

**Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas  
Departamento de Fitopatologia**

**EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE DA ANTRACNOSE EM  
*CAPSICUM* SPP. E IDENTIFICAÇÃO DE *COLLETOTRICHUM* SPP.  
ASSOCIADOS ÀS SOLANÁCEAS CULTIVADAS.**

**Caroline Pedroso de Azevedo**

**Brasília- DF  
2006**



**Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas  
Departamento de Fitopatologia**

**EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE DA ANTRACNOSE EM  
*CAPSICUM* SPP. E IDENTIFICAÇÃO DE *COLLETOTRICHUM* SPP.  
ASSOCIADOS ÀS SOLANÁCEAS CULTIVADAS.**

**Caroline Pedroso de Azevedo**

Dissertação apresentada ao  
Departamento de Fitopatologia da  
Universidade de Brasília, como  
requisito parcial para obtenção de  
grau de Mestre em Fitopatologia.

**Brasília- DF  
2006**

Trabalho realizado junto ao Departamento de Fitopatologia, do Instituto de Ciências Biológicas de Brasília, sob a orientação do professor Adalberto Corrêa Café Filho, e com apoio financeiro concedido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Dissertação aprovada em \_\_\_\_\_ por:

---

Adalberto Corrêa Café Filho, Ph. D.

Professor Adjunto do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília  
Orientador

---

Gilmar Paulo Henz, D. Sc.

Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa em Hortaliças da Embrapa  
(Membro)

---

José Ricardo Peixoto, D. Sc.

Professor Adjunto do Departamento de Agronomia e Medicina Veterinária  
da Universidade de Brasília  
(Membro)

## ÍNDICE GERAL

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	10
<b><u>RESUMO GERAL</u></b> .....	12
<b><u>GENERAL ABSTRACT</u></b> .....	15
 <b><u>CAPÍTULO I: Agressividade e identificação de isolados de <i>Colletotrichum</i> associados à antracnose de Solanaceae cultivadas.</u></b>	
<b>RESUMO</b> .....	19
<b>ABSTRACT</b> .....	21
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	
1.1. Gênero <i>Colletotrichum</i> .....	23
1.2. Caracterização morfométrica e morfológica .....	25
1.3. Agressividade em frutos de solanáceas .....	26
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b>	
2.1. Crescimento micelial, coloração de coñias, morfometria e morfologia de conídios e identificação de isolados.....	28
2.2. Agressividade de isolados em frutos de <i>Capsicum annuum</i> e <i>Solanum gilo</i> .....	29
2.3. Agressividade de isolados em plântulas de <i>Capsicum annuum</i> e <i>Solanum gilo</i> .....	30
<b>3. RESULTADOS</b>	
3.1. Crescimento micelial, coloração de coñias, morfometria e morfologia de conídios e identificação de isolados.....	30

3.2. Agressividade de isolados em frutos de *Capsicum annuum* e *Solanum gilo*.....32

3.3. Agressividade de isolados em plântulas de *Capsicum annuum* e *Solanum gilo*.....33

#### 4. DISCUSSÃO

4.1. Crescimento micelial, coloração de colônias, morfometria e morfologia de conídios e identificação de isolados.....34

4.2. Agressividade de isolados em frutos de *Capsicum annuum* e *Solanum gilo*.....35

4.3. Agressividade de isolados em plântulas de *Capsicum annuum* e *Solanum gilo*.....36

5. CONCLUSÕES .....37

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....38

#### LISTA DE TABELAS CAPÍTULO I

**Tabela 1.** Hospedeiro, local de origem e código dos isolados de *Colletotrichum* sp. estudados.....43

**Tabela 2.** Média de crescimento micelial (cm), morfologia e morfometria de conídios e identificação de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* e *C. acutatum* em meio BDA.....44

#### LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO I

**Figura 1.** Metodologia para estimativa de área lesionada. Cada quadrado mede 0,1 cm de lado. Para estimativa de área lesionada foram utilizados os quadrados com lados de 0,5 cm. No exemplo acima, a área da lesão é estimada em 5 cm<sup>2</sup>.....45

**Figura 2.** Porcentagem de área lesionada onze dias após inoculação em frutos de jiló e de pimentão com ferimento. Isolados 12, 35, 45, 13, 39, 50 e 51 oriundos de jiló; isolados 1, 6,

21, 5 e 53 oriundos de pimenta; isolados 41, 28, 1391, 60, 56, 61 e 20 oriundos de pimentão e isolados 2100, 958 e 945 oriundos de morango, berinjela e tomate, respectivamente.....46

**CAPÍTULO II: Efeito do estágio fisiológico dos frutos de pimenta (*Capsicum* spp.) na infecção por *Colletotrichum* spp.**

**RESUMO** .....48

**ABSTRACT**.....49

**1. INTRODUÇÃO**

**1.1. *Capsicum* sp.** .....50

**1.2. Antracnose e perdas** .....52

**1.3. Estádio Fisiológico dos frutos** .....53

**2. MATERIAL E MÉTODOS** .....54

**3. RESULTADOS** .....55

**4. DISCUSSÃO** .....56

**5. CONCLUSÕES** .....58

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** .....59

**LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO II**

<b>Figura 1.</b> Porcentagem de área lesionada em frutos verdes e vermelhos de pimentas <i>C. annuum</i> , <i>C. baccatum</i> e <i>C. chinense</i> inoculadas com isolado de pimentão, CNPH 60 (A); pimenta, CNPH 6 (B) e jiló, CNPH 12 (C).....	64
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## **ANEXOS CAPÍTULO II**

<b>Tabela Anexo 1.</b> Análise de variância da porcentagem de área lesionada em frutos de <i>Capsicum</i> sp. inoculados com isolado de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> -CNPH 60. ....	65
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Tabela Anexo 2.</b> Porcentagem de área lesionada em frutos de <i>Capsicum</i> sp. seis dias após inoculação com isolado de <i>C. gloeosporioides</i> - CNPH 60.....	65
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Tabela Anexo 3.</b> Análise de variância da porcentagem de área lesionada em frutos de <i>Capsicum</i> sp. inoculados com isolado de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> -CNPH 6.....	66
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Tabela Anexo 4.</b> Porcentagem de área lesionada em frutos de <i>Capsicum</i> sp. seis dias após inoculação com isolado de <i>C. gloeosporioides</i> - CNPH 6.....	66
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Tabela Anexo 5.</b> Análise de variância da porcentagem de área lesionada em frutos de <i>Capsicum</i> sp. inoculados com isolado de <i>Colletotrichum acutatum</i> -CNPH 12.....	67
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<b>Tabela Anexo 6.</b> Porcentagem de área lesionada em frutos de <i>Capsicum</i> sp. seis dias após inoculação com isolado de <i>C. acutatum</i> - CNPH 12.....	67
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## **CAPÍTULO III: Epidemiologia e controle da antracnose de pimentão em plantios de inverno e de verão.**

<b>RESUMO</b> .....	69
---------------------	----

<b>ABSTRACT</b> .....	71
-----------------------	----

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	
1.1. Epidemiologia da antracnose .....	73
1.2. Medidas de Controle .....	75
1.2.1. Clorotalonil .....	76
1.2.2. Fosfato Bipotássico (K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ) .....	76
1.2.3. Efeito da Adubação Nitrogenada .....	77
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	80
2.1. Efeito de Controle Químico e Coberturas .....	81
2.2. Efeito da Adubação Nitrogenada .....	82
<b>3. RESULTADOS</b>	
3.1. Efeito de Controle Químico e Coberturas .....	83
3.2. Efeito da Adubação Nitrogenada .....	84
<b>4. DISCUSSÃO</b>	
4.1. Efeito de Controle Químico e Coberturas .....	84
4.2. Efeito da Adubação Nitrogenada .....	86
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	86
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	87
<b>LISTA DE TABELAS CAPÍTULO III</b>	
<b>Tabela 1.</b> Escala descritiva para avaliação de severidade em frutos de pimentão em ensaio em campo.....	94
<b>LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO III</b>	
<b>Figura 1:</b> Escala diagramática para avaliação de severidade em frutos de pimentão em ensaio em campo.....	95

<b>Figura 2:</b> Efeito dos químicos Clorotalonil (A) e Fosfato Bipotássico (B) no progresso da antracnose em pimentão em diferentes tipos de coberturas (orgânica e plástica) no plantio de inverno.....	96
<b>Figura 3:</b> Efeito dos químicos Clorotalonil (A) e Fosfato Bipotássico (B) no progresso da antracnose em pimentão em diferentes tipos de coberturas (plástica e orgânica) no plantio de verão.....	97
<b>Figura 4:</b> Severidade de antracnose em frutos no plantio de inverno sob diferentes coberturas e tratamentos químicos aos 90 (A), 93 (B), 96 (C), 99 (D) e 102 (E) dias após transplantio.....	98
<b>Figura 5:</b> Severidade de antracnose em frutos no plantio de verão sob diferentes coberturas e tratamentos químicos aos 63 (A), 66 (B), 69 (C) e 72 (D) dias após transplantio.....	100
<b>Figura 6:</b> Efeito da adubação nitrogenada no índice de severidade da antracnose de pimentão em campo, no plantio de inverno (A) e no plantio de verão (B).....	102

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu pai (José Alves de Azevedo), irmãs (Ana Luiza de Azevedo dos Santos e Andréa de Azevedo Vilarde), sobrinhos (Dudu, Clarinha, Gabi, Nina e Léo) e avó (Afoncina Machado Pedroso) pela torcida e incentivos e, especialmente à minha mãe, Naida Pedroso de Azevedo, pelo amor, lições e apoio diários;

Ao Ramon Augustus de Lima Menezes, pelo companheirismo, amizade, estímulos e palavras de carinho constantes, mais do que isso, pela nossa família;

Ao meu orientador e grande amigo, Adalberto Café, pelos ensinamentos, profissionalismo e confiança depositados, além de momentos únicos de convivência;

À minha amiga Maria Fernanda Scian Meneghin, pela cumplicidade, conselhos e presença em todos os momentos;

À minha amiga Mariana da Silva Paula, pelas várias horas como ouvinte, pela paciência, atenção e confiança sempre presentes;

Aos amigos valiosos e constantemente na torcida: Ana Carolina Amaral, Denize Martins, Kelma Cristina Lucci, Igor Negreiros Janot, Rafael Venturim, Luciana Estrela Azambuja, Luciane de Faria Neiva e Beatriz Machado Gomes.

Aos amigos que conquistei nessa trajetória, Ângela Sathiko, Débora Zoccoli e especialmente Débora Melo e Ana Cristina Teixeira, pelas divertidas e inesquecíveis horas de estudo, ajuda e desabafos;

Ao estagiário Alex Afonso e ao Eng. Agrônomo e ex-colega de graduação Manuel Oliveira pelo esforço e dedicação prestados, além de divertidos momentos de trabalho pesado;

Aos funcionários Sr. Fábio e especialmente Sr. Francisco, ambos da Estação Biológica Experimental da UnB, pela boa vontade, disponibilidade e esforços depositados nesse trabalho;

Aos funcionários do laboratório de Fitopatologia, principalmente ao César, pelas ajudas prestadas;

Aos professores do Departamento de Fitopatologia pelo apoio, excepcionalmente Shiou Ping Huang (in memorian), Luiz Bassay Blum e Carlos Uesugi;

Aos professores Jean Kleber de Abreu Mattos e José Ricardo Peixoto, pela amizade;

Ao pesquisador Dr. Gilmar P. Henz, pelos auxílios prestados e incentivos;

Ao pessoal do Núcleo Rural Taquara, principalmente ao Eng. Agrônomo Banci e Sr. Zezinho, pela atenção nas visitas e pimentões cedidos;

Ao ilustrador Pedro Assumpção da Costa e Silva, pelo excelente trabalho prestado;

E a todos aqueles que colaboraram para a realização e conclusão desse trabalho, meu MUITO OBRIGADA!!!!

## RESUMO GERAL

A importância econômica de pimentões e pimentas do gênero *Capsicum* (Solanaceae), vem crescendo no Brasil e em diversos países, com aumento do consumo *in natura* ou pelo processamento de molhos, temperos e conservas de pimentas. Apesar dos avanços tecnológicos no sistema de produção, as doenças, como a antracnose, causada por *Colletotrichum* spp ainda representam um sério entrave à produtividade do pimentão, tanto em campo quanto em casa-de-vegetação.

Dado ao crescimento da importância da antracnose em solanáceas e aos poucos relatos sobre medidas alternativas de controle voltadas para esse patossistema, este trabalho objetivou identificar isolados de *Colletotrichum* de Solanaceae cultivadas (no capítulo 1), avaliar o efeito do estágio fisiológico na resistência genética de frutos de diferentes espécies de *Capsicum* à doença (capítulo 2) e, por fim, avaliar medidas alternativas de controle através de testes da interação de controle químico e coberturas, além de manejo da adubação nitrogenada (capítulo 3).

A antracnose em *Capsicum* pode ser causada por várias espécies de fungos do gênero *Colletotrichum* mas, no Brasil, a maioria dos relatos identificam *Colletotrichum gloeosporioides* como o principal agente causal da doença, com raros registros das demais espécies. No capítulo 1, vinte e dois isolados de *Colletotrichum* sp. foram estudados quanto ao crescimento micelial, coloração de colônias e morfometria e morfologia de conídios, e agressividade a frutos e plântulas de *Capsicum* e outras solanáceas. Todos os cinco isolados de pimenta foram classificados como *C. gloeosporioides*, assim como a maioria dos de pimentão e um isolado de jiló. Os demais isolados foram identificados como *C. acutatum*. *C. acutatum* foi a espécie predominante entre os isolados de jiló. Os isolados mais

agressivos em frutos de jiló foram aqueles originalmente isolados de frutos desta mesma espécie. Em geral, estes isolados foram também patogênicos ao pimentão. Os isolados que causaram maiores lesões em pimentão foram os isolados de pimenta e pimentão, e estes geralmente não foram capazes de causar lesões em frutos de jiló. Os isolados mais agressivos aos frutos de jiló são da espécie *C. acutatum*, enquanto que os isolados mais agressivos ao pimentão são da espécie de *C. gloeosporioides*. A grande maioria dos isolados não foi capaz de causar sintomas em plântulas. Os resultados dos testes em plântulas foram insuficientes para diferenciar a agressividade ou a especificidade dos isolados.

No capítulo 2, avaliou-se a reação de frutos verdes e maduros à inoculação com diferentes espécies de *Colletotrichum* em 11 genótipos de *Capsicum* (frutos pertencentes às espécies *Capsicum annuum*, *C. baccatum* e *C. chinense*). Frutos verdes de *C. annuum* se mostraram consistentemente mais suscetíveis que frutos maduros contra todos os isolados testados. A mesma resposta foi observada em *C. baccatum* e *C. chinense* quando inoculados com isolados de *C. gloeosporioides*. Entretanto, para inoculações com *C. acutatum*, as maiores lesões ocorreram em frutos maduros. Todas as três espécies de *Capsicum* testadas apresentaram diversidade quanto a suscetibilidade à *Colletotrichum* spp., variando de materiais extremamente suscetíveis até com bom nível de resistência, mostrando que o germoplasma desse gênero tem fontes de resistência promissoras para o melhoramento para resistência à antracnose.

Os efeitos do controle químico, coberturas e adubação nitrogenada no progresso de antracnose do pimentão foram estudados no capítulo 3, em duas séries de experimentos instalados em condições de campo. Os experimentos foram realizados com o híbrido “Maximos F1” no inverno (março a julho) e no verão (setembro a dezembro). Os

tratamentos de controle químico foram Fosfato bipotássico ( $K_2HPO_4$ ) e Clorotalonil e os tratamentos de cobertura do solo foram cobertura plástica e orgânica (palhada de *Andropogon* sp.), totalizando quatro tratamentos, em blocos ao acaso com quatro repetições. Foram testados os níveis 0 Kg/ha, 50 Kg/ha, 150 Kg/ha e 450 Kg/ha de N, aplicados na forma de uréia (45-46 % N), em blocos ao acaso com quatro repetições. O trabalho demonstrou que a severidade de antracnose de pimentão é influenciada pela época de plantio, cobertura do solo e pelos químicos adotados. A severidade da antracnose foi muito maior no plantio de verão que no de inverno, nas parcelas pulverizadas com  $K_2HPO_4$  do que nas com Clorotalonil e com cobertura plástica do que com cobertura orgânica. No plantio de inverno, o efeito da cobertura orgânica foi melhor evidenciado sob  $K_2HPO_4$ , com menores taxas de progresso da doença em comparação com a cobertura plástica, enquanto as taxas de progresso foram uniformemente baixas com uso de Clorotalonil, independentemente do tipo de cobertura. Já no plantio de verão, o efeito da cobertura orgânica foi melhor evidenciado sob Clorotalonil, com menores taxas de progresso com cobertura orgânica, enquanto nas parcelas pulverizadas com  $K_2HPO_4$  as taxas de progresso foram uniformemente altas, independentemente da cobertura usada. No plantio de verão, nenhum tratamento resultou em controle satisfatório da doença. A maior dosagem de nitrogênio (450 Kg/ha), resultou em maiores severidades de antracnose, tanto no inverno quanto no verão. As demais dosagens (0 a 150 Kg/ha) mostraram valores muito próximos de severidade.

