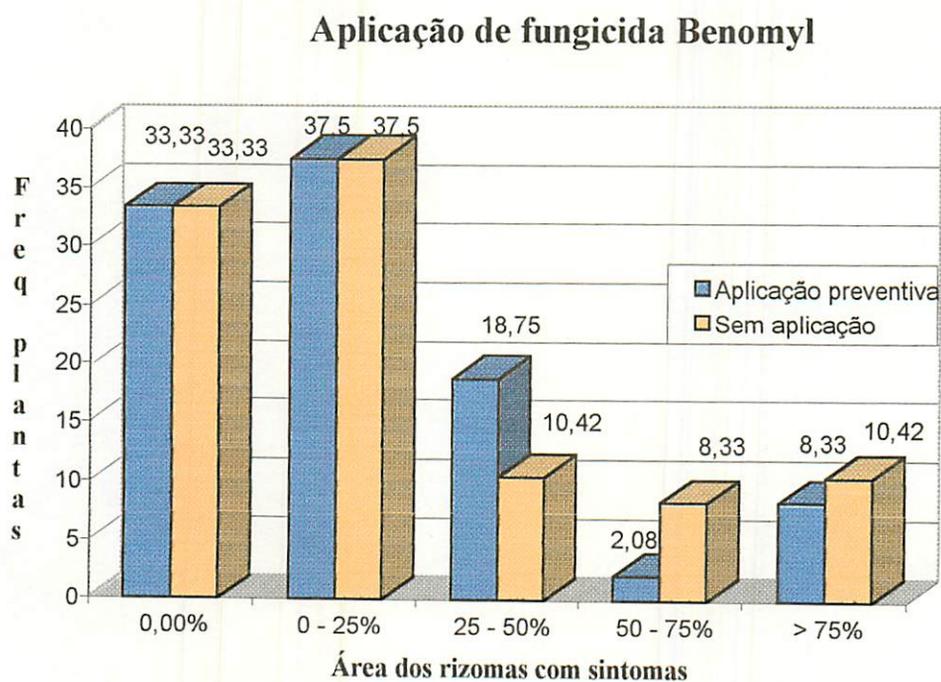


FIGURA 4. Ocorrência de sintomas causados por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum, tratados e não tratados com o fungicida, avaliados em janeiro de 1996, UFLA, Lavras-MG.

Na Figura 4 observa-se que a aplicação preventiva do fungicida Benomyl surtiu efeito quando comparado os sintomas de maior severidade, portanto, a sua ação pode ter interferido de algum modo no desenvolvimento do patógeno, e por fim, na severidade da descoloração dos tecidos do rizoma.

Apesar do resultado apresentar menores incidências de descoloração nos rizomas pelo uso preventivo do Benomyl, este não controlou efetivamente o desenvolvimento do FOC, a ponto de inibir por completo o seu desenvolvimento na planta.

Até no momento não se tem nenhum relato sobre a ação preventiva do Benomyl no controle do Mal-do-Panamá, no entanto, Lakshmanan, Selvaraj e Mohan (1987), obtiveram êxito quando aplicaram carbendazim 2% no pseudocaule de bananeiras doentes. Além do controle, os autores relataram que o mesmo produto estimulou o crescimento das plantas e ocasionou formação de frutos de tamanhos normais. Um outro relato sobre uso de produto químico no controle de FOC foram mencionados por Davis et. al (1994), pela injeção direta de fosfonato no pseudocaule de plantas de bananeira doentes. Foi observado um efeito fungistático, mas o grau de controle depende do desenvolvimento da planta e de uma localidade para outra, além de que o método demonstrou ser muito dispendioso. As estratégias de controle de FOC eficientes que se conhece no momento, além do uso de variedade resistente, é a utilização do método de quarentena e exclusão de material propagativo contaminado das áreas onde não se relatou a presença do patógeno.

A supressividade do solo também pode estar envolvido nas diferentes manifestações de sintomas observados nas cultivares avaliadas, e que provavelmente exista uma relação com a aplicação do fungicida Benomyl. A supressividade, segundo Stover (1990), não é uma condição estática, como consequência de determinadas populações microbianas que se alteram.

A procura de um método de controle eficiente do mal-do-Panamá é ainda muito grande, sem mencionar que existe um produto totalmente eficaz contra o patógeno, de fácil manuseio e baixo custo.

Conclui-se que a cultivar Prata Anã obteve melhor desempenho, quando apresentou menores áreas de sintomas externos nos rizomas avaliados. A inoculação do patógeno nas mudas de bananeira com 6 meses de idade aliado ao uso preventivo do Benomyl evidenciou o melhor controle da enfermidade.

2.4 CONCLUSÕES

Nas condições que o trabalho foi desenvolvido, conclui-se que:

A Prata Comum apresentou menor diâmetro relativo de rizoma quando inoculada com FOC aos sete meses de idade, sem ter recebido aplicação preventiva de Benomyl.

A menor área de sintomas externos nos rizomas foi observada na Prata Anã, apresentando a menor frequência na extensão de 50 - 70% do rizoma.

Plantas que receberam inoculação do fungo aos seis meses de idade apresentaram menores índices de sintomas externos nos rizomas.

O uso preventivo do fungicida Benomyl não mostrou efeito significativo de controle do patógeno, mas os rizomas tratados apresentaram menores áreas necrosadas quando do seu emprego.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUNINI, O. Exigências climáticas e aptidão agroclimática da bananicultura. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA**, 1. Jaboticabal, 1984. **Anais...** Jaboticabal: FCAJ, 1984. p.99-117.
- CALDAS, L.S. Cultura de tecidos em bananeira. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANEIRA PRATA**, 1, Cariacica, 1983. **Anais...** Cariacica: EMCAPA, 1983. p.106-112.
- CORDEIRO, Z.J.M.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J.L.L. Rating bananas for reaction to *Fusarium* wilt in Brazil. In: **INTERNATIONAL SIMPOSIUM ON RECENT DEVELOPMENTS IN BANANA CULTIVATION TECHNOLOGY**, Chiuju, 1992. **Proceeding...** Los Baños: INIBAP/ASPNET, 1993. p.84-88.
- DAVIS, A.J.; SAY, M.; SNOW, A.J.; GRANT, B.R. Sensitivity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* to phosphonate. **Plant pathology**, England, v.43, n.1, p.200-205, Feb.1994.
- DE LANGHE, E.A. Summary of discussions and recommendatios. In: PERSLEY, G.J.; DE LANGHE, E.A. **Bananas and plantains breeding strategies**. Camberra: ACIAR, 1986. p.9-17 (ACIAR proceedings, 21).
- GODINHO, F. de P. **Efeito de doses de 6-benzilaminopurina na produção de mudas de bananeira (*Musa* sp) cultivar Prata, pelo método de propagação rápida "in vivo"**. Lavras: ESAL, 1991. 49p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- LAKSHMANAN, P.; SELVARAJ, P.; MOHAN, S. Efficacy of different methods for the control of Panama disease. **Tropical Pest Management**, India, v.33, n.4, p.373-376. Oct.1987.
- MARCIANI-BENDEZÚ, J. **Influência do tipo e tamanho de muda no desenvolvimento vegetativo e produção da bananeira "Prata" (*Musa* sp)**. Lavras: ESAL, 1989. 39p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- MENEGUCCI, J.L.P. **Propagação "in vivo" da bananeira "Prata": efeito de diâmetros de rizoma e doses de 6-benzilaminopurina**. Lavras: ESAL, 1993. 54p. (Tese- Mestrado em Fitotecnia).
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.
- RISHBETH, J.; NAYLOR, A.G. *Fusarium* wilt of banana in Jamaica. II. Some aspects of host-parasite relationships. **Annals of Botany**, New York, v.21, n.82, p.215-245, 1957.