## GENERAL ABSTRACT

Although pepper and sweet-pepper anthracnose may be caused by several *Colletotrichum* species, most domestic (Brazilian) reports identify *Colletotrichum gloeosporioides* as the main causal agent, with rare records of other species. Twenty-two *Colletotrichum* isolates were studied as to their mycelial growth, colony coloration and conidial morphology and morphometrics, as well as to their aggressiveness to *Capsicum* fruits and plantlets. All five pepper isolates belonged to the *C. gloeosporioides* taxon, as well as the majority of sweet-pepper isolates and one *S. gilo* isolate. Most of the remaining isolates were identified as *C. acutatum*. *C. acutatum* was the predominant species among *S. gilo* isolates. The most aggressive isolates on *S. gilo* fruits were the ones that were originally isolated from this same species, and they were generally pathogenic to sweet-pepper as well. In agreement, most aggressive isolates to sweet-pepper were obtained from pepper and sweet-pepper, but these were not capable of inducing symptoms on *S. gilo* fruits. The most aggressive isolates to *S. gilo* fruits belong to *C. acutatum*, while most aggressive isolates to sweet-pepper belong to *C. gloeosporioides*. Almost none of the isolates was able to induce symptoms on plantlets. The results from plantlet inoculation were insufficient to differentiate among isolates according to their host specificity or aggressiveness.

This work studied the reaction of green and mature fruits to inoculation with different *Colletotrichum* spp. isolates onto 11 *Capsicum* genotypes (fruits of the species *Capsicum annuum*, *C. baccatum* e *C. chinense*). Green fruits of *C. annuum* were consistently more susceptible than mature fruit, irrespective of the isolate tested. When inoculated with the *C. gloeosporioides* isolates, *C. baccatum* and *C. chinense* fruits

responded the same way. However, when these *Capsicum* species were inoculated with the *C. acutatum* isolate, larger lesions were verified in mature fruit. All three *Capsicum* species presented genetic variability as to susceptibility to *Colletotrichum* spp., from extremely susceptible to resistant, demonstrating that the genus includes promising sources for breeding for anthracnose resistance.

The effects of chemical control, soil mulch and nitrogen fertilization on the progress of sweet-pepper anthracnose were studied in two series of field experiments. Experiments were conducted in the winter (March to July) and summer (September to December) seasons, with sweet-pepper hibrid “Maximos F1”. Chemical treatments were Potassium phosphate dibasic ( $K_2HPO_4$ ) and Chlorotalonil, and soil mulch treatments were plastic mulch and organic (*Andropogon* sp.) mulch, in a total of four treatment-combinations, in a randomized complete block design (RCBD), replicated four times. In separate experiments, the effect of four levels of nitrogen fertilization (0 Kg/ha, 50 Kg/ha, 150 Kg/ha and 450 Kg/ha de N) were tested in the winter and summer seasons. Nitrogen was applied in the form of urea (45-46 % N) and the experiments followed a RCBD, with four replicates. Results showed that severity of sweet-pepper anthracnose is affected by planting season, soil mulch and chemical control. Disease severity was much larger in the summer than in the winter season, larger with  $K_2HPO_4$  than Chlorotalonil, and also larger with plastic mulch than organic mulch. In the winter season, the effect of the organic mulch was better noted under  $K_2HPO_4$ , while disease progress rates were uniformly low with Chlorotalonil, irrespective of mulch type. On the other hand, on the summer season, the effect of organic mulch was better noted under Chlorotalonil, while disease progress rates were uniformly high with  $K_2HPO_4$ , irrespective of soil cover type. In the summer, however, no treatment-combination gave sufficient disease control. The highest nitrogen dose (450 Kg/ha) resulted

in significantly larger disease severities in both seasons, while anthracnose levels did not differ among the remaining doses from 0 to 150 Kg/ha.

## **Capítulo 1**

### **Agressividade e identificação de isolados de *Colletotrichum* associados à antracnose de Solanaceae cultivadas**

## RESUMO

A antracnose em pimentão e pimentas pode ser causada por várias espécies de fungos do gênero *Colletotrichum* mas, no Brasil, a maioria dos relatos identificam *Colletotrichum gloeosporioides* como o principal agente causal da doença, com raros registros das demais espécies. Vinte e dois isolados de *Colletotrichum* sp. foram estudados quanto ao crescimento micelial, coloração de colônias e morfometria e morfologia de conídios, e agressividade a frutos e plântulas de *Capsicum* e outras solanáceas. Os isolados foram cultivados em BDA+ (batata-dextrose-agar e antibiótico cloranfenicol) e mantidos no escuro a 28° C. As médias de crescimento de cada isolado foram obtidas por medições do maior diâmetro micelial (em centímetros), assim como registradas as colorações de cada um. A morfologia e morfometria de conídios foi determinada com base em 50 espécimens, obtidos de colônias com 1 mês de idade. A agressividade foi estimada pela medida da área de lesão a partir da inoculação com suspensão de esporos diretamente em frutos (de pimentão e jiló) com ferimento pontual. Testes em plântulas foram executados em casa-de-vegetação, utilizando-se quatro cultivares de jiló e uma de pimentão. Nove dos onze isolados de pimentão e de pimenta apresentaram conídios de morfologia reto-cilíndrica, com comprimento médio de até 12,7 µm enquanto somente um dos seis isolados de jiló apresentou formato reto-cilíndrico, com comprimento de 11,32 µm. Os demais isolados de jiló apresentaram conídios fusiformes e comprimento médio de até 10,6 µm. Todos os cinco isolados de pimenta foram classificados como *C. gloeosporioides*, assim como a maioria dos de pimentão e um isolado de jiló. Os demais isolados foram identificados como *C. acutatum*. *C. acutatum* foi a espécie predominante entre os isolados de jiló. Os isolados mais agressivos em frutos de jiló foram aqueles originalmente isolados de frutos desta

mesma espécie. Em geral, estes isolados foram também patogênicos ao pimentão. Os isolados que causaram maiores lesões em pimentão foram os isolados de pimenta e pimentão, e estes geralmente não foram capazes de causar lesões em frutos de jiló. Os isolados mais agressivos aos frutos de jiló são da espécie *C. acutatum*, enquanto que os isolados mais agressivos ao pimentão são da espécie de *C. gloeosporioides*. A grande maioria dos isolados não foi capaz de causar sintomas em plântulas. Os resultados dos testes em plântulas foram insuficientes para diferenciar a agressividade ou a especificidade dos isolados.

## ABSTRACT

Although pepper and sweet-pepper anthracnose may be caused by several *Colletotrichum* species, most domestic (Brazilian) reports identify *Colletotrichum gloeosporioides* as the main causal agent, with rare records of other species. Twenty-two *Colletotrichum* isolates were studied as to their mycelial growth, colony coloration and conidial morphology and morphometrics, as well as to their aggressiveness to *Capsicum* fruits and plantlets. Isolates were grown in PDA+ (potato-dextrose-agar amended with cloranfenicol) in the dark at 28° C. Colony growth was estimated by measurements of the largest mycelial diameter (in cm), and colony color was recorded. Conidial morphology and morphometrics were determined in 50 specimens from one-month old colonies. Aggressiveness was determined on the basis of the symptomatic area that developed following spore inoculation onto sweet pepper and *S. gilo* fruits after tissue pinhole puncturing. Tests on plantlets were done in the greenhouse, using four *Solanum gilo* and one sweet pepper cultivar. Nine out of eleven sweet-pepper isolates had cylindrical conidia, with lengths up to 12.7 µm, while most *S. gilo* isolates presented fusiform conidia, and their maximum mean length reached 10.6 µm. All five pepper isolates belonged to the *C. gloeosporioides* taxon, as well as the majority of sweet-pepper isolates and one *S. gilo* isolate. Most of the remaining isolates were identified as *C. acutatum*. *C. acutatum* was the predominant species among *S. gilo* isolates. The most aggressive isolates on *S. gilo* fruits were the ones that were originally isolated from this same species, and they were generally pathogenic to sweet-pepper as well. In agreement, most aggressive isolates to sweet-pepper were obtained from pepper and sweet-pepper, but these were not capable of inducing symptoms on *S. gilo* fruits. The most aggressive isolates to *S. gilo* fruits belong to *C.*

*acutatum*, while most aggressive isolates to sweet-pepper belong to *C. gloeosporioides*. Almost none of the isolates was able to induce symptoms on plantlets. The results from plantlet inoculation were insufficient to differentiate among isolates according to their host specificity or aggressiveness.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Gênero *Colletotrichum*

A antracnose em pimentão e pimentas pode ser causada por várias espécies de fungos do gênero *Colletotrichum*, tais como *C. gloeosporioides*, *C. capsici*, *C. acutatum*, *C. dematium* e *C. coccodes*. No Brasil, a maioria dos relatos identifica *Colletotrichum gloeosporioides* como o principal agente causal da doença, com raros registros das demais espécies (Mendes et al., 1998). *Colletotrichum gloeosporioides* também causa antracnose em pré ou pós-colheita em vários outros frutos, como morango, manga, caju, banana, goiaba, maçã, mamão e outras mais (Freeman et al., 1998; Lopez, 2001). Recentemente, Tozze Jr. et al. (2004) relataram associação de *C. acutatum* à antracnose de solanáceas utilizando técnicas de PCR com marcadores para essa espécie e, posteriormente, caracterizaram isolados de *Colletotrichum* associados a esses hospedeiros (Tozze Jr. et al., 2006).

A antracnose é considerada uma das principais doenças de pimentão (*Capsicum annuum* L.). Embora possa causar também tombamento em mudas, necrose e mancha foliar, sua importância concentra-se nas lesões que provoca em frutos, em campo ou pós-colheita (Lopes et al., 2003). Os frutos colhidos doentes tornam-se imprestáveis para comercialização e consumo e, ainda que não apresentem sintomas, estes ainda podem se manifestar na pós-colheita, causando grandes percentuais de perdas.

O gênero *Colletotrichum* engloba os fungos imperfeitos pertencentes à ordem *Melanconiales* da classe *Coelomycetes*, os quais apresentam associação teleomórfica com ascomicetos do gênero *Glomerella* (Sutton, 1980).

*Colletotrichum* inclui diversas espécies, de saprófitas a fitopatógenos, sendo considerado um dos principais patógenos mundiais. Os membros patogênicos de *Colletotrichum* ocorrem em diversas espécies de hospedeiros, desde culturas agrícolas e plantas medicinais, aos arbustos e árvores silvestres, causando podridões em colmos, caules e frutos, seca de ponteiros, manchas foliares, infecções latentes e antracnoses. As antracnoses são descritas como lesões necróticas profundas e delimitadas nos tecidos (Bailey & Jeger, 1992).

A literatura apresenta pequenas variações nas descrições de *C. gloeosporioides* (Penz) Penz & Sacc. As principais características relatadas por Sutton (1992) são: conídios retos e cilíndricos, formados geralmente em massas de coloração salmão, medindo de 12-17 x 3,5-6 µm e apressórios clavados, ovados, obovados ou lobados de coloração castanha medindo de 6-20 x 4-12 µm. A espécie *C. acutatum* possui conídios retos e fusiformes, medindo 8,5-16,5 x 2,5-4 µm e apressórios clavados, ovados, obovados ou lobados medindo 8,5-10 x 4,5-6 µm. Uma das diferenças culturais entre isolados de *C. gloeosporioides* e de *C. acutatum*, oriundos de morangueiro e de macieira (Smith & Black, 1990; Denoyes & Baudry, 1995; González & Sutton, 2005), é uma menor taxa de crescimento micelial de *C. acutatum* em meio BDA.

De acordo com Cannon (2001), as colônias de *Colletotrichum* são muito variáveis, escleródios ocasionalmente presentes e com grande número de hospedeiros. *C. gloeosporioides* possui conídios de 9-24 x 3-4,5 µm de comprimento, estreitos, cilíndricos, arredondados nas extremidades e geralmente sem o teleomorfo *Glomerella*. Pernezny et al. (2003) descreve *C. gloeosporioides* com conídios hialinos, cilíndricos e medindo 11,1-18,5 x 2,7-5 µm.

## 1.2. Caracterização morfológica e morfométrica

A correta identificação das espécies de *Colletotrichum* é de fundamental importância para o manejo adequado das diversas doenças causadas por esse grupo de patógenos (Mills et al., 1992).

A identificação das espécies de *Colletotrichum* patogênicas é feita tradicionalmente através de caracteres como morfologia e morfometria de conídios e apressórios, coloração da colônia, taxa de crescimento micelial, patogenicidade (Smith & Black, 1990; Sutton, 1992; Gunnel & Gubler, 1992; Tanaka & Passos, 1998; Fernandes et al., 2002; Tozze Jr. et al., 2006), presença de peritécio (Howard & Albrechts, 1984; Smith & Black, 1990) e também através de sensibilidade à benomyl (Fernandes et al., 2001; Mello et al., 2003; Mello & Massola Jr., 2004; González & Sutton, 2005; Tozze Jr. et al., 2006).

Atualmente, técnicas moleculares, associadas a características morfológicas e biológicas também têm sido empregadas para diferenciação e caracterização de espécies (Freeman & Rodriguez, 1995; Bernstein et al., 1995; Freeman & Katan, 1997; Freeman et al., 1998; Lopez, 2001; Andrade, 2003; Tozze Jr. et al., 2004).

As dificuldades encontradas nas identificações das espécies de *Colletotrichum* com base em critérios clássicos de taxonomia (como forma e tamanho de conídios e apressórios, presença ou ausência e forma de setas, presença ou ausência de escleródios e peritécios e grau de patogenicidade em hospedeiros) estão relacionadas à grande variabilidade desse fungo em diferentes condições ambientais (Mills et al., 1992; Sutton, 1992; Waller, 1992). Em diversos casos, encontra-se uma grande variabilidade entre isolados identificados dentro da mesma espécie (Lopez, 2001).

A diferenciação entre espécies baseada na gama de hospedeiros ou hospedeiro de origem pode não ser um critério confiável para separação das espécies de *C. gloeosporioides*, *C. acutatum*, *C. dematium*, *C. graminicola* (Sutton, 1992; Freeman et al., 1998; Pernezny et al., 2003). Ivey et al. (2004), objetivando identificar isolados oriundos de pimentão, registraram que as características morfológicas não são suficientes para separar o agente causal da antracnose, que pode ser *C. gloeosporioides* ou *C. acutatum*. Dados conclusivos só foram obtidos através do uso de PCR com primers específicos para ambas espécies, seguido da análise do sequenciamento de nucleotídeos, demonstrando que a espécie era de *C. acutatum*.

Recentemente, Tozze Jr. et al. (2006) realizou a caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *Colletotrichum* sp. causadores de antracnose em solanáceas, através da medição do tamanho e forma de conídios e forma de apressórios, além de crescimento sob diferentes temperaturas, utilização de algumas fontes de carbono e sensibilidade ao fungicida benomyl. Os isolados estudados foram, em sua maioria, oriundos de São Paulo.

### **1.3. Agressividade em frutos de solanáceas**

A agressividade é caracterizada como a quantidade de doença produzida por patógeno virulento em determinado tempo, podendo ser medida quantitativamente de acordo com avaliações dos componentes epidemiológicos: severidade, incidência, período de latência, período de incubação, taxa de expansão de lesões (Andrivon, 1993; Bergamin Filho et al., 1995).

Vários relatos sobre a grande variabilidade do agente da antracnose são encontrados na literatura, tanto em relação a características morfológicas e fisiológicas, quanto patogenicidade (Takatsu, 1970; Madeira, 1989; Pereira, 1995; Fernandes, 1997). Takatsu (1970) detectou três variantes fisiológicas do fungo *C. gloeosporioides* em solanáceas, dentre os 19 isolados estudados. Uma estirpe altamente patogênica ao pimentão (*Capsicum annuum*), berinjela (*Solanum melongena*) e jiloeiro (*Solanum gilo*) em qualquer fase de maturação do fruto; uma que infectava exclusivamente frutos maduros de pimentão e uma terceira, incapaz de infectar qualquer das solanáceas.

Madeira (1989) estudou a variabilidade de 12 isolados de *C. gloeosporioides* obtidos de jiloeiro, berinjela e pimentão por meio de inoculações em plântulas desses hospedeiros, observando alta e indistinta patogenicidade dos isolados de berinjela ou jiloeiro para ambos os hospedeiros.

Pereira (1995) inoculou 20 isolados provenientes de jiló e pimentão em frutos e relatou que isolados de *C. gloeosporioides* eram mais agressivos aos frutos das espécies das quais foram originalmente obtidos. Isolados de pimentão foram também patogênicos a frutos de jiloeiro e isolados de jiló apresentaram especialização para esse hospedeiro, não atacando pimentão.

Dado ao crescimento da importância da antracnose do pimentão e do jiló observada no Distrito Federal e a falta de informações recentes sobre a identidade e a agressividade dos agentes causais de antracnose na região de Brasília-Goiás, o objetivo desse capítulo foi realizar a identificação dos isolados de *Colletotrichum* de Solanaceae cultivadas, através de morfometria e morfologia de conídios, taxa de crescimento micelial e coloração da colônia em meio BDA, assim como teste de agressividade em frutos e plântulas de pimentão verde e jiló.

## **2. MATERIAL & MÉTODOS**

### **2.1. Crescimento micelial, coloração de colônias, morfometria e morfologia de conídios e identificação de isolados**

Dezoito isolados de *Colletotrichum* sp. da Coleção Micológica da Embrapa Hortaliças e quatro isolados oriundos da Coleção Micológica da Universidade de Brasília- UnB, obtidos de frutos de solanáceas cultivadas e de várias regiões do país (Tabela 1), foram identificados quanto ao crescimento micelial, coloração de colônias e morfometria e morfologia de conídios.