- RODRIGUES, E.J.R. **Micropropagação da bananeira e avaliação de métodos de inoculação de *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyd. & Hans. Viçosa: UFV, 1994. 54p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).**
- SEABRA FILHO, M. **Efeito de composições e superfosfato simples no crescimento e nutrição de mudas de bananeira cv. Nanicão obtidas por propagação rápida “in vivo”. Lavras: UFLA, 1994. 103p.(Tese-Mestrado em Fitotecnia).**
- SILVA, M. **Utilização de 6-benzilaminopurina (BAP), na propagação rápida “in vivo” da bananeira, cultivar Mysore. Lavras: ESAL, 1992. 49p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).**
- STOVER, R.H. **Disease management strategies and the survival of the banana industry (review). Annual Review of Phytopathology, Califórnia, v.24, p.83-91, 1986.**
- STOVER, R.H. **Fusarial wilt (Panama disease) of bananas: current status and control strategies. Acta Horticulturae, Wageningen, n.275, p.707-712, 1990.**
- SUN, E.J.; SU, H.J. **Rapid method for determining differential pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* using banana plantlets. Tropical Agriculture, England, v.61, n.1, p.7-8, Jan.1984.**
- TULMAN NETO, A.; DOMINGUES, E.T.; MENDES, B.M.J.; ANDO, A. **Metodologia in vivo visando indução de mutações no melhoramento da bananeira “Maçã”. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, v.12, n.4, p.871-879, dez.1989.**

CAPÍTULO 3

**AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO RÁPIDA “IN VIVO” NA
TRANSMISSIBILIDADE DE *FUSARIUM OXYSPORUM* SCHLECHT F. SP. *CUBENSE*
(E. F. SMITH) SNYD. & HANS. EM BANANEIRA (*MUSA* SP.).**

RESUMO

SAITO, Gina Mayumi. Avaliação da técnica de propagação rápida "in vivo" na transmissibilidade de *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyder & Hans. em bananeira (*Musa* sp.). Lavras, UFLA, 1996. 84p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade)*.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a técnica de propagação rápida "in vivo" da bananeira em produzir mudas livres de *Fusarium* e verificar a influência dos tratamentos sobre número de brotos e plântulas formadas, bem como a evolução dos brotos para plântulas. Os tratamentos estudados foram: duas cultivares de bananeira (Prata Anã e Prata Comum); época de inoculação do patógeno (aos seis meses de idade, sete meses e sem inoculação) e aplicação preventiva do fungicida Benomyl (com e sem aplicação). O delineamento adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial, com doze tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída de dois rizomas, provenientes de mudas que receberam tratamentos aos seis e sete meses de idade, submetidas em crescimento no campo durante seis meses. Após o arranquio das plantas os rizomas foram limpos e descapados para exposição das gemas, pulverizados com solução 1% de hipoclorito de sódio e acondicionados em vasos plásticos com substrato esterilizado. Após setenta dias, realizou-se a avaliação do número de brotos e a sua evolução para plântulas, que não foram influenciados pelos tratamentos. O número de plântulas formadas foi maior em tratamentos que não receberam aplicação do fungicida. Em outro ensaio quatro brotos foram retirados por parcela com auxílio de um bisturi desinfectado para verificar a transmissão do patógeno às novas gemas. Em condições assépticas, retirou-se o tecido interno dos meristemas, fragmentando-os em oito partes e plaqueando-os em meio de Snyder e Hansen. Após permanecer em câmara de crescimento por oito dias a $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ sob regime de luz alternado, observou-se o crescimento de *Fusarium* em quase todos os tratamentos, destacando-se aquele que recebeu inoculação do fungo aos sete meses de idade. Quanto às cultivares, não houve diferença significativa sobre o crescimento fúngico. O fungicida não controlou significativamente o crescimento do fungo, chegando a uma conclusão que a propagação rápida tem que partir de material sadio.

* Orientador: Mário Sobral de Abreu. Membros da Banca: Ricardo Magela de Souza e Carlos Ramirez de Rezende e Silva.

ABSTRACT

EVALUATION OF THE "IN VIVO" RAPID PROPAGATION TECHNIQUE ON THE TRANSMISSION OF *FUSARIUM OXYSPORUM* SCHLECHT. F. SP. *CUBENSE* (E. F. SMITH) SNYD. & HANS. IN BANANA PLANTS (*MUSA* SP.).

The purposes of this study were to evaluate the "in vivo" rapid propagation of banana trees in producing seedlings free of *Fusarium* and verify the influence of the treatments on the number of buds and formed seedlings, as well as the evolution of buds to seedlings. This work evaluated two cultivars of banana trees (Prata Anã and Prata Comum); period of pathogen inoculation (six and seven months of age, and without inoculation) and preventive application of Benomyl fungicide (with or without application). The experiment was set up using a completely randomized design, in factorial scheme, with 12 (twelve) treatments and 4 (four) replications. Each plot had two rhizomes from the seedlings that received treatment in the six and seven months of age, which was growing in the field during six months. The seedlings were pulled out, cleaned and their pseudostems peeled to expose the yolks. The rhizomes obtained were pulverized with 1% Na₂ClO₄ and immediately set in plastic bags with sterilized substrate. After 70 days, the evaluations were made, and the number of buds and their evolution to seedlings were not influenced by the treatments. The number of seedlings was higher in the treatments which did not receive any fungicide. In the other work, four buds were taken from each plot to verify the transmission of the pathogen to a new yolk. In aseptic conditions, the internal tissues of the meristem were taken out, cutting into 8 (eight) pieces and dishing them in Snyder and Hansen culture medium. After 8 (eight) days in controlled conditions at 22±2°C, it was observed that *Fusarium* was growing in almost all treatments, mainly in the treatment which it was inoculated in seven months of age. There was no significant difference on the growing fungi between the cultivars. The fungicide did not control fungus so that the rapid propagation technique should start from fungus free material.