Para determinação de crescimento micelial e de coloração de colônia, os isolados foram repicados em meio BDA+ (batata-dextrose-agar e antibiótico cloranfenicol) e mantidos no escuro a 28° C. Sete dias após a repicagem, foram feitas as medições do maior diâmetro micelial (em centímetros) e obtidas as médias de crescimento de cada isolado, assim como registradas as colorações de cada um. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e a unidade experimental foi uma placa de Petri com uma colônia.

As medidas de morfometria e morfologia foram realizadas em colônias com um mês de crescimento em BDA, através da observação de lâminas de culturas em microscópio óptico na objetiva com aumento de 40 vezes e ocular de 10 vezes. Foram medidos o comprimento e a largura de 50 conídios de cada isolado, assim como avaliados seus formatos, para comparação com as descrições das espécies de *Colletotrichum*, de acordo com Sutton

(1992) e taxa de crescimento micelial de acordo com Smith & Black (1990), Denoyes & Baudry (1995) e González & Sutton (2005).

## **2.2. Agressividade de isolados em frutos de *Capsicum annuum* e *Solanum gilo***

A agressividade foi estimada pela medida da área de lesão a partir da inoculação com suspensão de esporos diretamente em frutos com ferimento pontual produzido por alfinete. Foram utilizados frutos recém-colhidos e sem sinais da doença de pimentão verde (cv. Maximos F1- Clause Seed) e “jiló preto” (cv. Escura e Globular) produzidos em campo e oriundos do Núcleo Rural Taquara, região produtora do Distrito Federal. Os frutos foram submetidos à assepsia superficial com álcool antes do ferimento e inoculação.

Para produção de inóculo os 22 isolados, anteriormente caracterizados (Tabela 2), foram repicados em BDA+ e incubados a 24-25°C e 12 h de fotoperíodo. Foram inoculados 15 µl da suspensão de esporos de concentração de, em média,  $5 \times 10^6$  esporos/ml.

Os frutos inoculados foram transferidos e mantidos em câmaras úmidas sob as mesmas condições de incubação dos isolados. Aos onze dias após inoculação, efetuou-se a leitura do tamanho de área lesionada, segundo a metodologia descrita abaixo.

### **- Estimativa de área lesionada:**

A estimativa de área lesionada foi feita através da sobreposição de transparência de milimetrada na seção lesionada do fruto e contagem do número de quadrados de 0,25 cm<sup>2</sup> de área. Usando a mesma transparência, calculou-se a área média da seção (dos frutos de

pimentão e jiló) e resultados da fórmula “área lesionada/ área da seção da fruto x 100” foram usados na comparação da área infectada dos frutos para cada isolado (Figura 1).

### **2.3. Agressividade de isolados em plântulas de *Capsicum annuum* e *Solanum gilo***

Testes em plântulas foram executados em casa-de-vegetação a uma temperatura de  $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , utilizando-se quatro cultivares de jiló (cv. Teresópolis Gigante- Topseed Premium; cv. Morro Grande- Sakata seed; cv. Comprido Grande Rio- Sakata seed; cv. português- Sakata seed) e a cv. “Maximos F1” (Clause seed), de pimentão verde. Cada um dos 22 isolados foi inoculado, em plântulas de todas as cultivares, trinta dias após semeadura. A inoculação foi feita por meio da aspersão da suspensão de esporos ( $5 \times 10^6$  esporos/ml) e aplicados sobre as plântulas até o ponto de escorrimento. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida (cobertas por saco plástico) por 15 horas no período da noite. Seis dias depois, registraram-se as mudas que apresentassem sintomas de necrose. O experimento foi repetido duas vezes. Na segunda repetição, foi testado o efeito de ferimento em metade das plantas da unidade experimental. Os testes foram realizados em plântulas com ferimento (através do esfregão de carborundum na superfície adaxial das folhas) e sem ferimento.

## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Crescimento micelial, coloração de colônias, morfometria e morfologia de conídios e identificação de isolados**

Quanto ao crescimento micelial, dos 22 isolados avaliados, 21 apresentaram crescimentos miceliais entre 3,9 e 5,7 cm aos 7 dias de incubação. O isolado 'CNPH 61', de pimentão, destacou-se dos demais por ter apresentado crescimento da colônia de 8,3 cm de diâmetro. Houve alguma correspondência entre o crescimento micelial e a morfologia de conídios, com os isolados de conídios fusiformes com crescimento médio de 4,39 cm aos 7 dias (4,13 cm – 5 cm), enquanto os conídios cilíndricos apresentaram crescimento médio de 5,35 cm aos 7 dias (3,9 cm– 8,33 cm) (Tabela 2).

Nove dos onze isolados de pimentão e de pimenta apresentaram conídios de morfologia reto-cilíndrica, com medidas de comprimento variando de 6,78 a 12,7  $\mu\text{m}$ . Apenas dois isolados, ambos de pimentão, possuíam morfologia reto-fusiforme com comprimento variando de 4,37 a 8,78  $\mu\text{m}$ .

Somente um dos seis isolados de jiló apresentou formato reto-cilíndrico, com comprimento de 11,32  $\mu\text{m}$ . Os demais isolados apresentaram conídios reto-fusiformes, com comprimento entre 9,48 a 10,64  $\mu\text{m}$ . Em geral, a média do comprimento de conídios reto-cilíndricos é sempre maior que os conídios reto-fusiformes.

As medidas de largura não foram úteis para separação dos isolados por hospedeira e não se relacionaram com a morfologia dos conídios. A coloração micelial das colônias também não foi um critério determinante, visto que as colônias apresentaram padrões de coloração semelhantes, variando de branco a cinza-claro.

A predominância do formato reto cilíndrico ou reto fusiforme (Sutton, 1980) foi a característica mais útil para identificação dos isolados como *C. gloeosporioides* ou *C. acutatum*, respectivamente. Baseado principalmente nesse critério e levando em consideração o crescimento micelial a 28° C e o comprimento de conídios, todos os cinco isolados de pimenta foram identificados como da espécie *C. gloeosporioides*, assim como

os isolados 'CNPH 20', 'CNPH 56', 'CNPH 60' e 'CNPH 61' de pimentão e o isolado CNPH 50, de jiló. Os demais isolados foram identificados como *C. acutatum*, com predominância entre os isolados de jiló.

### 3.2. Agressividade de isolados em frutos de *Capsicum annuum* e *Solanum gilo*

Todos os isolados causaram sintomas em pelo menos um dos frutos testados, com exceção de 'CNPH 41' (*Colletotrichum* sp.), 'CNPH 61' (*C. gloeosporioides*), 'UnB 2100' (*C. acutatum*) e 'UnB 945' (*C. gloeosporioides*) (Figura 2).

Os isolados mais agressivos em frutos de jiló foram aqueles originalmente isolados de frutos desta mesma espécie. Em geral, estes isolados foram também patogênicos ao pimentão. Os isolados que causaram maiores lesões em pimentão foram os oriundos de pimenta e pimentão, e estes geralmente não foram capazes de causar lesões em frutos de jiló. Os isolados de tomate e morango não causaram sintomas em nenhum dos frutos testados. O isolado 'UnB 958' (*C. gloeosporioides*), de berinjela, causou sintomas tanto em jiló quanto pimentão, provocando maiores lesões naquele.

Os isolados mais agressivos aos frutos de jiló são da espécie *C. acutatum*, enquanto que os isolados mais agressivos ao pimentão são da espécie de *C. gloeosporioides*. Devido ao menor tamanho dos frutos, as lesões em jiló foram mais severas que as lesões em pimentão, com porcentagem de área lesionada atingindo 38%, após inoculação com 'CNPH 50' (*C. gloeosporioides*). Quanto aos frutos de pimentão, a maior porcentagem de área lesionada foi encontrada na inoculação do isolado 'CNPH 56' (*C. gloeosporioides*), com 16% de área atingida.

### 3.3. Agressividade de isolados em plântulas de *Capsicum annuum* e *Solanum gilo*

No primeiro ensaio, somente seis isolados (dos vinte e dois avaliados) causaram lesões em plântulas. De um total de vinte plantas de cada cultivar, apenas quatro apresentaram lesões para ‘CNPH 39’- *C. acutatum* e ‘CNPH 35’ -*Colletotrichum* sp. (de jiló); doze plantas para ‘CNPH 5’ -*C. gloeosporioides* e ‘CNPH 53’- *C. gloeosporioides* (de pimenta) e três para ‘CNPH 20’- *C. gloeosporioides* e ‘CNPH 28’- *C. acutatum* (de pimentão). No segundo ensaio, além desses isolados, também provocaram sintomas o ‘CNPH 45’ (jiló), ‘CNPH 1’ e ‘CNPH 6’ (pimenta) e ‘UnB 1391’ (pimentão).

No primeiro ensaio, a cultivar de jiló “Grande Rio” foi a única a não apresentar necrose, enquanto que as demais cultivares apresentaram entre três a oito plântulas necrosadas. O pimentão “Maximus F1” registrou apenas três plantas doentes, uma da inoculação do isolado ‘CNPH 53’- *C. gloeosporioides* e duas do isolado ‘CNPH 28’- *C. acutatum*.

No segundo ensaio, as cultivares “Grande Rio” e “Morro Grande” apresentaram menor número de plântulas necrosadas, com oito e três plantas necrosadas, respectivamente, entre 80 plântulas testadas. A cultivar de jiló “Teresópolis” foi a que registrou maior número de plantas necrosadas, totalizando 31 mudas sintomáticas entre 80 inoculadas. Os isolados mais agressivos foram ‘CNPH 39’ e ‘CNPH 28’, ambos de *C. acutatum*, que causaram sintomas em todas as cultivares de jiló, mas nenhum em pimentão. Apenas doze mudas de pimentão apresentaram lesões.

Não foi observado efeito de ferimento na expressão de sintomas em plântulas.

## 4. DISCUSSÃO

#### **4.1. Crescimento micelial, coloração de colônias, morfometria e morfologia de conídios e identificação de isolados**

A taxa de crescimento micelial em resposta à temperatura de 28° C de *Colletotrichum acutatum* foi, em média, menor que a taxa de crescimento micelial apresentada por *C. gloeosporioides*. Para isolados de morango, maçã e solanáceas, a tendência de isolados de *C. acutatum* é ter menor crescimento micelial em meio, comparativamente ao *C. gloeosporioides* (Gunnell & Gubler, 1992; González & Sutton, 2005; Tozze Jr. et al., 2006), o mesmo observado nesse trabalho.

Tozze Jr. et al. (2006) caracterizaram morfologicamente isolados de solanáceas como *C. acutatum* e *C. gloeosporioides* segundo descrições de Sutton (1992), encontrando conídios de *C. acutatum* (todos oriundos de jiló) com comprimentos entre 10,2 e 12,9 µm e, de *C. gloeosporioides* (todos de pimentão e pimenta), entre 10,7 e 15,3 µm. A morfometria de conídios de *C. acutatum* (Sutton, 1992) e *C. gloeosporioides* descrita por Sutton (1992), Cannon (2001), Pernezny (2003) e Tozze Jr. et al. (2006) não foi suficiente para diferenciação dos isolados avaliados, que se mostraram com comprimentos menores aos relatados por esses autores.

Smith & Black (1990) e Gunnell & Gubler (1992) compararam espécies de *Colletotrichum* oriundas de morangueiro. Eles registraram que conídios de *C. acutatum* são menores que os oriundos de *C. gloeosporioides* e possuem formato elíptico-fusiforme, enquanto conídios de *C. gloeosporioides* são oblongos e de extremidades obtusas. Dependendo do meio de cultura usado, os conídios podem exibir uma variação considerável na morfologia (Gunnell & Gubler, 1992; Bueno et al., 2005). A mesma relação

foi observada neste estudo, para os isolados de *C. acutatum* e *C. gloeosporioides* de solanáceas cultivadas.

As características culturais são bastante difundidas para distinguir isolados de *Colletotrichum* sp., mas esses fatores são muitas vezes insuficientes e contraditórios, em decorrência da elevada diversidade genética e molecular do gênero. Faz-se necessária a uniformização das metodologias adotadas, para que resultados mais satisfatórios sejam obtidos. A coloração em meio BDA não auxiliou na identificação das espécies, tendo em vista a uniformidade apresentada por todos os isolados. Colônias de *C. gloeosporioides* costumam variar de branco a cinza-claro ou cinza-escuro e colônias de *C. acutatum*, de branco a róseo-salmão (Smith & Black, 1990; Gunnell & Gubler, 1992; Berstein et al., 1995).

Nesse trabalho, a identificação dos isolados (de procedência predominantemente da região Centro-Oeste) só foi possível através da associação de mais de uma característica cultural, como comprimento, morfologia de conídios e, secundariamente, crescimento micelial. A separação dos isolados por espécie apresentou correlação com o hospedeiro original, revelando que isolados de pimentão são, em sua maioria, de *C. gloeosporioides*, os de pimenta são somente de *C. gloeosporioides* e, os de jiló, de maioria, *C. acutatum*. Resultados semelhantes de separação de espécies de *Colletotrichum* sp. por hospedeira foram obtidos por Tozze Jr. et al. (2006) com isolados oriundos, em sua maioria, do estado de São Paulo. Os autores verificaram que todos os isolados de pimentão e pimenta são da espécie *C. gloeosporioides* e que todos os de jiló são de *C. acutatum*.

#### **4.2. Agressividade de isolados em frutos de *Capsicum annuum* e *Solanum gilo***

Os resultados confirmam a tendência dos isolados apresentarem maior agressividade aos frutos de seus hospedeiros de origem (especificidade patógeno x hospedeiro). O mesmo já foi detectado por Pereira (1995) e Fernandes et al. (2002). Essas variações nos níveis de infecção dos isolados demonstram diversidade patogênica inter e intra-específica. Os isolados de jiló, predominantemente *C. acutatum*, apresentaram maior versatilidade, atacando tanto *Solanum gilo* quanto representantes de *Capsicum* sp., enquanto os representantes de *C. gloeosporioides* de pimentão e pimenta foram mais agressivos para pimentão e foram pouco agressivos ou não patogênicos a *S. gilo*. O isolado UnB 1391 de *C. acutatum*, originário de pimentão, apresentou comportamento semelhante aos demais isolados da mesma espécie originários de jiló. Ausência de lesões de alguns isolados pode ter sido devida à perda de virulência durante o longo tempo de manutenção do isolado em meio de cultura.

#### **4.3. Agressividade de isolados em plântulas de *Capsicum annum* e *Solanum gilo***

Não houve diferença na resistência das cultivares testadas, com resultados variáveis do primeiro para o segundo ensaio. Os resultados foram insuficientes para diferenciar a agressividade ou a especificidade dos isolados em relação às plântulas testadas. De modo geral, os isolados de frutos de qualquer espécie não foram patogênicos em plântulas e apenas alguns isolados apresentaram reduzida patogenicidade.

De acordo com Nechet & Abreu (2002), testes realizados em mudas de *Coffea arabica* com isolados de *C. gloeosporioides*, oriundos de frutos, folhas e ramos de cafeeiro, não foram capazes de causar lesões em folhas ou necrose de ponteiros, apesar de terem causado sintomas em frutos verdes.

Recentemente, Pereira (2005) relatou que isolados de *Colletotrichum* sp. de *Capsicum* sp. respondem diferentemente à inoculações em frutos e plântulas, havendo dificuldade em se reproduzir, com precisão, resultados obtidos de inoculações em plântulas.

## 5. CONCLUSÕES

- *C. acutatum* está associada à antracnose das solanáceas;
- *C. acutatum* foi a espécie predominante entre isolados de jiló e foram mais agressivos aos frutos de jiló;
- *C. gloeosporioides* foi a espécie predominante entre isolados de pimenta e pimentão e mais agressivos aos frutos de pimentão;
- Testes em plântulas foram insuficientes para diferenciação da especificidade de isolados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. M. 2003. **Variabilidade morfo-cultural e patogênica de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya L.*)**. Tese (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade de Brasília.

ANDRIVON, D. 1993. Nomenclature for pathogenicity and virulence: the need for precision. **Phytopathology** 83 (9): 889-890.

BAILEY, J. A & JEGER, M. J. 1992. (Eds) ***Colletotrichum: Biology, Pathology and Control***. England, CAB Internacional Wallingford.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. 1995. **Manual de Fitopatologia**. Vol 1, 3ª ed., São Paulo.

BERNSTEIN, B.; ZEHR, E. I.; DEAN, R. A. 1995. Characteristics of *Colletotrichum* from peach, apple, pecan and other hosts. **Plant Disease** 79: 478-482.

BUENO, N. C.; TOZZE JR., H. J.; RAGO, A. M. & MASSOLA JR., N. S. 2005. Morfologia de conídios de *Colletotrichum acutatum* e *C. gloeosporioides* produzidos em diferentes substratos. **Fitopatologia Brasileira** 30: S134 (resumo).

CANNON, P. 2001. *Phyllachorales (Colletotrichum)*. (Session 11).Internacional Course on the Identification of Fungi of Agricultural and Environmental Significance. CABI Bioscience.

DENOYES, B. & BAUDRY, A. 1995. Species identification and pathogenicity study of French *Colletotrichum* strains isolated from strawberry using morphological and cultural characteristics. **Phytopathology** 85:53-57.

FERNANDES, M. C. A.; SANTOS, A.S. & RIBEIRO, R.L.D. 2001. Sensibilidade ao fungicida benomyl *in vitro* de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* provenientes de frutos de pimentão, jiló e berinjela. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo 68(2):89-95.

FERNANDES, M. C. A. SANTOS, A. S. & RIBEIRO, R. L. D. 2002. Adaptação patogênica de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* obtidos de frutos de jiloeiro, pimentão e berinjela. **Summa Phytopathologica** 28 (4): 325-330.

FERNANDES, M. C. A. 1997. **Variabilidade genética de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Penzig et Saccardo, obtidos de frutos de jiloeiro (*Solanum gilo Raddi*), berinjela (*Solanum melongena* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.) e estudo da herança da resistência em *Capsicum annuum***. Rio de Janeiro. 198 p. Tese (Doutorado em Genética)- Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FREEMAN, S & KATAN, T. 1997. Identification of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose and root necrosis of strawberry in Israel. **Phytopathology**, 87 (5): 516-521.

FREEMAN, S. & RODRIGUEZ, R. J. 1995. Differentiation of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose of strawberry by arbitrarily primed PCR. **Mycological Research**, 99(4): 501-504.

FREEMAN, S.; KATAN, T. & SHABI, E. 1998. Characterization of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose diseases of various fruits. **Plant Disease** 82 (6):596-605.

GONZÁLES, E. & SUTTON, T. B. 2005. Differentiation of isolates of *Glomerella cingulata* and *Colletotrichum* spp. associated with *Glomerella* leaf spot and bitter rot of apples using growth rate, response of temperature, and benomyl sensitivity. Online. **Plant Health Progress** doi: 10:1094/PHP-2005-079-01-RS.

GUNNEL, P. S. & GUBLER, D. W. 1992. Taxonomy and morphology of *Colletotrichum* species pathogenic to strawberry. **Mycologia** 84 (2): 157-165.

HOWARD, C. M. & ALBREGTS, E. E. 1984. Anthracnose of strawberry fruit caused by *Glomerella cingulata* in Florida. **Plant Disease** 68:824-825.

IVEY, M. L. L.; NAVA-DIAZ, C.; MILLER, S. A. 2004. Identification and management of *Colletotrichum acutatum* on immature Bell peppers. **Plant Disease** 88(11):1198-1204.

LOPES, C. A. & ÁVILA, A. C. 2003. **Doenças do Pimentão: diagnose e controle**. Brasília: Embrapa Hortaliças.

LOPEZ, A. M. Q. 2001. Taxonomia, patogênese e controle de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** vol 9, p. 291-338.

MADEIRA, M.C.B. 1989. **Caracterização de germoplasma de berinjela (*Solanum melongena* L.) e avaliação de resistência a *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Penzig et Saccardo**. Brasília, 267 p. Tese (Mestrado em Fitopatologia)- Universidade de Brasília.

MELLO, M. B. A.; MARTINS, B. A. B. & MASSOLA JR. 2003. Caracterização cultural e sensibilidade a benomyl de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* de hortaliças solanáceas. **Summa Phytopathologica**, 29(1)-56 (resumo).

MELLO, M. B. A. & MASSOLA JR., N. S. 2004. Caracterização patogênica, isoenzimática e sensibilidade a benomyl de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* de hortaliças solanáceas. **Summa Phytopathologica**, 30(1)-73 (resumo).

MENDES, M. A. S.; SILVA, V. L.; DIANESE, J. C.; FERREIRA, M.A.S.V.; SANTOS, C. E. N.; GOMES NETO, E.; URBEN, A. F.; CASTRO C. 1998. **Fungos em Plantas no Brasil**. Embrapa, SPI. 555p.

MILLS, P. R.; SREENIVASAPRAAD, S. & BROWN, A. E. 1992. Detection and differentiation of *Colletotrichum gloeosporioides* using PCR. **FEMS Microb. Lett.** 98:137-144. In: LOPEZ, A. M. Q. Taxonomia, patogênese e controle de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Vol 9. Pp 291-338. 2001.

NECHET, K. L. & ABREU, M. S. 2002. Caracterização morfológica e testes de patogenicidade de isolados de *Colletotrichum* sp. obtidos de cafeeiro. **Ciência Agrotécnica**, Lavras 26 (6): 1135-1142, nov/dez.

PEREIRA, M. J. Z. 2005. **Reação de acessos de *Capsicum* spp. a *Colletotrichum* sp., agente causal da antracnose das solanáceas.** Tese (Mestrado em Fitopatologia)-ESALQ, Piracicaba.

PEREIRA, R. M. F. V. 1995. **Caracterização morfológica, fisiológica, serológica e eletroforética de *Colletotrichum gloeosporioides* “SENSU” Arx, isolados de pimentão (*Capsicum annuum* L.) e jiló (*Solanum gilo* Raddi), e seu controle químico.** Piracicaba. 151 p. Tese (Doutorado em Agronomia)- escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

PERNEZNY, K.; ROBERTS, P. D.; MURPHY, J. F.; GOLDBERG, N. P. 2003. **Compendium of Pepper Diseases.** The American Phytopathological Society.

SMITH, B. J. & BLACK, L. L. 1990. Morphological, cultural and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. **Plant Disease** 74(1): 69-76.

SUTTON, B. C. 1980. **The Coelomicetes.** Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 696 pp.

SUTTON, B. C. 1992. The genus *Glomerella* and its anamorph. In: Bailey, J.A. & Jeger, M. J. ***Colletotrichum: Biology, Pathology and Control.*** England, CAB Internacional Wallingford, p. 1-26.

TAKATSU, A. 1970. **Estudos sobre agentes causais das antracnoses dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.), berinjela (*Solanum melongela* L.) e jiló (*Solanum gilo* Raddi.) que ocorrem nos núcleos rurais do Distrito Federal.** Piracicaba., 60 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo.

TANAKA, M. A. S. & PASSOS, F. A. 1998. Caracterização cultural e morfo-fisiológica de isolados de *Colletotrichum* causadores de antracnose de morangueiro em São Paulo. **Summa Phytopathologica** 24:145-151.

TOZZE JR., H. J.; BUENO, C. R. N. C. & MASSOLA JR. 2004. Caracterização morfológica e molecular de isolados de *Colletotrichum* sp. de hortaliças solanáceas. **Summa Phytopathologica** 30 (1)-73 (resumo).

TOZZE JR., H. J.; MELLO, M. B. A.; MASSOLA JR., N. S. 2006. Morphological and physiological characterization of *Colletotrichum* sp. isolates from solanaceous crops. **Summa Phytopathologica**, 32 (1): 71-79.

WALLER, J. M. 1992. *Colletotrichum* diseases of perennial and other cash crops. In: Bailey, J.A. & Jeger, M. J. 1992. (Eds). *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control* England, CAB Internacional Wallingford, p. 167-185.

**Tabela 1:** Hospedeiro, local de origem e código dos isolados de *Colletotrichum* sp. estudados.

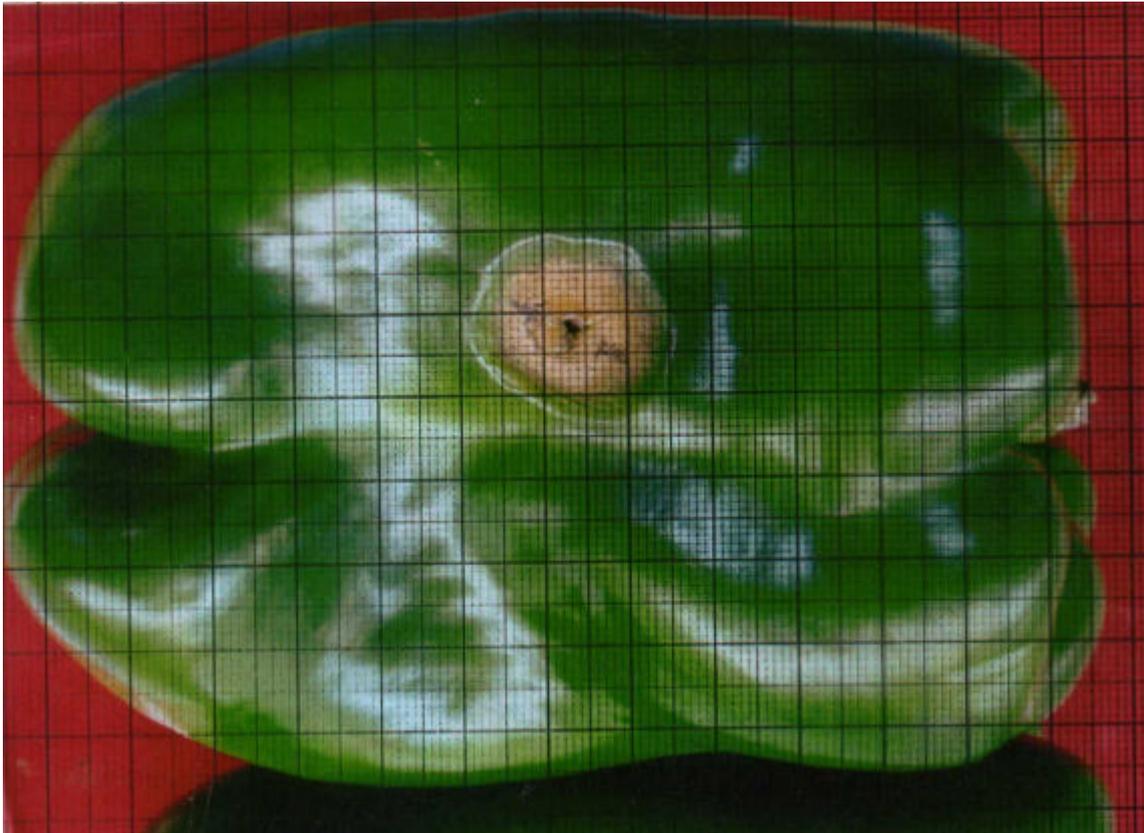
<b>Hospedeiro</b>	<b>Local de Origem</b>	<b>Código do Isolado</b>
<b>Jiló</b>	Distrito Federal	CNPH 12
	Minas Gerais	CNPH 13
	Distrito Federal	CNPH 35
	Distrito Federal	CNPH 39
	Distrito Federal	CNPH 45
	Londrina- PR	CNPH 50
	Bragança Paulista- SP	CNPH 51
<b>Pimenta</b>	São Paulo	CNPH 1
	São Paulo	CNPH 5
	São Paulo	CNPH 6
	Capão Redondo- SP	CNPH 21
	Recife-PE	CNPH 53
<b>Pimentão</b>	Distrito Federal	CNPH 20
	Distrito Federal	CNPH 28
	Goiás	CNPH 41
	Campinas- SP	CNPH 56
	Paulínia- SP	CNPH 60
	Recife-PE	CNPH 61
	Distrito Federal	UnB 1391
<b>Tomate</b>	Distrito Federal	UnB 945
<b>Berinjela</b>	N/D	UnB 958
<b>Morango</b>	Distrito Federal	UnB 2100

N/D: Informação não disponível

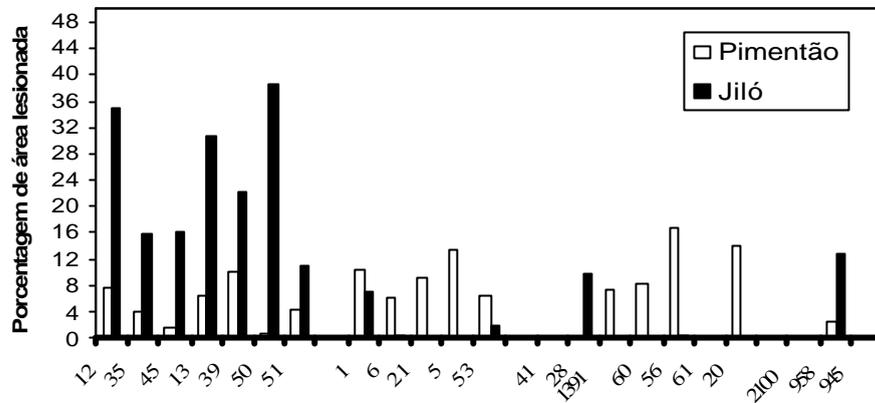
**Tabela 2:** Média de crescimento micelial (cm), morfologia e morfometria de conídios e identificação de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* e *C. acutatum* em meio BDA.

Isolados	Crescimento		Morfologia	Média de	Média de	Espécie de <i>Colletotrichum</i>
	Micelial (cm) / 7 dias	Comprimento (µm)		Largura (µm)		
<b>Jiló</b>	<b>CNPH 12</b>	4,16	fusiforme	10,11	2,5	<i>C. acutatum</i>
	<b>CNPH 13</b>	4,13	fusiforme	9,48	2,48	<i>C. acutatum</i>
	<b>CNPH 35</b>	4,47	N/I	11,01	2,9	<i>Colletotrichum</i> sp.
	<b>CNPH 39</b>	4,53	fusiforme	9,89	2,41	<i>C. acutatum</i>
	<b>CNPH 45</b>	4,23	fusiforme	10,64	2,42	<i>C. acutatum</i>
	<b>CNPH 50</b>	3,9	cilíndrico	11,32	2,51	<i>C. gloeosporioides</i>
	<b>CNPH 51</b>	4,33	fusiforme	10,42	2,43	<i>C. acutatum</i>
<b>Pimenta</b>	<b>CNPH 1</b>	5,57	cilíndrico	9,07	2,4	<i>C. gloeosporioides</i>
	<b>CNPH 5</b>	5,37	cilíndrico	10,49	2,46	<i>C. gloeosporioides</i>
	<b>CNPH 6</b>	5,37	cilíndrico	12,7	4,38	<i>C. gloeosporioides</i>
	<b>CNPH 21</b>	5,27	cilíndrico	9,61	2,92	<i>C. gloeosporioides</i>
	<b>CNPH 53</b>	4,57	cilíndrico	11,36	4,57	<i>C. gloeosporioides</i>
<b>Pimentão</b>	<b>CNPH 20</b>	4,77	cilíndrico	6,78	2,4	<i>C. gloeosporioides</i>
	<b>CNPH 28</b>	4,37	fusiforme	4,32	2,4	<i>C. acutatum</i>
	<b>CNPH 41</b>	5,67	N/I	10,91	2,4	<i>Colletotrichum</i> sp.
	<b>CNPH 56</b>	4,96	cilíndrico	12,7	4,38	<i>C. gloeosporioides</i> .
	<b>CNPH 60</b>	5,37	cilíndrico	8,9	2,42	<i>C. gloeosporioides</i>
	<b>CNPH 61</b>	8,33	cilíndrico	11,93	2,4	<i>C. gloeosporioides</i>
	<b>UnB 1391</b>	5	fusiforme	8,78	3,19	<i>C. acutatum</i>
<b>Tomate</b>	<b>UnB 945</b>	4,8	cilíndrico	7,01	2,41	<i>C. gloeosporioides</i>
<b>Berinjela</b>	<b>UnB 958</b>	5,05	cilíndrico	9,97	2,55	<i>C. gloeosporioides</i>
<b>Morango</b>	<b>UnB 2100</b>	5,6	fusiforme	10,57	2,57	<i>C. acutatum</i>

N/I: Não identificada



**Figura 1.** Metodologia para estimativa de área lesionada. Cada quadrado mede 0,1 cm de lado. Para estimativa de área lesionada foram utilizados os quadrados com lados de 0,5 cm. No exemplo acima, a área da lesão é estimada em 4,75 cm<sup>2</sup>.



**Figura 2.** Porcentagem de área lesionada onze dias após inoculação em frutos de jiló e de pimentão com ferimento. Isolados 12, 35, 45, 13, 39, 50 e 51 oriundos de jiló; isolados 1, 6, 21, 5 e 53 oriundos de pimenta; isolados 41, 28, 1391, 60, 56, 61 e 20 oriundos de pimentão e isolados 2100, 958 e 945 oriundos de morango, berinjela e tomate, respectivamente.

## **Capítulo 2**

**Efeito do estágio fisiológico dos frutos de pimenta (*Capsicum* spp.) na  
infecção por *Colletotrichum* spp.**

## RESUMO

Uma das mais importantes doenças de campo e pós-colheita de pimentões e pimentas do gênero *Capsicum* é a antracnose, causada por *Colletotrichum* spp. Este trabalho estudou a reação de frutos verdes e maduros à inoculação com diferentes espécies de *Colletotrichum* em 11 genótipos de *Capsicum*. Frutos pertencentes às espécies *Capsicum annuum* ('Pimenta doce' código 0689, 'Dedo-de-moça' código 0675 e duas ornamentais - 'de campo' código 2953 e 'de estufa'); *C. baccatum* ('Cambuci' código 1363, 'Cambuci' var. *praetermissum* código 2908 e 'Cumari verdadeira' código 2964); e *C. chinense* ('Bode vermelha' código 3239, 'Cumari-do-Pará' código 3700, 'Biquinho' código 3779 e 'PQP' código 3692) foram utilizados. Foram inoculados frutos verdes e maduros com dois isolados de *C. gloeosporioides* e um de *C. acutatum*, selecionados entre aqueles que se mostraram mais agressivos em testes preliminares. Após ferimento dos frutos com agulha, depositou-se 15 µl da suspensão de  $2,5 \times 10^5$  esporos/ml sobre a abertura. Em seqüência, os frutos foram incubados em câmara úmida, sob fotoperíodo de 12 h, a 24°-25° C. A leitura do tamanho da lesão em fruto foi efetuada aos seis dias após a inoculação. Frutos verdes de *C. annuum* se mostraram consistentemente mais suscetíveis que frutos maduros contra todos os isolados testados. A mesma resposta foi observada em *C. baccatum* e *C. chinense* quando inoculados com isolados de *C. gloeosporioides*. Entretanto, para inoculações com *C. acutatum*, as maiores lesões ocorreram em frutos maduros. Todas as três espécies de *Capsicum* testadas apresentaram diversidade quanto a suscetibilidade à *Colletotrichum* spp., variando de materiais extremamente suscetíveis até com bom nível de resistência, mostrando que o germoplasma desse gênero tem fontes de resistência promissoras para o melhoramento para resistência à antracnose.