3.1 INTRODUÇÃO

A bananicultura no Brasil possui um grande destaque dentro da fruticultura, onde atingiu uma produção de 5.488.000 toneladas em 1990, segundo dados da FAO (1991).

Em Minas Gerais, a cultura da bananeira com predominância da cultivar Prata, seguida de Nanica e Nanicão em menor escala, tem sofrido nos últimos anos uma constante ameaça com problemas fitossanitários, principalmente a murcha causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E. F. Smith) Snyder & Hansen, que pode destruir vários hectares em dois ou três meses, dependendo da suscetibilidade da cultivar. Essa doença denominada Mal-do-Panamá tem na muda o seu principal veículo de disseminação, assim como os nematóides e a broca da bananeira (Godinho, 1991 e Moreira, 1987).

Afirmam Martinez, Araujo e Nobrega (1981) que é comum o agricultor usar mudas originadas de gemas vegetativas desenvolvidas, brotadas do rizoma retirado diretamente de bananais decadentes e velhos. Essa prática, pode ameaçar a sanidade da cultura, mesmo que se tenha uma rigorosa seleção, uma vez que, mudas aparentemente sadias podem estar contaminadas, por não apresentarem sintomas visíveis de alguns patógenos, como o *Fusarium*, por exemplo.

Deste modo, e considerando-se a grande expansão da cultura nos últimos anos, há a necessidade premente de material de plantio em grandes quantidades tem estimulado o interesse de se multiplicarem clones promissores pelo uso de técnicas adequadas de propagação rápida. No

entanto, poucos são os estudos realizados nesse sentido com o gênero *Musa*, apesar de sua grande importância econômica, o que reflete as dificuldades técnicas da cultura de tecidos da bananeira “in vitro” (Caldas, 1983).

As técnicas de propagação rápida poderão se constituir em uma fonte contínua de material sadio e de grande potencial, produzindo grande número de mudas em pequenas áreas e em menor espaço de tempo. Embora essa técnica já tenha sua metodologia básica definida, muitos aspectos ainda precisam ser aprimorados. (Menegucci, 1993 e Silva, 1992).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a técnica de propagação rápida “in vivo” à partir de rizomas inoculados com *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* e tratados preventivamente com o fungicida Benomyl.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Cultivar

Foram utilizadas as cultivares Prata Anã e Prata Comum, pertencentes ao grupo AAB (Subgrupo Prata), segundo Simmonds e Shepherd (1955) e Godinho (1991).

3.2.2 Rizomas

Os rizomas se originaram de mudas com 5 e 6 meses de campo, em fase vegetativa, inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, das quais foram tratadas com uso preventivo de Benomyl (antes da inoculação) e mudas sem aplicação do fungicida, apresentando um diâmetro médio na base entre 10 e 15 cm, com peso médio de 1,5 kg.

3.2.3 Vasos e substrato

Foram usados vasos plásticos com capacidade para 5 litros, em quais se acondicionaram o substrato e constituído por uma mistura de duas partes de areia média e uma parte de composto orgânico, previamente homogenizada e tratada com brometo de metila, por 48 horas.

3.2.4 Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x2 com 4 repetições, num total de 48 parcelas, sendo cada uma constituída por dois rizomas, totalizando 96 rizomas no ensaio.

Como tratamentos foram testados as duas cultivares de bananeiras (Prata Anã e Prata Comum); duas épocas de inoculação do fungo (seis e sete meses de idade) e sem inoculação; aplicação preventiva de Benomyl (com e sem aplicação).

Verificou-se, portanto, a sanidade dos brotos formados nos rizomas, e por fim, a influência dos tratamentos sobre os mesmos.

3.2.5 Instalação e Condução

O método de propagação modificado adotado foi o mesmo proposto por Menendez e Loor (1979) com algumas alterações introduzidas por Dantas, Shepherd e Alves (1986), Godinho (1991) e Menegucci (1993). Constituiu-se pelas seguintes etapas:

- sorteio e seleção das mudas no campo, corte do pseudocaule eliminando toda parte aérea, arranquio das plantas com rizoma sem feri-lo;

- limpeza dos rizomas com corte das raízes, eliminação de filhotes aderidos e retirado do solo em água corrente;

- os rizomas foram descapados, onde retirou-se cuidadosamente as bainhas foliares remanescentes com auxílio de bisturi, até possibilitar uma melhor localização da gema apical, exteriorizando assim as gemas laterais, iniciando-se com as testemunhas, evitando assim, posteriores contaminações;

- pulverização dos rizomas descapados com hipoclorito de sódio a 1%;

- etiquetagem dos rizomas;

- plantio superficial dos rizomas descapados em vasos plásticos de 5 litros com areia e composto orgânico misturados em proporção de 2:1 esterilizados;

- locação dos vasos aleatoriamente sobre bancada de 1,20 m;

- retirada do excesso de hipoclorito através da água de irrigação;

- eliminação asséptica do meristema apical com bisturi, 7 dias após o plantio, através de incisões de 4 cm de profundidade em cruz, para favorecer o desenvolvimento das gemas laterais;

- retirada das gemas para avaliação e contagem do número de plântulas, após setenta dias;

- em cada operação de incisão meristemática, descapamento e retirada de mudas, os instrumentos cortantes foram devidamente desinfestados em álcool etílico 90%.

O experimento foi conduzido dentro da casa-de-vegetação, utilizando sombrite (50% de luminosidade). Apenas a primeira fase da técnica foi realizada, ou seja, não se executou o descapamento das gemas laterais.

Foram realizadas adubações com 5 g de salitre do Chile em 300 ml de água, aplicando-se junto ao rizoma num intervalo de 10 dias até o 50º dia, iniciando-se a primeira aplicação 10 dias após a instalação do ensaio.