## ABSTRACT

One of the most important field and post-harvest diseases of *Capsicum* peppers and sweet-peppers is anthracnose, caused by *Colletotrichum* spp. This work studied the reaction of green and mature fruits to inoculation with different *Colletotrichum* spp. isolates onto 11 *Capsicum* genotypes. Fruit of the following species and varieties were tested: *Capsicum annuum* (codes 0689, 0675, 2953 and 'glasshouse ornamental'); *C. baccatum* ('Cambuci' code 1363, 'Cambuci' var. *praetermissum* code 2908 and 'Cumari' code 2964); e *C. chinense* ('Bode' code 3239, 'Cumari-do-Pará' code 3700, 'Biquinho' code 3779 and 'PQP' code 3692). Green and mature fruits were inoculated with two isolates of *C. gloeosporioides* and one of *C. acutatum*, previously selected for aggressiveness in preliminary tests. Inoculations were done with 15 µl of a conidial suspension ( $2.5 \times 10^5$  spores/ml) onto a pinhole, made with a sterile needle. Inoculated fruits were subsequently incubated in a humid chamber at 24°-25° C and 12 h photoperiod. Measurements of fruit lesions were done six days after the inoculation. Green fruits of *C. annuum* were consistently more susceptible than mature fruit, irrespective of the isolate tested. When inoculated with the *C. gloeosporioides* isolates, *C. baccatum* and *C. chinense* fruits responded the same way. However, when these *Capsicum* species were inoculated with the *C. acutatum* isolate, larger lesions were verified in mature fruit. All three *Capsicum* species presented genetic variability as to susceptibility to *Colletotrichum* spp., from extremely susceptible to resistant, demonstrating that the genus includes promising sources for breeding for anthracnose resistance.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. *Capsicum* sp.

As espécies do gênero *Capsicum*, conhecidas como pimentas e pimentões, são pertencentes à família Solanaceae. O centro de origem encontra-se nas Américas, a 7000 anos a.C. no México Central e são cultivadas em regiões tropicais e temperadas (Casali & Couto, 1984; Bianchetti, 1996). A importância econômica de pimentões e pimentas do gênero *Capsicum* vem crescendo no Brasil e em diversos países, com aumento do consumo *in natura* do pimentão ou processamento de molhos, temperos e conservas de pimentas. O pimentão destaca-se entre as solanáceas pelo seu consumo e importância econômica no Brasil e no exterior, principalmente nos Estados Unidos, México, Itália, Japão e Índia. Frutos de coloração verde e vermelha são mais aceitos comercialmente, embora aqueles de cor laranja, amarelo e até lilás, mais exóticos, podem alcançar maiores cotações de mercado (Fonseca, 1986). As pimentas do gênero *Capsicum* despontam como uma das culturas mais importantes como condimentos no mundo, sendo consumidas por um quarto da população mundial. A grande variabilidade genética existente pode ser observada pelos frutos, com diversas formas, coloração, tamanho e pungência (efeito picante). A última característica é exclusiva desse gênero e é atribuída aos alcalóides, especificamente capsaicina e a diidrocapsaicina (Carvalho et al.,2003).

O pimentão é uma das hortaliças mais apreciadas, consumidas e produzidas no Brasil e seu cultivo tem aumentado com a intensificação do cultivo protegido em casas-de-vegetação, que permitem extensão do tempo de colheita e melhores safras em períodos ambientais adversos. Apesar de diversos cuidados e inclusão de tecnologias ao sistema de

produção da cultura, as doenças ainda representam um sério entrave à produtividade, tanto em campo quanto em casa-de-vegetação. Existem diversas cultivares e híbridos no mercado (Carvalho et al., 2003; Lopes & Ávila, 2003).

No Brasil, cerca de 13 mil ha foram cultivados com pimentões em 2003, com produção concentrada nos estados de São Paulo e Minas Gerais. A produtividade média de pimenta é de 4 a 10 toneladas por hectare (t/ha) e, de pimentão, de 15 a 40 t/ha (Ribeiro e Cruz, 2003; Santos & Goto, 2006). No Distrito Federal, a Emater-DF registrou uma produtividade média de 30 t/ha de pimentão campo no ano de 2005 (Emater, 2006).

As espécies de pimentas mais cultivadas no Brasil e América Central são *Capsicum frutescens* (conhecidas como “malaguetas”), *C. baccatum* (var. *pendulum*, das pimentas “dedo-de-moça” e “cambuci” ; variedade *praetermissum*, das pimentas “cumari verdadeira” e cultivar *baccatum*, ambas semidomesticadas) e *C. chinense* (inclui as pimentas “bode”, “de cheiro” e “biquinho”). Várias regiões também incluem o plantio de pimentas das espécies de *C. annuum*, as mais cultivadas e de maior cultivar, conhecidas como pimentas doces. A cultivar de pimenta doce Agrônômica 11 foi desenvolvida em Campinas, tendo boa resistência ao Mosaico Y e a outras viroses, plantas vigorosas e produtivas (Casali & Couto, 1984; Embrapa, 2006).

O uso de cultivares e híbridos F<sub>1</sub> bastante produtivos e geneticamente resistentes à patógenos (inclusive nematóides) e à pragas constitui a alternativa ideal a ser adotada nos campos de produção. Tais cultivares apresentam a solução, muitas vezes duradoura, para certos problemas fitossanitários, são acessíveis à maioria dos agricultores e evitam a poluição do ambiente (Ferraz & Mendes, 1992). Novas cultivares de *Capsicum*, principalmente voltadas para processamento industrial com maior qualidade, produtividade e resistência às pragas e doenças são a exigência do mercado.

## 1.2. Antracnose e perdas

Uma das doenças mais limitantes do sistema de produção de pimentões e pimentas é a antracnose, causada por *Colletotrichum* spp. A doença é favorecida pela suscetibilidade do hospedeiro e condições climáticas, como alta temperatura e umidade. As lesões da antracnose nos frutos geralmente têm coloração alaranjada, correspondente a uma massa de esporos (conídios) produzidos juntos a uma mucilagem solúvel em água, razão pela qual a doença é mais destrutiva em períodos de chuva e alta umidade. A antracnose pode atingir todos os estágios de desenvolvimento da planta, desde mudas no viveiro até os frutos após a colheita. Os sintomas da doença variam de acordo com a parte da planta atacada, como tombamento de plântulas em sementeiras, manchas circulares escuras nas folhas, necrose no caule e lesões circulares nos frutos. A forma mais comum e importante economicamente de ocorrência da antracnose é nos frutos, na forma de lesões circulares, deprimidas e de coloração escura, que podem atingir diferentes diâmetros e de onde emerge a massa de esporos de coloração alaranjada, muitas vezes com a formação de anéis concêntricos típicos (Lopes & Ávila, 2003; Pernezny et al., 2003).

A antracnose pode ser considerada uma doença comum, de ocorrência generalizada no Brasil, especialmente quando o período de cultivo coincide com a incidência de chuvas e de época quente e úmida. Nestas circunstâncias, a antracnose é altamente destrutiva e causa perdas de até 100% da produção.

Além do *C. gloeosporioides*, também foram identificados *C. acutatum*, *C. coccodes*, *C. dematium* e *Glomerella cingulata* infectando frutos de pimentão na Coreia (Park et al., 1991; Oh et al., 1999) e *C. capsici* e *G. cingulata* em Taiwan (Oh et al., 1999). Em alguns

países a podridão causada por *C. capsici* é bastante disseminada, capaz de provocar perdas de 10% a 75%. No Brasil, *C. capsici* é considerado potencialmente quarentenário nas culturas da manga, mamão e pimentão (Felix et al., 2003).

### **1.3. Estádio fisiológico dos frutos**

O recurso inicial da patogênese é a adesão dos propágulos dispersos sobre a superfície da planta hospedeira. Os conídios germinam em água livre, formando tubos germinativos indiferenciados ou apressórios especializados de parede escura, os quais aderem fortemente à cutícula da superfície da planta (Lopez, 2001).

A antracnose tem sido registrada tanto em frutos maduros quanto imaturos de pimentão e pimentas, em países da Ásia (Park et al., 1991; Kim et al., 1997; Oh et al., 1997; Oh et al., 1998), Estados Unidos (McGovern, 1995; Ivey et al., 2004) e Brasil (Takatsu, 1970; Henz et al., 1993; Santos et al., 2004).

Em frutas tropicais imaturas, o patógeno normalmente penetra a cutícula e fica restrito à camada epidérmica numa forma quiescente ou latente, pois o crescimento posterior só é capaz de continuar após o amadurecimento do tecido abaixo adjacente, quando mudanças fisiológicas no hospedeiro estimulam o patógeno (Porto et al., 1988; Prusky & Plumbley, 1992; Lopez, 1999).

O retardamento do desenvolvimento de *C. gloeosporioides* em frutos verdes deve ser devido à presença de inibidores do desenvolvimento do fungo. Altas concentrações de tanino e outras substâncias tóxicas, presentes em frutos imaturos, desempenham papel fundamental na restrição da antracnose em pseudofrutos imaturos de cajueiros, abacates e

bananas, ainda que inibindo diferentes enzimas relevantes no processo de infecção (Simmonds, 1963; Lopez, 2001).

Germinação do conídio, formação de apressório e formação da hifa infectiva são processos independentes que interagem com estimuladores ou inibidores presentes nos exsudatos da planta. Exsudatos de frutos de pimenta vermelha promoveram maior germinação conidial de *C. gloeosporioides* que exsudatos de frutos verdes (Grover, 1971; Manandhar et al., 1995a). De acordo com Manandhar et al., (1995b), a incidência de antracnose causada por *C. gloeosporioides* foi maior em pimentas vermelhas que em verdes, devido variações na espessura da cutícula e exocarpo do fruto durante maturação.

Kim et al. (1997), trabalhando com isolado de *C. gloeosporioides* oriundo de pimentão, comprovaram sua alta compatibilidade em relação a frutos imaturos, inclusive ocorrência de maior quantidade de hifas de infecção e apressórios que em frutos maduros.

Exsudatos de frutos imaturos estimularam a formação de apressório de *C. capsici* e *Glomerella cingulata* (Adikaran et al., 1983), assim sugerindo que dependem da qualidade e quantidade de nutrientes nos exsudados.

Os resultados são bastante contraditórios e escassos, havendo necessidade de pesquisas conclusivas a respeito. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do estágio fisiológico na resistência genética de frutos de diferentes espécies de *Capsicum* à antracnose.

## **2. MATERIAL & MÉTODOS**

Onze genótipos de *Capsicum* foram utilizados para o estudo das reações de frutos verdes e maduros de pimentas à inoculação de diferentes isolados de *Colletotrichum* sp. Os

genótipos estudados, das espécies *Capsicum annuum*, *C. baccatum* e *C. chinense*, incluíram quatro tipos de *C. annuum* (pimenta ‘Doce’- código 0689, ‘Dedo-de-Moça’- código 0675 e duas ornamentais- ‘de campo’- código 2953 e ‘de estufa’); três tipos de *C. baccatum* (cambuci- código 1363, variedade *praetermissum* – código 2908 e ‘Cumari Verdadeira’- código 2964) e quatro de *C. chinense* (‘Bode Vermelha’- código 3239, ‘Cumari-do-Pará’- código 3700, ‘Biquinho’- código 3779 e ‘P.Q.P’- código 3692). Foram inoculados três frutos verdes e três maduros com isolados de *Colletotrichum* sp. (aqueles que se mostraram mais agressivos em testes preliminares), na concentração de  $2,5 \times 10^5$  esporos/ml. Foram utilizados dois isolados de *C. gloeosporioides*, sendo um de pimenta (CNPH 06) e um de pimentão (CNPH 60), e um isolado de *C. acutatum*, oriundo de jiló (CNPH 12). Após ferimento dos frutos com agulha, depositou-se 15 µl da suspensão de esporos sobre a abertura. Em seqüência, os frutos foram incubados em câmara úmida, sob fotoperíodo de 12 h, a 24°-25° C. Seis dias depois, efetuou-se a leitura do tamanho de área lesionada, através da metodologia de leitura de área lesionada descrita no Capítulo 1.

O delineamento experimental foi fatorial 2 x 11, conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. A análise de variância e separação de médias (Teste de Tukey 5%) foram realizadas com uso do programa ASSISTAT (Universidade Federal de Campina Grande-UFCG).

### **3. RESULTADOS**

Frutos verdes de pimenta da espécie de *Capsicum annuum* se mostraram consistentemente mais suscetíveis que frutos maduros contra todos os isolados testados. A

mesma resposta foi observada em *C. baccatum* e *C. chinense* quando inoculados com isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* (Figura 1 e Tabelas Anexo 1 a 6).

Os dois isolados de *C. gloeosporioides* foram originalmente obtidos de pimentão e pimenta, respectivamente ‘CNPH 60’ e ‘CNPH 6’, e mostram semelhanças na resposta de resistência e suscetibilidade dos frutos. Por outro lado, frutos vermelhos de *C. baccatum* e *C. chinense* foram mais suscetíveis que frutos verdes ao isolado de *C. acutatum* (CNPH 12), originário de jiló (Figura 1).

Todas as três espécies de *Capsicum* testadas apresentaram diversidade quanto a suscetibilidade à *Colletotrichum* spp., variando de materiais extremamente suscetíveis até com bom nível de resistência à doença. Dentre os representantes de *C. annuum*, as cultivares mais suscetíveis foram “ornamental de estufa” e *C. annuum* var. *glabriusculum*, de código 2953, cujas áreas lesionadas foram superiores às dos frutos vermelhos nos três isolados testados.

*C. chinense* representou a espécie mais suscetível para os três isolados testados e *C. baccatum* var. *praetermissum* (código 2964) foi o material mais suscetível de todos os testados, atingindo 100% de área lesionada com os isolados de *C. gloeosporioides* de pimentão e pimenta. A pimenta ‘Dedo-de-Moça’ (*C. annuum* de código 0675) e a pimenta ‘Cambuci’ (*C. baccatum* de código 1363) foram as mais resistentes para os três isolados, com áreas lesionadas inferiores a 15%.

#### **4. DISCUSSÃO**

Frutos verdes tiveram maior incidência de doença, assim como relatado por Kim et al. (1997). Ko (1986), citado por Kim et al. (1999), detectou que frutos verdes possuem

elevada atividade de peroxidases e polifenol-oxidases comparativamente aos frutos vermelhos, mas baixas concentrações de fenólicos totais, aminoácidos e carboidratos, relacionados à resistência do hospedeiro.

Em um teste com cinco linhagens de *Capsicum*, Henz et al. (1993) encontraram que frutos no estágio verde foram altamente resistentes, enquanto que frutos maduros se enquadraram entre parcialmente resistentes e suscetíveis à antracnose por *Colletotrichum gloeosporioides*. Mais recentemente, Santos et al. (2004) estudando 20 genótipos de *Capsicum baccatum*, *C. chinense* e *C. frutescens*, em diferentes estádios de maturação, relataram maior porcentagem de resistência em frutos verdes quando inoculados com *Colletotrichum gloeosporioides*. Em frutos verdes, 15% dos genótipos se apresentaram como resistentes, enquanto que em frutos maduros, 30% apresentaram resistência.

Os resultados encontrados neste trabalho são semelhantes aos relatados por Kim et al. (1997) e Santos et al. (2004) entre outros, havendo necessidade de pesquisas voltadas para a compreensão dos mecanismos envolvidos na infecção, colonização e reprodução do patógeno, sob diferentes estádios de maturação do hospedeiro.

Os resultados obtidos com os isolados de pimenta e pimentão foram semelhantes, provavelmente porque ambos pertencem à mesma espécie (*Colletotrichum gloeosporioides*) ou por serem oriundos do mesmo gênero de hospedeiras.

As espécies de *Capsicum chinense* foram as mais suscetíveis.

Alguns trabalhos de resistência não relatam o estágio de maturação do fruto. Lobo Jr. et al. (2001) avaliaram resistência à antracnose em frutos de 63 materiais de *Capsicum* spp., constatando duas espécies de *C. annuum* e quatro de *C. chinense* totalmente imunes ao patógeno. Pereira (2005) identificou um acesso de *C. annuum*, um de *C. baccatum* e dois de

*C. chinense* como resistentes à mesma doença, entre acessos oriundos do Banco de Germoplasma da ESALQ- USP.

A diversidade genética de *C. annuum*, *C. baccatum* e *C. chinense* encontrada neste trabalho indica que existem fontes promissoras de resistência à antracnose no germoplasma dessas espécies. Este trabalho demonstra que o estágio de maturação do fruto deve ser levado em conta na busca por resistência genética no germoplasma de *Capsicum*. Da mesma maneira, os testes devem ser realizados com ambas as espécies de *Colletotrichum* associadas ao pimentão, *C. acutatum* ou *C. gloeosporioides*. Parte desses resultados foram comunicados em congresso (Azevedo et al, 2005).

## 5. CONCLUSÕES

- Em geral, frutos verdes de *Capsicum* spp. foram mais suscetíveis que vermelhos;
- Frutos verdes de *Capsicum annuum* foram mais suscetíveis que vermelhos para todos os isolados testados;
- Frutos verdes de *C. baccatum* e *C. chinense* foram mais suscetíveis aos isolados de *C. gloeosporioides*;
- Frutos vermelhos inoculados com *C. acutatum* foram mais suscetíveis que verdes, principalmente em *C. chinense*;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIKARAN, N.K.B.; BROWN, A.E. & SWINEBURNE, T.R. 1983. Observations on infection of *Capsicum annuum* fruit by *Glomerella cingulata* and *Colletotrichum capsici*. **Trans. Br. Mycol. Soc.** 80:395-401. In: MANANDHAR, J. B. & HARTMAN, G. L. 1995. Anthracnose Development on pepper fruits inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*. **Plant Disease**, vol.79,no.4, p.380-383.

AZEVEDO, C. P.; HENZ, G. P. & CAFÉ FILHO, A. C. 2005. Reação de frutos verdes e maduros de *Capsicum* a inoculação com diferentes isolados de *Colletotrichum* sp. **Fitopatologia Brasileira** 30: S 149 (resumo).

BIANCHETTI, L. de B. 1996. **Aspectos morfológicos, ecológicos e biogeográficos de dez táxons de Capsicum (Solanaceae) ocorrentes no Brasil**. Tese (Mestrado em Botânica)-Universidade de Brasília.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. de B.; BUSTAMANTE, P. G. & SILVA, D. B. de. 2003. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças. Documentos, 49. 49 p.

CASALI, V. W. D & COUTO, F. A. A. 1984. Origem e botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário** 10 (113), maio.

EMATER. 2006. Atividades agrícolas de destaque no Distrito Federal. Disponível na World Wide Web no endereço: [http://www.emater.df.gov.br/003/00301015.asp?ttCD\\_CHAVE=22196](http://www.emater.df.gov.br/003/00301015.asp?ttCD_CHAVE=22196). Capturado em 6/01/2006.

EMBRAPA. 2006. Pimentas e Pimentões do Brasil. Disponível na World Wide Web no endereço: [www.cnph.embrapa.br/capsicum](http://www.cnph.embrapa.br/capsicum). Capturado em jan/2006.

FELIX, A. A. A.; MENDES, M. A. S. SANTOS, M. F. & PAULO, J. A. O. 2003. Fungos de expressão quarentenária para o Brasil. **Fitopatologia Brasileira** 28: S207 (resumo).

FERRAZ, S. & MENDES, M. de L. 1992. O nematóide das galhas. **Informe Agropecuário** 16 (172):42-45.

FONSECA, A. F. A. da. 1986. Avaliação do comportamento de cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA, 6p.

GROVER, R. K. 1971. Participation of host exsudate chemicals in appressorium formation by *Colletotrichum piperatum*. Pages 509-518. In: BINYAMINI, N & NADEL, M.S. Latent Infection in Avocado Fruit Due to *Colletotrichum gloeosporioides*. **Phytopathology** 62: 592-594. 1972.

HENZ, G. P.; BOITEUX, L. S.; LIMA, M. F. 1993. Reaction of *Capsicum* sp. fruits to *Colletotrichum gloeosporioides*. **Capsicum and Eggplant Newsletter** 12: 79-80.

IVEY, M. L. L.; NAVA-DIAZ, C. & MILLER, S. A. 2004. Identification and management of *Colletotrichum acutatum* on immature Bell peppers. **Plant Disease** 88 (11): 1198-1204.

KIM, K. D.; OH, B. J.; YANG, J. 1997. Compatible and incompatible interactions between *Colletotrichum gloeosporioides* and pepper fruits. **Phytopathology** 87 (6), S52.

KIM, K. D.; OH, B. J.; YANG, J. 1999. Differential interactions of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated with green and red pepper fruits. **Phytoparasitica** 27 (2): 97-106.

LOBO JR, M.; SILVA-LOBO, V.L.; LOPES, C. A. 2001. Reação de genótipos de *Capsicum* sp. (pimentas e pimentão) à antracnose *Colletotrichum gloeosporioides*. **Fitopatologia Brasileira** 26: S376 (resumo).

LOPES, C. A. & ÁVILA, A C. 2003. **Doenças do Pimentão: diagnose e controle**. Brasília: Embrapa Hortaliças.

LOPEZ, A. M. Q. 1999. **The interaction between anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., and cashew, *Anacardium occidentale* (L.).** Bristol, UK, University of Bristol, IACR-LARS Ph.D. Thesis. In: LOPEZ, A.M.Q. Taxonomia, patogênese e controle de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Vol 9. Pp 291-338. 2001.

LOPEZ, A. M. Q. 2001. Taxonomia, patogênese e controle de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** vol 9, pp. 291-338.

MANANDHAR, J. B.; HARTMAN, G. L. & WANG, T. C. 1995a. Conidial germination and aseptate formation of *Colletotrichum capsici* and *C. gloeosporioides* isolates from pepper. **Plant Disease** 79: 361-366.

MANANDHAR, J. B.; HARTMAN, G. L. & WANG, T. C. 1995b. Anthracnose development on pepper fruits inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*. **Plant Disease** 79 (4): 380-383.

MCGOVERN, R.J. 1995. First report of fruit rot of *Capsicum chinense* caused by two *Colletotrichum* species. **Plant Disease** 79 (2): 212.

OH, B. J.; KIM, K. D. & KIM, Y. S. 1998. A microscopic characterization of the infection of green and red pepper fruits by an isolate of *Colletotrichum gloeosporioides*. **Journal of Phytopathology** 146: 301-303.

OH, B. J.; KIM, K. D. & KIM, Y. S. 1999. Effect of cuticular wax layers of green and red pepper fruits on infection by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Journal of Phytopathology** 147 (9): 547-552.

OH, B. J.; KIM, K. D.; SHIN, D. H.; YANG & KIM, Y. S. 1997. Effects of cuticular wax layers on anthracnose development in pepper fruits by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Phytopathology** 87 (6): S71 (resumo).

PARK, K. S.; KIM, C. H. & LEE, E. J. 1991. Five fungal species associated with anthracnose of red-pepper in Korea. **Phytopathology** 81 (10): S1135 (resumo).

PEREIRA, M. J. Z. 2005. **Reação de acessos de *Capsicum* spp. a *Colletotrichum* sp., agente causal da antracnose das solanáceas.** Tese (Mestrado em Fitopatologia)-ESALQ, Piracicaba.

PERNEZNY, K.; ROBERTS, P. D.; MURPHY, J.F. & GOLDBERG, N.P. 2003. **Compendium of Pepper Diseases.** The American Phytopathological Society.

PORTO, M.; GRAU, C. R.; ZOETEN, G. A. & GAARD, G. 1988. Histopathology of *Colletotrichum trifolli* on alfafa. **Phytopathology** 78:345-349.

PRUSKY, D. & PLUMBLEY, R. A. 1992. Quiescent infections of *Colletotrichum* in tropical and subtropical fruits, p. 289-307. In: Baylei, J.A & Jeger, M. J. 1992. (Eds) *Colletotrichum: biology, pathology and control.* England, CAB Internacional Wallingford.

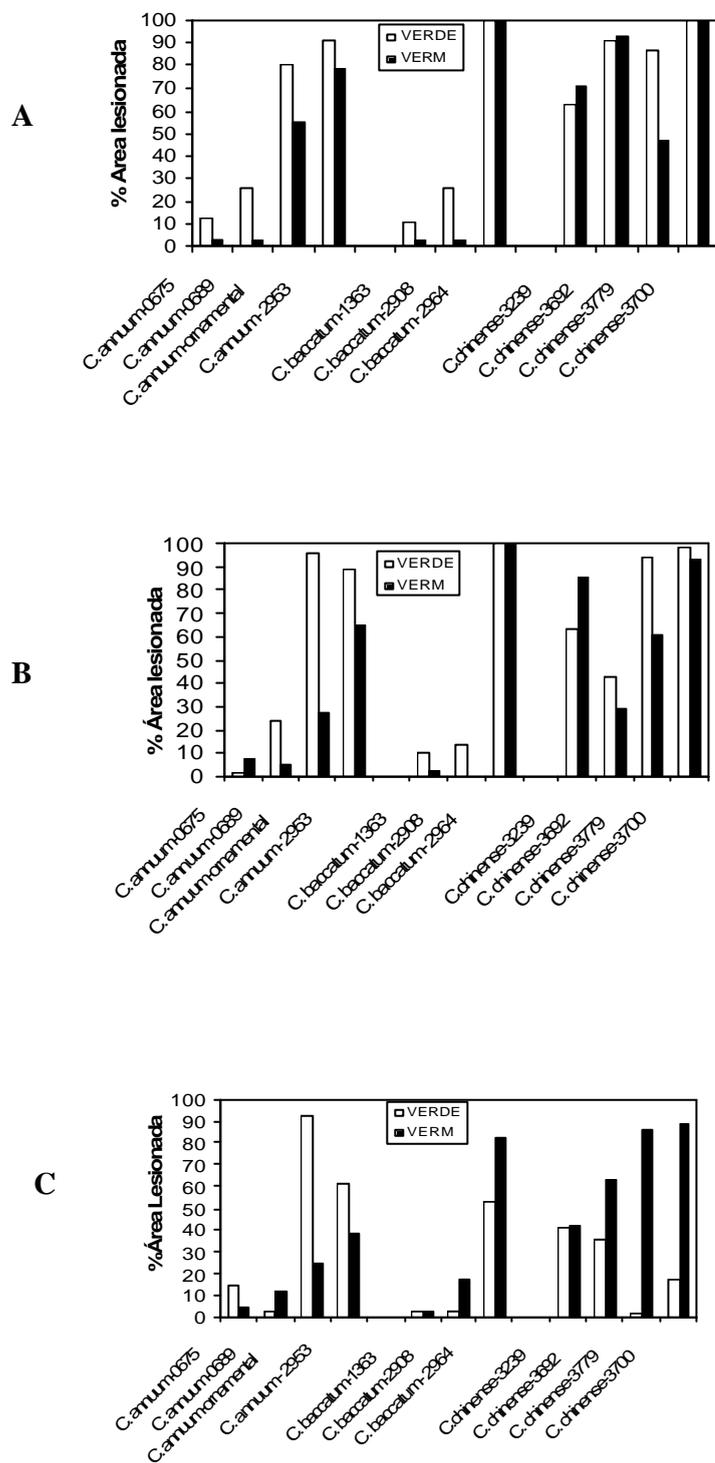
RIBEIRO, C. S. da C. & CRUZ, D. M. R. 2003. Comércio de sementes de pimentão está em expansão. Apenas o mercado nacional movimentou US\$ 1,5 milhão. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas.**

SANTOS, H. S. & GOTO, R. 2006. Porta-enxertos resistentes para pimentão. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, fev/ março, ano VI no. 36.

SANTOS, M. R. S.; HENZ, G. P.; PAZ LIMA, M. L. & CAFÉ FILHO, A. C. 2004. Reação de frutos verdes e maduros de *Capsicum* spp. à antracnose. **Fitopatologia Brasileira** 29: S58 (resumo).

SIMMONDS, J. H. 1963. Studies in the latent phase of *Colletotrichum* species causing ripe rots of tropical fruits. **Queensland Journal Agriculture Science** 20:373-424. In: BINYAMINI, N & NADEL, M.S.. 1972. Latent infection in avocado fruit due to *Colletotrichum gloeosporioides*. **Phytopathology** 62: 592-594.

TAKATSU, A. 1970. **Estudos sobre agentes causais das antracnoses dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.), berinjela (*Solanum melongela* L.) e jiló (*Solanum gilo* Raddi.) que ocorrem nos núcleos rurais do Distrito Federal.** Piracicaba,. 60 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo.



**Figura 1.** Porcentagem de área lesionada em frutos verdes e vermelhos de pimentas *C. annuum*, *C. baccatum* e *C. chinense* inoculadas com isolado de pimentão, CNPH 60 (A); pimenta, CNPH 6 (B) e jiló, CNPH 12 (C).

**Tabela Anexo 1.** Análise de variância da porcentagem de área lesionada em frutos de *Capsicum* sp. inoculados com isolado de *Colletotrichum gloeosporioides*-CNPH 60.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Estádio	1	3852,85201	3852,85201	29,2041 **
Genótipo	10	83305,01570	8330,50157	63,1442 **
Int. Est x Gen	10	10827,59304	1082,75930	8,2072 **
Resíduo	44	5804,84320	131,92825	
Total	65	103790,30395		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p-valor < ,01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (p-valor < ,05)

ns não significativo (p-valor >= ,05)

-Coeficiente de Variância = 23,21%

**Tabela Anexo 2.** Porcentagem de área lesionada em frutos de *Capsicum* sp. seis dias após inoculação com isolado de *C. gloeosporioides*- CNPH 60.

Espécies de Pimenta	Códigos dos Genótipos	Verde	Maduro
<i>Capsicum annuum</i>	0675	1,65 aE	7,5 aD
	0689	24,23 aDE	4,77 bD
	Ornamental 'estufa'	88,86 aAB	64,86 bBC
	2953	94,73 aAB	12,16 bD
<i>Capsicum baccatum</i>	2964	9,82 aE	2,26 aD
	1363	13,25 aDE	0 aD
	2908	100 aA	100 aA
<i>Capsicum chinense</i>	3700	43,0 aCD	28,93 aD
	3239	63,3 bBC	85,2 aABC
	3773	94,03 aAB	61,36 bC
	3692	95,43 aA	93,2 aAB

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si segundo Teste de Tukey ao nível de 5%. Letras maiúsculas (linhas) e Letras minúsculas (colunas).

**Tabela Anexo 3.** Análise de variância da porcentagem de área lesionada em frutos de *Capsicum* sp. inoculados com isolado de *Colletotrichum gloeosporioides*-CNPH 6.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Estádio	1	2084,12082	2084,12082	16,4421 **
Genótipo	10	89183,26368	8918,32637	70,3586 **
Int, Est x Gen	10	3128,98828	312,89883	2,4685 *
Resíduo	44	5577,23160	126,75526	
Total	65	99973,60438		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p-valor < ,01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (p-valor < ,05)

ns não significativo (p-valor >= ,05)

-Coeficiente de Variância = 19,95%

**Tabela Anexo 4.** Porcentagem de área lesionada em frutos de *Capsicum* sp. seis dias após inoculação com isolado de *C. gloeosporioides*- CNPH 6.

Espécies de Pimenta	Códigos dos Genótipos	Verde	Maduro
<i>Capsicum annuum</i>	0675	11,91 aC	3,37 aD
	0689	25,75 aC	7,22 aD
	Ornamental 'estufa'	80,55 aAB	55,55 bBC
	2953	91,4 aAB	78,84 aAB
<i>Capsicum baccatum</i>	1363	6,49 aC	0 aD
	2964	25,63 aC	2,36 bD
	2908	100 aA	100 aA
<i>Capsicum chinense</i>	3239	62,68 aB	71,38 aABC
	3773	87,11 aAB	46,95 bC
	3692	91,1 aAB	93,3 aA
	3700	100 aA	100 aA

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si segundo Teste de Tukey ao nível de 5%. Letras maiúsculas (linhas) e Letras minúsculas (colunas).

**Tabela Anexo 5.** Análise de variância da porcentagem de área lesionada em frutos de *Capsicum* sp. inoculados com isolado de *Colletotrichum acutatum* -CNPH 12.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Estádio	1	1660,21576	1660,21576	5,0868 *
Genótipo	10	27103,96323	2710,39632	8,3044 **
Int. Est x Gen	10	23623,57174	2362,35717	7,2381 **
Resíduo	44	14360,69447	326,37942	
Total	65	66748,44519		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p-valor < ,01)

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade (p-valor < ,05)

ns não significativo (p-valor >= ,05)

-Coeficiente de Variância= 56,83%

**Tabela Anexo 6.** Porcentagem de área lesionada em frutos de *Capsicum* sp. seis dias após inoculação com isolado de *C. acutatum*- CNPH 12.

Espécies de Pimenta	Códigos dos Genótipos	Verde	Maduro
<i>Capsicum annuum</i>	0675	2,35 aC	11,29 aD
	0689	14,22 aBC	4,66 aD
	Ornamental 'estufa'	60,96 aAB	38,43 aABCD
	2953	92,8 aA	24,6 bBCD
<i>Capsicum baccatum</i>	1363	0 aC	0 aD
	2964	2,6 aC	17,7 aCD
	2908	26,16 aBC	41,16 aABCD
<i>Capsicum chinense</i>	3692	1.77 bC	74.43 aAB
	3700	17.11 bBC	88.36 aA
	3239	35.68 aBC	62.43 aABC
	3773	40.83 aBC	41.76 aABCD

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si segundo Teste de Tukey ao nível de 5%. Letras maiúsculas (linhas) e Letras minúsculas (colunas).