3.2.6 Avaliação e Análise Estatística

Durante a condução e avaliação do experimento foram realizados monitoramentos diários em função das épocas e estágios de desenvolvimento das gemas para observação de algum sintoma.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

- emissão de brotos, número de mudas formadas, evolução de gemas para mudas e transmissibilidade de FOC/ brotos laterais.

Após avaliação do número de gemas e plântulas, foram retirados quatro gemas por tratamento e plaqueados em meio de Nash & Snyder PCNB (Tuite, 1969). O material coletado foi embalado, etiquetado e levado para análise. Em condições assépticas, na câmara de fluxo laminar retirou-se fragmentos do tecido interno dos meristemas, com dimensões de 5x5 mm. Procedeu-se a desinfecção em álcool 50%, hipoclorito de sódio a 1% e lavagem em água destilada estéril. Depois foram plaqueados colocando-se 8 fragmentos por placas de 9 cm e levados para incubar a $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 8 dias em regime de luz alternado (12h luz/ 12h escuro). Cada tratamento foi constituído de 4 repetições e as placas foram dispostas em delineamento inteiramente casualizados. As análises estatísticas foram feitas seguindo programa Sistema de Análise Estatística (SANEST).



3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Influência dos tratamentos no número de gemas e plântulas

Após 70 dias de implantação do experimento na casa-de-vegetação, foram avaliados além da transmissibilidade de FOC, o número de gemas e plântulas emitidos dos rizomas tratados, bem como a evolução dos brotos para plântulas.

Não houve interação significativa entre os tratamentos para a emissão de gemas, ou seja, o número de gemas não variou dentro dos fatores cultivar, época de inoculação do fungo e aplicação de fungicida. A produção de gemas foi em média de 5,15 por rizoma (sem fazer o descapamento das gemas laterais) e foi em valores bastante uniforme entre os tratamentos, além de que o resultado mostrou produção superior ao encontrado por Dantas, Shepherd e Alves (1986), que através do método modificado de Menendez e Loor (1979) obtiveram entre as cultivares de menor emissão de brotos, Willian-híbrido e Prata Anã, produzindo 9,0 e 2,0 brotos por rizoma, respectivamente.

Vale ressaltar que nem todos os brotos produzidos chegam a formar plantas viáveis para plantio. Inclusive, este fato, foi observado por Dantas, Shepherd e Alves (1986) com maior frequência em rizoma da cultivar Prata Anã, quando apenas 30% do total de gemas atingiram tamanho ideal, produzindo apenas duas mudas adventícias por broto lateral.

O tabela abaixo indica o total de gemas e mudas obtidos de cada tratamento após 70 dias de instalação do experimento.

TABELA 8. Número médio de gemas e plântulas obtidos 70 dias após o plantio dos rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum instalados sob tela plástica com 50% de insolação, avaliados em fevereiro de 1996, UFLA, Lavras-MG.

| Tratamentos | Número médio de gemas por rizoma | Número médio de plântulas por rizoma |
|--|---|---|
| Prata Anã inoculada com FOC aos 6 meses de idade com aplicação preventiva de Benomyl | 5,6 | 0,6 |
| Prata Anã inoculada com FOC aos 6 meses de idade sem aplicação preventiva de Benomyl | 4,8 | 1,3 |
| Prata Anã inoculada com FOC aos 7 meses de idade com aplicação preventiva de Benomyl | 4,9 | 0,6 |
| Prata Anã inoculada com FOC aos 7 meses de idade sem aplicação preventiva de Benomyl | 5,5 | 0,5 |
| Prata Anã sem inoculação de FOC e com aplicação preventiva de Benomyl | 4,9 | 0,8 |
| Prata Anã sem inoculação de FOC e sem aplicação preventiva de Benomyl | 5,8 | 0,8 |
| Prata Comum inoculada com FOC aos 6 meses de idade com aplicação preventiva de Benomyl | 5,6 | 0,5 |
| Prata Comum inoculada com FOC aos 6 meses de idade sem aplicação preventiva de Benomyl | 5,5 | 0,9 |
| Prata Comum inoculado com FOC aos 7 meses de idade com aplicação preventiva de Benomyl | 5,1 | 0,3 |
| Prata Comum inoculado com FOC aos 7 meses de idade sem aplicação preventiva de Benomyl | 3,8 | 1,3 |
| Prata Comum sem inoculação de FOC e com aplicação preventiva de Benomyl | 5,0 | 1,3 |
| Prata Comum sem inoculação de FOC e sem aplicação preventiva de Benomyl | 5,0 | 1,4 |

O número de gemas obtidos no experimento indica que é bastante uniforme entre os tratamentos e que não foram influenciados por estes.

Para o número de plântulas formadas houve influência da aplicação do fungicida, conforme Tabela 9 e o quadro da análise de variância (Quadro 1D). Os rizomas que não receberam tratamento com fungicida emitiram e/ou formaram maior número de plântulas. Para 1% de significância, o número de plântulas foram iguais nos dois tratamentos testados. Observou-se ainda que as primeiras emissões de mudas ocorreram em rizomas que não receberam nenhum tratamento, ou seja, nas testemunhas. O presente experimento, no prazo de 70 dias, produziu uma média de 0,9 mudas/rizoma, sem ter realizado ferimento das gemas laterais para estimular produção de mudas. Este resultado é muito variável quando comparado com outros trabalhos semelhantes, uma vez que estão envolvidos uma metodologia modificada, cultivar e condução do experimento diferente.

TABELA 9. Número médio de plântulas formadas nos rizomas de bananeiras Prata Anã e Prata Comum descapados considerando fator aplicação de fungicida, no período de julho de 1995 a janeiro de 1996, UFLA, Lavras-MG.

| Aplicação de fungicida | Média de plântulas formadas |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Sem aplicação de Benomyl | 1.390205 a* A** |
| Aplicação preventiva de Benomyl | 1.245219 b A |

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado:

*DMS 5% = 0.13664 e **DMS 1% = 0.18095

Menendez e Loor (1979) estudando o efeito do tratamento de diversos tipos de ferimento em gemas laterais de rizomas de bananeira Giant Cavendish em condições de casa-de-vegetação conseguiram até 98 mudas adventícias por rizoma durante 60 dias, quando se fez corte em cruz, a uma profundidade de 0,5 cm na gema lateral. Resultado obtido por Godinho (1991) foi superior ao obtido neste, uma vez que o autor conseguiu um rendimento de 3,51 mudas de Prata por dia, através da propagação via gemas laterais. Obviamente os resultados se tornam bastante subjetivos uma vez que se modifica a metodologia de propagação e a cultivar, bem como os tratamentos aplicados no experimento.