## **Capítulo 3**

### **Epidemiologia e controle da antracnose de pimentão em plantios de inverno e de verão**

## RESUMO

Os efeitos do controle químico, coberturas e adubação nitrogenada no progresso de antracnose do pimentão foram estudados em duas séries de experimentos instalados em condições de campo. Os experimentos foram realizados com o híbrido “Maximos F1” no inverno (março a julho) e no verão (setembro a dezembro). A avaliação de severidade da doença em frutos foi realizada através de uma escala diagramática, com 9 classes e os dados obtidos integrados em “índices de severidade” pela fórmula “número de frutos doentes de cada parcela presentes numa classe x nota da classe/ total de frutos da parcela”. Ao final dos plantios de inverno e de verão foi registrada a produção por parcela. Os tratamentos de controle químico foram Fosfato bipotássico ( $K_2HPO_4$ ) e Clorotalonil e os tratamentos de cobertura do solo foram cobertura plástica e orgânica (palhada de *Andropogon* sp.), totalizando quatro tratamentos, em blocos ao acaso com quatro repetições. Os químicos foram aplicados uma vez por semana, totalizando três aplicações durante o experimento, com a primeira aplicação logo após a frutificação. Para testar o efeito da adubação nitrogenada foram testados quatro níveis de adubação de cobertura, repetidos nos plantios de inverno e de verão. Foram testados os níveis 0 Kg/ha, 50 Kg/ha, 150 Kg/ha e 450 Kg/ha de N, aplicados na forma de uréia (45-46 % N), em blocos ao acaso com quatro repetições. O trabalho demonstrou que a severidade de antracnose de pimentão é influenciada pela época de plantio, cobertura do solo e pelos químicos adotados. A severidade da antracnose foi muito maior no plantio de verão que no de inverno, nas parcelas pulverizadas com  $K_2HPO_4$  do que nas com Clorotalonil e com cobertura plástica do que com cobertura orgânica. No plantio de inverno, o efeito da cobertura orgânica foi melhor evidenciado sob  $K_2HPO_4$ , com menores taxas de progresso da doença em comparação com a cobertura plástica, enquanto as taxas de progresso foram uniformemente

baixas com uso de Clorotalonil, independentemente do tipo de cobertura. Já no plantio de verão, o efeito da cobertura orgânica foi melhor evidenciado sob Clorotalonil, com menores taxas de progresso com cobertura orgânica, enquanto nas parcelas pulverizadas com  $K_2HPO_4$  as taxas de progresso foram uniformemente altas, independentemente da cobertura usada. No plantio de verão, nenhum tratamento resultou em controle satisfatório da doença. A maior dosagem de nitrogênio (450 Kg/ha), resultou em maiores severidades de antracnose, tanto no inverno quanto no verão. As demais dosagens (0 a 150 Kg/ha) mostraram valores muito próximos de severidade.

## ABSTRACT

The effects of chemical control, soil mulch and nitrogen fertilization on the progress of sweet-pepper anthracnose were studied in two series of field experiments. Experiments were conducted in the winter (March to July) and summer (September to December) seasons, with sweet-pepper hybrid "Maximos F1". Disease severity in fruit was evaluated with a 9-class diagramatic scale, and the data were integrated in "severity indices", calculated by the formula "number of diseased fruit per plot classified in one class X class note / total number of fruits of the plot". The yield per plot of each treatment was recorded at the end of each planting season. Chemical treatments were Potassium phosphate dibasic ( $K_2HPO_4$ ) and Chlorotalonil, and soil mulch treatments were plastic mulch and organic (*Andropogon* sp.) mulch, in a total of four treatment-combinations, in a randomized complete block design (RCBD), replicated four times. Chemicals were applied once a week, with a total of three applications during the experiment, with the first treatment at the fruit stage. In separate experiments, the effect of four levels of nitrogen fertilization (0 Kg/ha, 50 Kg/ha, 150 Kg/ha and 450 Kg/ha de N) were tested in the winter and summer seasons. Nitrogen was applied in the form of urea (45-46 % N) and the experiments followed a RCBD, with four replicates. Results showed that severity of sweet-pepper anthracnose is affected by planting season, soil mulch and chemical control. Disease severity was much larger in the summer than in the winter season, larger with  $K_2HPO_4$  than Chlorotalonil, and also larger with plastic mulch than organic mulch. In the winter season, the effect of the organic mulch was better noted under  $K_2HPO_4$ , while disease progress rates were uniformly low with Chlorotalonil, irrespective of mulch type. On the other hand, on the summer season, the effect of organic mulch was better noted under Chlorotalonil,

while disease progress rates were uniformly high with  $K_2HPO_4$ , irrespective of soil cover type. In the summer, however, no treatment-combination gave sufficient disease control. The highest nitrogen dose (450 Kg/ha) resulted in significantly larger disease severities in both seasons, while anthracnose levels did not differ among the remaining doses from 0 to 150 Kg/ha.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Epidemiologia da antracnose

Os produtores de pimentão (*Capsicum annuum* L.) enfrentam vários problemas fitossanitários, tanto em cultivo protegido como em campo aberto. Várias doenças são limitantes da produção e causam perdas significativas quando ocorrem epidemias.

Os prejuízos causados por *Colletotrichum* em diversos frutos, principalmente em países tropicais, resultam tanto na redução direta da qualidade e/ou quantidade dos produtos como no aumento dos custos de produção e de pós-colheita, quando as infecções latentes não são detectadas durante o cultivo (Jeffries et al., 1990)

A antracnose, causada por *Colletotrichum* spp., é considerada uma das principais doenças do pimentão. Embora possa causar também tombamento em mudas e manchas foliares, sua importância principal reside nas lesões em frutos, observadas em campo ou em pós-colheita (Lopes, 2003). Os sintomas em frutos são manchas circulares deprimidas de diferentes diâmetros, favorecidos por condições de clima ameno a quente, alta umidade e grande quantidade de inóculo. Os frutos jovens, quando atacados, cessam seu desenvolvimento, mumificam e caem. Quando em grande quantidade, as lesões podem coalescer e se espalhar pela superfície do fruto, e o patógeno, penetrar e atingir seu interior. A frutificação do fungo concentra-se na parte central da lesão, que toma aspecto gelatinoso e coloração rósea (Bailey & Jeger, 1992; Oliveira et al., 2000).

*Colletotrichum gloeosporioides* pode ser transmitido via sementes contaminadas e permanecer em outras hospedeiras, também podendo sobreviver em restos culturais entre os ciclos de cultivo. Nos plantios onde houver elevada quantidade de inóculo, os frutos

atacados devem ser retirados das plantas e enterrados (Oliveira et al., 2000; Cerkauskas, 2004).

Propágulos de vários fungos fitopatogênicos são disseminados de tecidos infectados dos hospedeiros por respingos de chuva. A dispersão envolve as etapas de impacto das gotas de água sobre a superfície do inóculo, o carreamento dos esporos pelas gotículas e o seu transporte para novos locais (Yang et al., 1990; Madden et al., 1993). A dispersão das gotas é afetada pelo número, tamanho e energia cinética do impacto da gota (Madden, 1992; Madden et al., 1993). Espécies de *Colletotrichum* produzem conídios em acérvulos, característica de fungos disseminados por respingos (Madden, 1992). Os conídios se encontram associados a uma mucilagem solúvel em água, inibindo a germinação prematura e ressecamento dos conídios, protegendo-os também contra luz ultravioleta (UV) e os efeitos tóxicos de fenóis do hospedeiro (Bailey & Jeger, 1992). Em morango, após os frutos serem infectados, os esporos produzidos na superfície da lesão são levados pela água e disseminados dentro e entre culturas, principalmente por meio de irrigação por aspersão e respingos de água, sendo em períodos chuvosos que ocorrem os maiores índices da doença em campo, agravados quando associada à cobertura plástica ('mulching'), que favorece o processo de respingamento (Ntahimpera et al., 1997; Ntahimpera et al., 1998).

Estudos sobre aspectos físicos da dispersão de *C. acutatum* em uma única gota e quantificação dos efeitos da superfície e densidade das plantas na dispersão e disseminação da doença foram realizados por Yang et al. (1990), Madden et al. (1993) e Ntahimpera et al. (1997). O aumento da rugosidade, resultado da substituição de cobertura plástica por solo ou cobertura de palhada, resultou em redução de dispersão de esporos do patógeno e menor incidência de doença em morangueiro (Yang et al., 1990; Madden et al., 1993; Ntahimpera

et al., 1998). No Distrito Federal, dados obtidos por Coelho (2000) evidenciam a possibilidade do manejo da irrigação e cobertura de solo na redução da incidência da antracnose do morangueiro em campo.

Alta umidade relativa do ar e chuvas, principalmente a presença de água livre na superfície do fruto, são fundamentais para germinação dos esporos do patógeno. Quanto maior o tempo de molhamento foliar, maior a incidência e severidade da doença. (Cerkauskas, 2004; Lopes & Ávila, 2003).

## **1.2. Medidas de Controle**

Os danos causados pela antracnose podem ser minimizados quando são adotadas medidas de manejo integrado. Nesta perspectiva, uma das medidas mais importantes é o uso de sementes saudáveis, de origem conhecida. Outras medidas culturais importantes podem ser adotadas, tais como: (1) eliminar restos culturais, principalmente no caso de já haver sido cultivado pimentão ou pimenta na área; (2) fazer controle de plantas daninhas porque podem ser hospedeiras do fungo, especialmente as solanáceas; (3) evitar irrigação por aspersão, porque pode ajudar a disseminar o fungo quando já presente na área; (4) fazer rotação de culturas, evitando-se plantas da família Solanaceae, como jiló, berinjela e tomate; (5) fazer uma adubação equilibrada, sem excesso de nitrogênio; (6) fazer plantios menos adensados, para facilitar a circulação de ar entre as plantas e evitar o acúmulo de umidade; (7) no caso de usar sua própria semente, tratar em água quente (52°C) por 30 min, considerado um ótimo tratamento de desinfestação das sementes (Cerkauskas, 2004; Pedroso et al., 2005).

Epidemias de antracnose em fruto são de difícil controle sob condições climáticas favoráveis à doença. É possível o uso de cultivares resistentes ou fungicidas registrados, como produtos a base de clorotalonil, mancozeb, azoxistrobina e cobre, mas nem sempre é possível evitar a ocorrência de epidemias (Kurozawa & Pavan, 1997; Freeman et al., 1998; Andrade, 2003).

### **1.2.1. Clorotalonil**

Clorotalonil é um fungicida organofosforado e sua aplicação é autorizada em partes aéreas de culturas de amendoim, arroz, banana, batata, berinjela, café, tomate, cebola, citros, feijão e várias outras, dentre elas, o pimentão (ANVISA, 2002).

A maioria dos trabalhos sobre o efeito de clorotalonil no gênero *Colletotrichum* foi realizada *in vitro*. Estudos mostram que clorotalonil é eficiente no controle da antracnose, reduzindo, *in vitro*, o diâmetro da colônia (Dillard, 1988) e formação de apressório de *Colletotrichum coccodes* (Stevenson et al., 1994; Sanogo et al., 2003); e formação de cutinase de *C. gloeosporioides* (Dickman et al., 1983). Tavares & Souza (2005) demonstraram que clorotalonil reduziu o crescimento de *C. gloeosporioides in vitro* e controlou 100% da germinação conidial. Resultados semelhantes *in vitro* com *C. acutatum* de morangueiro foram registrados por Kososki et al. (2001), que também observaram redução na formação de apressórios. Entretanto, em campo, nenhum produto, incluindo clorotalonil, foi eficiente em controlar a antracnose em morangueiro.

### **1.2.2. Fosfato bipotássico (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>)**

A importância em se obter medidas de controle eficientes contra a antracnose do pimentão é crescente, dentro de um manejo integrado da doença. Medidas isoladas como rotação de culturas e aplicação de produtos químicos não têm se mostrado suficientes. Além disso, não existem genótipos comerciais com bom nível de resistência à antracnose.

A busca por alternativas inovadoras para o manejo integrado inclui o uso de sais de fosfato e de potássio, capazes de induzir resistência sistêmica e local contra patógenos foliares em várias culturas, como abóbora, milho, uva, manga, nectarina, fumo, tomate e pimentão (Gottstein & Kué, 1989; Smillie et al., 1989; Reuveni et al., 1996; Reuveni & Reuveni, 1998; Abbasi et al., 2002; Reuveni et al., 2003).

Diversos estudos mostraram a efetividade de aplicações foliares de fosfato de potássio através da indução da resistência local e sistêmica. Por exemplo, folhas de abóbora pré-tratadas com solução de fosfato de potássio impediram a penetração do apressório do fungo *Botrytis cinerea* (Akutsu et al., 1987). Fosfatos induziram resistência sistêmica em plantas de abóbora e em feijões contra *C. lagenarium* (Gottstein & Kué, 1989) e *Uromyces viciaefabae* (Walters & Murray, 1992). Entretanto, aplicações foliares de fosfato de potássio mostraram pouco efeito na severidade da mancha bacteriana (causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* e *X. axonopodis*) em folhas de pimentão (Abbasi et al., 2002). Ainda em pimentão, Souza & Café Filho (2003) encontraram bons resultados no controle de *Leveillula taurica* com uso de fosfato monopotássico (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), inibindo o progresso da doença em casa-de-vegetação.

### **1.2.3. Efeito da Adubação Nitrogenada**

A nutrição mineral é um fator ambiental de fácil manipulação a ser empregado no controle das doenças, mas mesmo assim, não tem recebido grande atenção dos pesquisadores. O status nutricional de uma planta pode afetar a sua susceptibilidade aos patógenos (Huber & Watson, 1974; Marschner, 1988; Zambolim & Ventura, 1993). Assim, torna-se necessário conhecer o efeito de cada nutriente e de suas interações no desenvolvimento das doenças.

Um dos nutrientes mais limitantes para a cultura do pimentão é o nitrogênio, porque influencia no crescimento das plantas e produção dos frutos (Manchanda & Singh, 1987; Shukla et al., 1987; Hochmuth et al., 1987; Manchanda & Singh, 1988). De acordo com Malavolta et al. (1997), o N estimula a formação e o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, assim como a parte vegetativa, porque faz parte da constituição de enzimas, coenzimas, vitaminas e proteínas que participam da absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular.

A aplicação de N estimula o crescimento das plantas, aumenta a produção e exerce efeitos secundários — entre eles, a alteração na resistência do hospedeiro às doenças (Marschner, 1988). A fertilização nitrogenada amoniacal afeta negativamente alguns patógenos, reduzindo a severidade de doenças causadas por *Pythium*, *Diplodia*, *Ophiobolus*, *Streptomyces*, *Phialophora*, *Verticillium*, *Pseudomonas*, *Puccinia*, *Heterodera* e, inclusive, *Colletotrichum* (Huber & Watson, 1974).

A manipulação da nutrição do hospedeiro tem mostrado eficiência no manejo de doenças de plantas causadas por bactérias foliares e causadoras de tombamento de várias culturas, incluindo tomate e pimentão. Por exemplo, em estudos de casa-de-vegetação, Nayudu & Walker (1960) registraram a redução de manchas bacterianas em plantas de tomate tratadas com altos níveis de nitrogênio, potássio e fósforo.

Estudos realizados em campo demonstraram que adubações nitrogenadas mais elevadas reduziram a severidade de oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) em abóbora (Coelho et al., 2000). Por outro lado, elevadas dosagens de nitrogênio favorecem infecção e desenvolvimento do oídio em cereais (Yarwood, 1957; Last, 1962; Bainbridge, 1974; Shaner & Finney, 1977; Jensen & Munk, 1997).

De acordo com Huber & Watson (1974), o controle das doenças pela manipulação da adubação nitrogenada ocorre via aumento da resistência do hospedeiro, alteração da virulência ou crescimento do patógeno, controle biológico através das interações da microflora do solo, ou combinação desses fatores. Vos & Frinking (1997) registraram aumento de manchas foliares de *Cercospora* e antracnose em pimenta devido a dosagens de N superiores às recomendações padrões, em torno de 500 kg N/ha.

Considerando a ausência de dados conclusivos sobre as medidas de manejo culturais eficientes no controle da antracnose de pimentão, faz-se necessário testar alternativas integradas, que permitam maior controle da doença e menores prejuízos ao produtor. Dosagem ideal de nitrogênio, controle químico e coberturas alternativas são alguns dos fatores culturais possíveis de serem manipulados e integrados, tendo em vista o impacto insuficiente no controle de antracnose quando usados isoladamente. Estudos voltados para esse patossistema são escassos no Brasil, havendo necessidade de pesquisas destinadas ao esclarecimento e identificação das alternativas de controle mais viáveis e eficientes a serem usadas em campo.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a eficiência de medidas alternativas de controle da antracnose em pimentão, através da interação de controle químico e coberturas e manejo da adubação nitrogenada, além da quantificação do efeito das condições ambientais prevalentes em duas épocas de plantio.

## 2. MATERIAL & MÉTODOS

Duas séries de experimentos foram instalados na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília para investigar os efeitos de controle químico, coberturas e adubação nitrogenada no progresso de antracnose do pimentão em condições de campo. Os experimentos foram realizados em duas épocas do ano de 2005, no inverno (época seca-março a julho) e no verão (época chuvosa- setembro a dezembro), e em áreas distintas com Latossolo Vermelho Escuro. O híbrido usado foi “Maximos F1” (Clause Seed), cultivar usualmente adotada nas plantações comerciais do Distrito Federal.

Foram feitas análises químicas de solo nas respectivas áreas de plantio do experimento, preliminares ao preparo de solo e às adubações de plantio, as quais seguiram as recomendações indicadas para a cultura.

Tanto para o plantio de inverno quanto verão foram adotados procedimentos de preparo de solo, como controle de plantas daninhas por capina, gradagem, aração, levantamento de canteiros e adubações de plantio, um mês antes do transplante de mudas. Os canteiros mediram 0,9 m de largura x 0,2 m de altura, com “ruas” de 0,7 m e a adubação consistiu de 400 g/m<sup>2</sup> de NPK 4-14-8 e 3 L/m<sup>2</sup> de cama de frango.

No plantio de inverno a irrigação foi por aspersão, com duas irrigações diárias de 15 min durante todo o experimento. No plantio de verão, com chuvas frequentes, a irrigação somente foi usada no período de pegamento de mudas.