A análise de variância (Quadro 1E) não demonstrou que os tratamentos influenciaram no desenvolvimento dos brotos para plântulas, após terem realizados testes de médias com os fatores estudados. Sabe-se que um dos pontos importante é o tamanho dos rizomas, pois este determina a reserva para o crescimento e desenvolvimento das mudas. Tulmann Neto et al. (1989) relata que os rizomas de bananeira Maçã com 8 a 10 cm de diâmetro, em casa-de-vegetação, tiveram o menor número de brotos e mudas produzidas quando comparadas com rizomas de 17 a 20 cm de diâmetro, que produziram 4 mudas por rizoma em um período de 8 a 9 meses. Menegucci (1993) encontrou em seu trabalho uma produção média de 8,12 e 1,3 brotos tratados, ou seja, 6,96 e 0,56 mudas em rizoma de 30 e 10cm de diâmetro, respectivamente. O diâmetro médio de rizoma obtido no presente trabalho foi de 16,6 cm para a cultivar Prata Anã e 15,4 cm para Prata Comum, com produção média de 0,9 mudas por rizoma. Apesar dos rizomas possuírem tamanhos médios, a produção de mudas foi inferior ao obtido pelos autores acima citados.

Provavelmente estas diferenças podem ser explicadas pelo fato de ter empregado uma modificação na metodologia de propagação rápida, uso de cultivares diferentes, ou ainda,

influência dos tratamentos testados. A Figura 5 demonstra detalhe do experimento; um rizoma com emissões de mudas de bananeira.

A temperatura e a umidade podem também influenciar diretamente a emissão e desenvolvimento das brotações. O Quadro 3 apresenta os dados registrados pelo termohigrógrafo, onde detectou médias de temperatura e umidade com valores bastante variáveis, isto é, houve grande oscilação de temperatura e umidade durante o tempo registrado. Segundo Brunini (1984) restrições térmicas ou hídricas reduzem o grau de desenvolvimento das bananeiras, sendo que médias mensais inferiores a 21°C reduzem o crescimento do plátano. Durante a condução deste trabalho registrou-se uma média de temperatura mínima inferior a 20°C na maioria das vezes. Simmonds e Shepherd (1955) concordam que estas médias podem representar valores mínimos próximos a 15,5°C, sendo estes, sem dúvida, as responsáveis pela interrupção do crescimento.

É possível que uma grande variação de temperatura e umidade possa ter afetado as gemas deste experimento, provavelmente retardando a sua emissão. Segundo Magalhães (1985) as gemas são regiões frágeis de organogênese que mostram ciclos de atividade e de dormência particularmente onde baixa temperatura poderia danificar tecidos vulneráveis.

QUADRO 3. Temperaturas e umidades relativas médias registrados no interior do telado do Dep. de Fitossanidade em 1996, UFLA, Lavras-MG.

| Semanas registradas | T. méd. máx.(°C) | T. méd. mín.(°C) | UR máx.(%) | UR mín.(%) |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| 1ª semana | 36.43 | 16.27 | 100 | 35.64 |
| 2ª semana | 34.71 | 19.36 | -- | -- |
| 3ª semana | 46.21 | 22.78 | 96.85 | 31.80 |
| 4ª semana | 35.57 | 15.86 | 100 | 25.71 |
| 5ª semana | 38.71 | 18.50 | 100 | 39.71 |
| 6ª semana | 40.50 | 19.00 | 100 | 28.21 |
| 7ª semana | 40.29 | 17.79 | 100 | 31.29 |
| 8ª semana | 40.36 | 17.57 | 100 | 32.86 |
| 9ª semana | 38.36 | 18.50 | 100 | 38.29 |
| 10ª semana | 35.86 | 17.93 | 100 | 42.20 |
| 11ª semana | 41.86 | 18.14 | 100 | 29.86 |
| 12ª semana | 42.07 | 18.57 | 100 | 27.29 |

Alguns aspectos podem ser levados em consideração neste ensaio; como o número de brotos, que não variou em função dos tratamentos. A cultivar, idade e o potencial genético também são características importantes e inerentes ao material utilizado, influenciando nos resultados obtidos.

A não utilização do fungicida Benomyl implicou na formação de maior número de plantas. Portanto, conclui-se que não houve diferença entre cultivares para número de brotos produzidos, exceto que quando aboliu o uso do fungicida o número de plântulas formadas foi superior. Também não houve diferença para épocas de inoculação do patógeno na formação de brotos e mudas.

3.3.2 Transmissibilidade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em brotos de bananeiras Prata Anã e Prata Comum via propagação rápida “in vivo”

A análise de variância do Quadro 1F demonstra que houve interação altamente significativa entre a época de inoculação de FOC, no entanto os testes de médias não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Como demonstra a Tabela 10, os tratamentos que não receberam inoculação de FOC, ou sejam, as testemunhas, foram os que obtiveram crescimento inibido das colônias do patógeno, apresentando um controle total de 100% nas repetições. Os demais tratamentos apresentaram resultados bastante semelhantes entre si, mostrando crescimento do patógeno pelo menos em uma das repetições.

Os resultados ainda demonstram que o FOC foi detectado nas gemas laterais dos rizomas tratados, mesmo sendo em baixa percentagem, o que invalida a metodologia de propagação adotada neste ensaio para obtenção de mudas livres de patógeno, contrariando, Dantas, Shepherd e Alves (1986).

Por outro lado, Martinez, Araújo e Nóbrega (1981), conseguiram produzir mudas da variedade Maçã livres do Mal-do-Panamá, através de multiplicação sucessiva e exame rigoroso das plantas-mães, antes da emissão do primeiro cacho, utilizando como mudas os perfishos emitidos.

Outros fatores como resistência, patogenicidade, agressividade do fungo, cultivar, transmissibilidade podem ter influenciados nos resultados obtidos nestes ensaios.

TABELA 10. Eficiência de controle de crescimento em percentagem de colônias de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* em meristemas obtidos de rizomas descapados de Prata Anã e Prata Comum avaliados em fevereiro de 1996, UFLA, Lavras-MG.

| Tratamentos | Repet. I | Repet. II | Repet. III | Repet. IV |
|--|----------|-----------|------------|-----------|
| Prata Anã inoculada com FOC aos 6 meses de idade com aplicação preventiva de Benomyl | 50 | 100 | 93,75 | 81,25 |
| Prata Anã inoculada com FOC aos 6 meses de idade sem aplicação preventiva de Benomyl | 76,47 | 100 | 94,12 | 50 |
| Prata Anã inoculada com FOC aos 7 meses de idade com aplicação preventiva de Benomyl | 100 | 100 | 100 | 87,50 |
| Prata Anã inoculada com FOC aos 7 meses de idade sem aplicação preventiva de Benomyl | 75 | 100 | 58,82 | 93,75 |
| Prata Anã sem inoculação de FOC e com aplicação preventiva de Benomyl | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Prata Anã sem inoculação de FOC e sem aplicação preventiva de Benomyl | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Prata Comum inoculada com FOC aos 6 meses de idade com aplicação preventiva de Benomyl | 100 | 100 | 87,50 | 100 |
| Prata Comum inoculada com FOC aos 6 meses de idade sem aplicação preventiva de Benomyl | 68,75 | 100 | 100 | 87,50 |
| Prata Comum inoculado com FOC aos 7 meses de idade com aplicação preventiva de Benomyl | 81,25 | 93,75 | 100 | 100 |
| Prata Comum inoculado com FOC aos 7 meses de idade sem aplicação preventiva de Benomyl | 55,55 | 93,75 | 81,25 | 100 |
| Prata Comum sem inoculação de FOC e com aplicação preventiva de Benomyl | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Prata Comum sem inoculação de FOC e sem aplicação preventiva de Benomyl | 100 | 100 | 100 | 100 |

A constatação do FOC nos tecidos meristemáticos da maioria das gemas laterais dos rizomas tratados foi devido ao sucesso da inoculação do patógeno, o qual foi capaz de penetrar e

colonizar determinadas regiões do hospedeiro. Stover e Waite (1953) concordam com a afirmação, confirmando que o principal meio de entrada são os ferimentos e que o patógeno é capaz de colonizar regiões maduras, uma vez que os ferimentos atinjam o sistema vascular.

É importante considerar também as cultivares utilizadas neste trabalho, que são suscetíveis ao FOC, capazes de manifestar sintomas típicos da doença. Rishbeth e Naylor (1957) salientam que nenhuma cultivar é imune ao FOC e, em certas condições, mesmo as cultivares altamente resistentes podem ter raízes infectadas, apresentando sintomas típicos ocasionalmente. Os mesmos autores relataram em condições de campo que apenas uma pequena proporção de infecções das raízes atingia o interior do rizoma em algumas cultivares, mas que a infecção foi mais restrita às raízes nas cultivares resistentes, em virtude da ação mais efetiva das células do hospedeiro ou da presença de algumas substâncias tóxicas.

Para Wardlaw (1972) é coerente existir uma correlação entre a quantidade de inóculo próximo ao sistema radicular com a quantidade de infecção e o tempo de surgimento dos sintomas. Outro ponto a considerar sobre a infecção é o tempo de exposição das raízes e a quantidade de inóculo (Rishbeth, 1955).

Resultados diferentes poderiam estar ocorrendo devido às diferenças de comportamento existente entre os isolados, como agressividade, raça ou grupo de compatibilidade vegetal do qual pertence. Segundo Ploetz (1993a) a caracterização fenotípica e genotípica de FOC tem sido demonstrado através dos estudos realizados com os grupos de compatibilidade vegetal do patógeno, sendo a patogenicidade um dos atributos mais importantes nos estudos.

Os resultados permitem concluir que o método de propagação rápida, segundo a técnica desenvolvida, não é uma técnica totalmente seguro para obtenção de mudas livres do patógeno. Demonstrou também que quanto mais precoce a inoculação de FOC nas plantas de bananeira,

mais condição terá o patógeno de se desenvolver e transmitir com mais facilidade aos propágulos vegetais. Quanto a utilização preventiva do Benomyl, este não apresentou uma eficiência no controle de FOC. As cultivares, por sua vez, tiveram o mesmo comportamento dentro dos tratamentos avaliados.

O uso de mudas pequenas de aproximadamente 50cm ligada à planta-mãe infectada, para plantio em campo, possivelmente pode estar contaminada com FOC, o que leva a necessidade de adquirir mudas certificadas.

3.4 CONCLUSÕES

Nas condições que o trabalho foi desenvolvido, conclui-se que:

O número de plântulas formadas foi maior nos tratamentos que não receberam a aplicação do fungicida.

Não houve diferença entre número de brotos formados para os tratamentos estabelecidos.

A evolução de gemas para plântulas não foi afetada pelos tratamentos.

Partindo-se de material comprovadamente sadio, o método de propagação rápida da bananeira poderá ser uma técnica totalmente eficiente na multiplicação de explantes livres de *Fusarium*.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUNINI, O. Exigências climáticas e aptidão agroclimática da bananicultura. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA**, 1. Jaboticabal, 1984. **Anais...** Jaboticabal: FCAJ, 1984. p.99-117.
- CALDAS, L.S. Cultura de tecidos em bananeira. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANEIRA PRATA**, 1, Cariacica, 1983. **Anais...** Cariacica: EMCAPA, 1983. p.106-112.
- DANTAS, J.L.L.; SHEPHERD, K; ALVES, E.J. Propagação rápida da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.133, p.33-38, jan.1986.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Roma: FAO, 1991. v.44 (Collection FAO Statistics, 99).
- GODINHO, F. de P. **Efeito de doses de 6-benzilaminopurina na produção de mudas de bananeira (Musa sp) cultivar Prata, pelo método de propagação rápida "in vivo"**. Lavras: ESAL, 1991. 49p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- MARTINEZ, J.A.; ARAÚJO, J.B.M.; NOBREGA, N.R. Estudos para produção de mudas da bananeira variedade Maçã livres do patógeno causador do "Mal-do-Panamá". In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 6, Recife, 1981. **Anais...** Recife: SBF, 1981. v.1, p.280-286.
- MENEGUCCI, J.L.P. **Propagação "in vivo" da bananeira "Prata": efeito de diâmetros de rizoma e doses de 6-benzilaminopurina**. Lavras: ESAL, 1993. 54p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- MENENDEZ, T.; LOOR, F.H. Recent advances in vegetative propagation and their application to banana breeding. In: **REUNION DA ACORBAT**, 4, Panamá, 1979. **Anais...** Panamá: UPEP, 1979. p.211-222.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.
- PLOETZ, R.C. Origins and relatedness of races and vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA**, 26, Aracajú, 1993. **Anais...** Aracajú: SBF, 1993a, v.18, p.

- RISHBETH, J. *Fusarium* wilt of bananas in Jamaica. I. Some observations on the epidemiology of the disease. **Annals of Botany**, New York, v.19, n.75, p.293-340, 1955.
- RISHBETH, J.; NAYLOR, A.G. *Fusarium* wilt of banana in Jamaica. II. Some aspects of host-parasite relationships. **Annals of Botany**, New York, v.21, n.82, p.215-245, 1957.
- SILVA, M. **Utilização de 6-benzilaminopurina (BAP), na propagação rápida "in vivo" da bananeira, cultivar Mysore.** Lavras: ESAL, 1992. 49p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- SIMMONDS, N.W. e SHEPHERD, K. Taxonomy and origins of the cultivated bananas. **Journal of the Linnean Society**, London, v.55, p.302-312, 1955.
- STOVER, R. H.; WAITE, B.H. An improved method of isolating *Fusarium* spp from plant tissue. **Phytopathology**, St. Paul, v.43, n.12, p.700-701, Dec.1953.
- TUITE, J. Media and nutrient solutions used by plant pathologists and mycologists. In: _____. **Plant pathological methods; fungi and bacteria.** Minneapolis: Burgess, 1969. p.1-80.
- TULMAN NETO, A.; DOMINGUES, E.T.; MENDES, B.M.J.; ANDO, A. Metodologia in vivo visando indução de mutações no melhoramento da bananeira "Maçã". **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.4, p.871-879, dez. 1989.
- WARDLAW, C.W. Panama disease including plantains and abaca. 2.ed. Londres: Logman, 1972. Cap.7-8, p.188-276.

APÊNDICE

SUMÁRIO

| | Página |
|--|---------------|
| QUADRO 1A. Quadro da ANAVA de diâmetro de rizomas das cultivares de bananeira, avaliados em janeiro de 1996, Lavras, MG..... | 82 |
| QUADRO 1B. Quadro da ANAVA de sintomas externos nos rizomas de bananeiras, avaliados em janeiro de 1996, Lavras, MG..... | 82 |
| QUADRO 1C. Quadro da ANAVA de número de brotos de rizomas de bananeiras, avaliados em janeiro de 1996, Lavras, MG..... | 83 |
| QUADRO 1D. Quadro da ANAVA de número de plântulas desenvolvidas dos rizomas de bananeiras, avaliados em janeiro de 1996, Lavras, MG..... | 83 |
| QUADRO 1E. Quadro da ANAVA de evolução de brotos para plântulas desenvolvidas de rizomas de bananeiras, avaliados em janeiro de 1996, Lavras, MG..... | 84 |
| QUADRO 1F. Quadro da ANAVA da eficiência de controle de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. cubense em fragmentos de meristemas retirados de rizomas de bananeiras, avaliados em março de 1996, Lavras, MG..... | 84 |

QUADRO 1A. Quadro da ANAVA de diâmetro de rizomas das cultivares de bananeira, avaliados em janeiro de 1996, Lavras, MG.

| Causas da variação | G.L. | S.Q. | Q.M | Valor F | Prob.>F |
|-----------------------|------|-------------|------------|---------|---------|
| Cultivar | 1 | 33.6026316 | 33.6026316 | 11.9748 | 0.00122 |
| Inoculação | 2 | 18.1105263 | 9.0552632 | 3.2270 | 0.04358 |
| Fungicida | 1 | 0.7605263 | 0.7605263 | 0.2710 | 0.61041 |
| Bloco | 3 | 140.8289474 | 46.9429825 | 16.7288 | 0.00001 |
| Cultiv. x Inocul. | 2 | 4.9315789 | 2.4657895 | 0.8787 | 0.57778 |
| Cultiv. x Fung. | 1 | 1.1605263 | 1.1605263 | 0.4136 | 0.52911 |
| Inocul. x Fung. | 2 | 13.9631579 | 6.9815789 | 2.4880 | 0.08755 |
| Cult. x Inoc. x Fung. | 2 | 18.6789474 | 9.3394737 | 3.3283 | 0.03967 |
| Resíduo | 80 | 224.4894737 | 2.8061184 | | |
| Total | 94 | 456.5263158 | | | |

Média geral = 16.184210 e Coeficiente de variação = 10.351%

QUADRO 1B. Quadro da ANAVA de sintomas externos nos rizomas de bananeiras, avaliados em janeiro de 1996, Lavras, MG.

| Causas da variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | Valor F | Prob.>F |
|-----------------------|------|------------|------------|---------|---------|
| Cultivar | 1 | 1.1718750 | 1.1718750 | 4.6610 | 0.03607 |
| Inoculação | 2 | 37.2604167 | 18.6302083 | 74.0998 | 0.00001 |
| Fungicida | 1 | 0.1302083 | 0.1302083 | 0.5179 | 0.51649 |
| Bloco | 3 | 0.5156250 | 0.1718750 | 0.6836 | 0.57161 |
| Cultiv. x Inocul. | 2 | 0.5937500 | 0.2968750 | 1.1808 | 0.31991 |
| Cultiv. x Fung. | 1 | 0.0052083 | 0.0052083 | 0.0207 | 0.88124 |
| Inocul. x Fung. | 2 | 1.0104167 | 0.5052083 | 2.0094 | 0.14841 |
| Cult. x Inoc. x Fung. | 2 | 0.3854167 | 0.1927083 | 0.7665 | 0.52327 |
| Resíduo | 33 | 8.2968750 | 0.2514205 | | |
| Total | 47 | 49.3697917 | | | |

Média geral = 2.197917 e Coeficiente de variação = 22.813%

QUADRO 1C. Quadro da ANAVA de número de brotos de rizomas de bananeiras, avaliados em janeiro de 1996, Lavras, MG.

| Causas da variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | Valor F | Prob.>F |
|-----------------------|------|-----------|-----------|---------|---------|
| Cultivar | 1 | 0.0746532 | 0.0746532 | 0.6808 | 0.58014 |
| Época de inoculação | 2 | 0.2844799 | 0.1422400 | 1.2971 | 0.28532 |
| Fungicida | 1 | 0.0299419 | 0.0299419 | 0.2731 | 0.61055 |
| Cultiv. x Inocul. | 2 | 0.2274415 | 0.1137208 | 1.0371 | 0.36620 |
| Cultiv. x Fung. | 1 | 0.1440972 | 0.1440972 | 1.3141 | 0.25818 |
| Inocul. x Fung. | 2 | 0.2067037 | 0.1033519 | 0.9425 | 0.59866 |
| Cult. x Inoc. x Fung. | 2 | 0.4187811 | 0.2093906 | 1.9095 | 0.16112 |
| Resíduo | 36 | 3.9476239 | 0.1096562 | | |
| Total | 47 | 5.3337225 | | | |

Média geral = 3.258535 e Coeficiente de variação = 10.162%

QUADRO 1D. Quadro da ANAVA de número de plântulas desenvolvidas dos rizomas de bananeiras, avaliados em janeiro de 1996, Lavras, MG.

| Causas da variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | Valor F | Prob.>F |
|-----------------------|------|------------|-----------|---------|---------|
| Cultivar | 1 | 0.0819113 | 0.0819113 | 0.7228 | 0.59776 |
| Época de inoculação | 2 | 0.1619470 | 0.0809735 | 0.7145 | 0.50320 |
| Fungicida | 1 | 0.5045130 | 0.5045130 | 4.4517 | 0.03556 |
| Cultiv. x Inocul. | 2 | 0.3305474 | 0.1652737 | 1.4583 | 0.23710 |
| Cultiv. x Fung. | 1 | 0.1692658 | 0.1692658 | 1.4935 | 0.22287 |
| Inocul. x Fung. | 2 | 0.1244209 | 0.0622105 | 0.5489 | 0.58505 |
| Cult. x Inoc. x Fung. | 2 | 0.4164496 | 0.2082248 | 1.8373 | 0.16361 |
| Resíduo | 84 | 9.5198590 | 0.1133317 | | |
| Total | 95 | 11.3089139 | | | |

Média geral = 1.317712 e Coeficiente de variação = 25.548%

QUADRO 1E. Quadro da ANAVA de evolução de brotos para plântulas desenvolvidas de rizomas de bananeiras, avaliados em janeiro de 1996, Lavras, MG.

| Causas da variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | Valor F | Prob.>F |
|-----------------------|------|------------|-----------|---------|---------|
| Cultivar | 1 | 0.3892789 | 0.3892789 | 1.3729 | 0.24765 |
| Época de inoculação | 2 | 0.2118752 | 0.1059376 | 0.3736 | 0.69601 |
| Fungicida | 1 | 0.3595886 | 0.3595886 | 1.2682 | 0.26680 |
| Cultiv. x Inocul. | 2 | 0.7512972 | 0.3756486 | 1.3248 | 0.27791 |
| Cultiv. x Fung. | 1 | 0.3278953 | 0.3278953 | 1.1564 | 0.28939 |
| Inocul. x Fung. | 2 | 0.5676375 | 0.2838188 | 1.0010 | 0.37922 |
| Cult. x Inoc. x Fung. | 2 | 1.0903432 | 0.5451716 | 1.9227 | 0.15919 |
| Resíduo | 36 | 10.2075902 | 0.2835442 | | |
| Total | 47 | 13.9055061 | | | |

Média geral = 2.965406 e Coeficiente de variação = 17.957%

QUADRO 1F. Quadro da ANAVA da eficiência de controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em fragmentos de meristemas retirados de rizomas de bananeiras, avaliados em março de 1996, Lavras, MG.

| Causas da variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | Valor F | Prob.>F |
|-----------------------|------|-----------|-----------|---------|---------|
| Cultivar | 1 | 0.0925026 | 0.0925026 | 1.0554 | 0.31200 |
| Época de inoculação | 2 | 0.6674922 | 0.3337461 | 3.8078 | 0.03075 |
| Fungicida | 1 | 0.1686665 | 0.1686665 | 1.9243 | 0.17072 |
| Cultiv. x Inocul. | 2 | 0.2521468 | 0.1260734 | 1.4384 | 0.24961 |
| Cultiv. x Fung. | 1 | 0.0038568 | 0.0038568 | 0.0440 | 0.82935 |
| Inocul. x Fung. | 2 | 0.1602700 | 0.0801350 | 0.9143 | 0.58750 |
| Cult. x Inoc. x Fung. | 2 | 0.0134545 | 0.0067272 | 0.0768 | 0.92580 |
| Resíduo | 36 | 3.1553533 | 0.0876487 | | |
| Total | 47 | 4.5137427 | | | |

Média geral = 86.969727 e Coeficiente de variação = 0.340%



RO 15 - Qualidade da ANA - V de evolução de pontos para planilhas desenvolvidas no
 em janeiro de 1996. Lattes. ANO

| Grupos | Grupos | Grupos | Grupos | Grupos | Grupos |
|--------|--------|------------|-----------|--------|---------|
| 1 | 1 | 0.3892789 | 0.3892789 | 1.3729 | 0.34105 |
| 2 | 2 | 0.2118732 | 0.1059376 | 0.3736 | 0.29101 |
| 3 | 3 | 0.3592386 | 0.3592386 | 1.2082 | 0.26480 |
| 4 | 4 | 0.2512972 | 0.2736486 | 1.3248 | 0.27191 |
| 5 | 5 | 0.3278952 | 0.3278952 | 1.1564 | 0.28199 |
| 6 | 6 | 0.2676372 | 0.2676372 | 1.0010 | 0.19623 |
| 7 | 7 | 1.0903432 | 0.5451716 | 1.9227 | 0.15219 |
| 8 | 8 | 10.2025902 | 0.2882442 | | |
| 9 | 9 | 1.2902598 | | | |

estat = 2.965106 e Coeficiente de variação = 17.987%

O 16 - Qualidade da ANA - V de evolução de pontos de controle de planilhas desenvolvidas no
 em janeiro de 1996. Lattes. ANO

| Grupos | Grupos | Grupos | Grupos | Grupos | Grupos |
|--------|--------|-----------|-----------|--------|---------|
| 1 | 1 | 1.0925026 | 0.0925026 | 1.0224 | 0.31210 |
| 2 | 2 | 0.6579922 | 0.3332461 | 3.8028 | 0.07077 |
| 3 | 3 | 1.1586662 | 0.1686662 | 1.9242 | 0.17022 |
| 4 | 4 | 1.2521468 | 0.1380734 | 1.4384 | 0.24691 |
| 5 | 5 | 1.0282568 | 0.0028268 | 0.6410 | 0.22922 |
| 6 | 6 | 1.602700 | 0.0801320 | 0.9142 | 0.28272 |
| 7 | 7 | 0.134442 | 0.0062272 | 0.0768 | 0.92281 |
| 8 | 8 | 1.823222 | 0.0823222 | | |
| 9 | 9 | 0.171127 | | | |

estat = 86.96127 e Coeficiente de variação = 0.247%