No plantio de inverno, cada parcela foi inoculada três meses após plantio, pela distribuição de cinco fatias de fruto de pimentão, previamente infectados com *C.*

*gloeosporioides*, cortados ao meio e apresentando lesões típicas de antracnose. Não foi necessária a inoculação das parcelas no plantio de verão.

Para preparo do inóculo, os isolados 'CNPH 1', '6' e '56' (comprovadamente agressivos em testes preliminares e todos da espécie *Colletotrichum gloeosporioides*) foram repicados em meio BDA e mantidos em fotoperíodo de 12 h, a 24°-25° C, por um mês. Preparou-se a suspensão de conídios através da adição de 10 ml de água destilada em cada uma das placas, seguida de filtragem (por meio de gaze) e completada com 100 ml de água. Através de seringas de injeção, a solução foi inoculada no interior de frutos inteiros de pimentão verde (previamente desinfestados superficialmente em solução de hipoclorito de sódio 1%) e mantidos em câmara úmida, sob condições ambiente, por uma semana. Após esse período, os frutos apresentavam abundante crescimento micelial em seu interior e lesões externas. Metodologias testadas anteriormente, envolvendo corte dos frutos antes da inoculação em campo, apresentaram alta taxa de contaminação por *Erwinia* spp.

A avaliação de severidade da doença foi realizada através de uma escala descritiva, distribuída em nove classes, desenvolvida de modo a representar a evolução de sintomas observados em campo (Tabela 1 e Figura 1). Os dados obtidos nas parcelas foram integrados através de "índices de severidade da doença", com uso da fórmula "número de frutos doentes de cada parcela presentes numa classe x número da classe/ total de frutos da parcela".

Ao final dos plantios de inverno e de verão foi registrada a produção por parcela, buscando estimar a produtividade em cada tratamento.

## **2.1. Efeito de controle químico e coberturas**

Foram testados os efeitos de dois tratamentos de controle químico e dois tratamentos de cobertura em duas épocas de plantio. Foram feitas aplicações dos químicos Fosfato bipotássico -  $K_2HPO_4$  (Sigma) e Clorotalonil (produto comercial Absoluto 75PM, com 75% do princípio ativo, Iharabrás Ind. Químicas) uma vez por semana, totalizando três aplicações durante o experimento, com a primeira aplicação logo após a frutificação (nas dosagens de 50 g de  $K_2HPO_4$ / 10L de água e 20 g do p.c./ 10L de água).

Para estimar o efeito de cobertura do solo, foram testadas a cobertura plástica (“mulching”) e a orgânica, de palhada obtida de feno de *Andropogon* sp.

A adubação de cobertura, feita uma vez por mês após plantio, foi de 15 g/planta de NPK 20-05-20 para todas as plantas.

O delineamento experimental foi fatorial 2 x 2, em blocos ao acaso e 4 repetições. A unidade experimental foi constituída por 20 plantas por parcela, espaçadas entre si 0,5 m e, entre fileiras, 0,6 m. Os resultados foram analisados por análise de regressão e separação de médias com base no desvio-padrão.

## **2.2. Efeito da Adubação Nitrogenada**

Para avaliar o efeito da adubação nitrogenada foram testados quatro níveis de nitrogênio, repetidos nos plantios de inverno e de verão. A adubação de cobertura foi de 0 g/planta, 12 g/planta, 35 g/planta e 102 g/planta de uréia (45-46%), distribuídas em 3 meses, para os tratamentos 0 Kg/ha, 50 Kg/ha, 150 Kg/ha e 450 Kg/ha de adubação, respectivamente. Foram aplicados 10 g/planta de cloreto de potássio (KCl) em todos esses tratamentos.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Efeito de controle químico e coberturas**

A severidade da antracnose foi geralmente menor no plantio de inverno que no de verão, com uso de clorotalonil ao invés de fosfato bipotássico e de cobertura orgânica ao invés de cobertura plástica (Figuras 2, 3). No inverno, clorotalonil foi capaz de manter a severidade da doença sob controle em ambas coberturas de plantio, orgânica e plástica, enquanto que fosfato bipotássico não, atingindo índices superiores a 250 para ambas coberturas. Sob cobertura plástica, a severidade atingiu índice 100 com uso de clorotalonil e índice 400 com fosfato bipotássico. No inverno, o efeito da cobertura orgânica foi melhor evidenciado sob fosfato bipotássico, com menor severidade da doença que em cobertura plástica. As taxas de progresso da doença nos tratamentos com cobertura orgânica atingiram, no inverno, de 5,3 a 16,2 em parcelas pulverizadas com clorotalonil e  $K_2HPO_4$  respectivamente, e de 5,6 a 20,9 na cobertura plástica, para o mesmos respectivos tratamentos químicos. Já no verão, as taxas de progresso foram de 25,2 a 63,8 na cobertura orgânica em parcelas pulverizadas com clorotalonil e  $K_2HPO_4$  respectivamente, e de 40,6 a 60,2 na cobertura plástica para o mesmos respectivos químicos.

O plantio de verão registrou elevada severidade de doença (Figura 3). Parcelas pulverizadas com clorotalonil apresentaram menores severidades da antracnose sob cobertura orgânica, apesar do efeito insuficiente no controle da doença. Quanto ao fosfato bipotássico, não houve efeito de coberturas adotadas, com elevados índices de doença tanto na plástica, quanto na orgânica, atingindo níveis de doença próximos a 1200.

No plantio de inverno o efeito da cobertura adotada foi observado com uso de fosfato bipotássico (Figura 4). Durante as cinco leituras efetuadas, permaneceu a tendência à maior severidade de doença com uso de fosfato bipotássico e cobertura plástica, diferentemente de clorotalonil, cujos índices de doença foram semelhantes para ambas coberturas. Já no plantio de verão (Figura 5), devido principalmente às condições meteorológicas favoráveis ao patógeno, não foi possível observar nem efeito de químicos nem de coberturas, nas leituras realizadas separadamente no tempo.

A média da produtividade de frutos, obtida no plantio de inverno, foi superior a 100 g por parcela, tanto para frutos sadios quanto doentes, não revelando diferença de produtividade entre os tratamentos. No plantio de verão, em decorrência da alta incidência da doença, a produtividade foi reduzida à média de 5 g por parcela, com maioria dos frutos com mais de 80% de área lesionada.

### **3.2. Efeito da Adubação Nitrogenada**

Os diferentes níveis de nitrogênio adotados, tanto no plantio de inverno quanto verão, demonstram maior severidade de antracnose com a maior dosagem, de 450 Kg/ha (Figura 6). As demais dosagens, de 50 e 150 Kg/ha, tiveram respostas semelhantes, revelando valores muito próximos de severidade.

## **4. DISCUSSÃO**

### **4.1. Efeito de controle químico e coberturas**

Este trabalho demonstrou que a severidade de antracnose de pimentão é influenciada pela cobertura do solo e pelos químicos adotados. No plantio de inverno, o tratamento que melhor controlou a incidência da doença foi cobertura orgânica de palhada, provavelmente em decorrência do efeito da rugosidade em reduzir a dispersão de esporos nesse tipo de cobertura (Yang et al., 1990; Ntahimpera et al., 1998). Entre os tratamentos químicos, clorotalonil apresentou menores severidades da doença pelo efeito protetor do produto. Durante o inverno, quando as severidades de doença foram menores, o efeito da cobertura foi bem observado apenas nas parcelas pulverizadas com fosfato bipotássico, quando as taxas de progresso foram reduzidas de 20,9 para 16,2.

No plantio de verão, nenhum dos tratamentos registrou controle eficiente da antracnose. Entretanto, foi observada redução na severidade de antracnose com clorotalonil em ambas coberturas, com reduções na taxa de progresso da doença de 60,2 para 40,6 e de 63,8 para 25,2 para cobertura plástica e orgânica, respectivamente. O efeito de cobertura só foi evidenciado nas parcelas pulverizadas com clorotalonil. Embora o efeito aditivo do uso de químico e de cobertura orgânica tenha sido detectado também no verão, os elevados níveis de doença neste plantio demonstram claramente que em condições ambientais favoráveis ao patógeno, não há medida de controle eficiente para a doença.

Madden et al. (1993) observaram um significativo efeito dos tratamentos cobertos com palhada, em comparação ao plástico, na incidência de *C. acutatum* em morangueiro, confirmando que a cobertura orgânica reduz a incidência de antracnose. Como a maior parte dos pimentões disponíveis no mercado brasileiro são suscetíveis à doença e os produtos químicos não são suficientes para o controle, o uso de medidas de manejo integradas da doença são as alternativas ideais a serem adotadas em campo. Redução do adensamento de plantio, época de plantio menos favorável ao patógeno, tipo de cobertura

do solo que minimize a dispersão de esporos e controle químico preventivo são algumas das medidas que, embora isoladamente não provoquem redução da doença, devem ser usadas em conjunto por apresentarem efeitos aditivos.

#### **4.2. Efeito da Adubação Nitrogenada**

Os dados confirmaram que elevados níveis de adubação nitrogenada aumentam a severidade de doença (Vos & Frinking, 1997). Níveis baixos e os normalmente recomendados de nitrogênio para o pimentão (em torno de 150 Kg/ha), não se diferenciaram entre si quanto à severidade da antracnose. Portanto, embora a alteração dos níveis de adubação nitrogenada não se configure em método eficaz de controle da doença, os resultados mostraram consistentemente que níveis elevados de adubação nitrogenada devem ser evitados.

### **5. CONCLUSÕES**

- A severidade da antracnose em pimentão foi influenciada pelas coberturas de solo e pelos químicos adotados;
- A cobertura orgânica reduziu o progresso da doença em relação à plástica;
- O químico clorotalonil reduziu o progresso da doença em relação ao fosfato bipotássico;
- Dosagens elevadas de N aumentaram a severidade de antracnose em pimentão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, P. A.; SOLTANI, N.; CUPPELS, D. A.; LAZAROVITS, G. 2002. Reduction of bacterial spot disease severity on tomato and pepper plants by foliar applications of ammonium lignosulfonate and potassium phosphate. **Plant Disease** 86:1232-1236.

ANDRADE, E. M. 2003. **Variabilidade Morfofocultural e Patogênica de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya L.*)**. Tese (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade de Brasília.

AKUTSU, K.; TAKATSU, Y.; SAKIYAMA, H. & OKUYAMA, S. 1987. Stimulative effect of potassium phosphate on infection of cucumber leaves by conidia of *Botrytis cinerea*. **Ann. Phytopathol. Soc. Jap** 53: 175-181. In: ABBASI, P. A.; SOLTANI, N.; CUPPELS, D.A.; LAZAROVITS, G. 2002. Reduction of bacterial spot disease severity on tomato and pepper plants by foliar applications of ammonium lignosulfonate and potassium phosphate. **Plant Disease** 86:1232-1236.

ANVISA. 2002. Disponível na World Wide Web no endereço: <http://anvisa.gov.br/alimentos/tox/mono/c18.htm>>. Capturado jan/2006.

BAILEY, J. A & JEGER, M. J. 1992. (Eds) ***Colletotrichum: Biology, Pathology and Control***. England, CAB Internacional Wallingford.

BAINBRIDGE, A. 1974. Effect of nitrogen nutrition of the host on barley powdery mildew. **Plant Pathology** 23:160-161.

CERKAUSKAS, R. 2004. Pepper Diseases- Anthracnose. AVRDC, publicação 04-574-2004. Disponível na World Wide Web no endereço: [www.avrdc.org/pdf/pepper/anthracnose.pdf](http://www.avrdc.org/pdf/pepper/anthracnose.pdf). Capturado em jan/ 2006.

COELHO, M.V.S. 2000. **Avaliação de sistemas de irrigação, coberturas de canteiros e resistência genética para o manejo da antracnose do morangueiro (*Colletotrichum sp.*)**. Tese (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade de Brasília.

COELHO, M. V. S.; CAFÉ FILHO, A. C.; LOPES, C. A. & MAROUELLI, W. A. 2000. Severidade de oídio em abóbora híbrida sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio. **Fitopatologia Brasileira** 25(2):157-160.

DICKMAN, M. B.; PATIL, S. S. & KOLATTUKUDY, P. E. 1983. Effects of organophosphorus pesticides on cutinase activity and infection of papayas by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Phytopathology** 73: 1209-1214.

DILLARD, H. R. 1988. Influence of temperature, pH, osmotic potential, and fungicide sensitivity on germination of conidia and growth from sclerotia of *Colletotrichum coccodes* *in vitro*. **Phytopathology** 78:1357:1361.

FREEMAN, S.; KATAN, T. & SHABI, E. 1998. Characterization of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose diseases of various fruits. **Plant Disease** 82 (6):596-605.

GOTTSTEIN, H. D. & KUÉ, J. A. 1989. Induction of systemic resistance to anthracnose in cucumber by phosphates. **Phytopathology** 79: 176-179.

HOCHMUTH, G.J.; SHULER, K.D.; MITCHELL, R.L. & GILREATH, P.R. 1987. Nitrogen crop nutrient requirement demonstrations for mulched pepper in Florida. **Proceedings Florida State of Horticultural Society**, v.100, p.205-209. In: SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MELO, A.M.T.; FERNANDES, H.M.G.; SCIVITTARO, W.B. Rendimento e Qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. **Sci. agric.** v.56 n.4 supl. Piracicaba 1999.

HUBER, D. M. & WATSON, R. D. 1974. Nitrogen form and plant disease. **Annual Review of Phytopathology** 12:139-165.

JEFFRIES, P.; DODD, J. C.; JEGER & PLUMBLEY, R. A.1990. The biology and control of *Colletotrichum* sp. on tropical fruits. **Plant Pathology** 39:343-66.

JENSEN, B. & MUNK, L. 1997. Nitrogen-induced changes in colony density and spore production of *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* on seedlings of six spring barley cultivares. **Plant Pathology** 46:191-202. 1997.

KOSOSKI, R. M.; FURLANETTO, C.; TOMITA, C. K. & CAFÉ-FILHO, A. C. 2001.Efeito de fungicidas em *Colletotrichum acutatum* e controle da antracnose do morangueiro. **Fitopatologia Brasileira** 26 (3): 662-666.

KUROZAWA, C. & PAVAN, M. A. 1997. Doenças das solanáceas. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A; Rezende, J. A. M. **Manual de Fitopatologia**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p.665-675.

LAST, F. T. 1962. Effects of nutrition on the incidence of barley powdery mildew. **Plant Pathology** 11:133-135.

LOPES, C. A. & ÁVILA, A. C 2003. **Doenças do Pimentão: diagnose e controle**. Brasília: Embrapa Hortaliças.

MADDEN, L. V. 1992. Rainfall and the dispersal of fungal spores. **Adv. Plant Pathology** 8: 39-79.

MADDEN, L. V.; WILSON, L. L.; ELLIS, M. A.1993. Field spread of anthracnose fruit rot of strawberry in relation to ground cover and ambient weather conditions. **Plant Disease** 77:861-866.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. de. 1997. **Avaliação do estado nutricional de plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 319 p.

MANCHANDA, A. K. & SINGH, B. 1987. Effect on plant density and nitrogen on yield and quality of bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **Indian Journal of Horticulture**, v.44, n.3-4, p.250-252. In: SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MELO, A.M.T.; FERNANDES, H.M.G.; SCIVITTARO, W.B. Rendimento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. **Sci. agric.** v.56 n.4 supl. Piracicaba 1999.

MANCHANDA, A. K. & SINGH, B. 1988. Effect of plant density and nitrogen on growth and fruit yield of bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **Indian Journal of Agronomy**, v.33, n.4, p.445-44. In: SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MELO, A.M.T.; FERNANDES, H.M.G.; SCIVITTARO, W.B. Rendimento e Qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. **Sci. agric.** v.56 n.4 supl. Piracicaba 1999.

MARSCHNER, H. 1988. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic. 889 p. In: RODRIGUEZ, F. A.; CARVALHO, E. M.; VALE, F. X. R. Severidade da podridão- radicular de *Rhizoctonia* influenciada pela calagem, e pelas fontes e doses de nitrogênio. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.37 n.9 Brasília set. 2002.

NAYUDU, M. V. & WALKER, J. C. 1960. Bacterial spot of tomato as influenced by temperature and by age and nutrition of the host. **Phytopathology** 50:360-364.

NTAHIMPERA, N.; ELLIS, M. A.; WILSON, L. L. & MADDEN, L. V. 1998. Effects of a cover crop on splash dispersal of *Colletotrichum acutatum* conidia. **Phytopathology** 88 (6): 536-543.

NTAHIMPERA, N.; MADDEN, L. V. & WILSON, L. L. 1997. Effect of rain distribution alteration on splash dispersal of *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology** 87 (6): 649-655.

OLIVEIRA, A. A. R.; BARBOSA, C. J.; FILHO, H. P. S. & FILHO, P. E. M. 2000. **Mamão. Produção: aspectos técnicos**. Embrapa Mandioca Fruticultura. Cruz das Almas, BA. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia.

PEDROSO, C. A.; CAFE FILHO, A. C. ; HENZ, G. P. ; REIS, A. M. Pimentão - Pesquisadores buscam alternativas à antracnose. **Revista Cultivar HF**, Pelotas, RS, v. 6: 18 - 20, 01 nov. 2005.

REUVENI, M.; AGAPOV, V. & REUVENI, R. 1996. Controlling powdery mildew caused by *Sphaerotheca fugilinea* in cucumber by foliar sprays of phosphate and potassium salts. **Crop Protection** 15 (1): 49-53.

REUVENI, M.; SHEGLOV, D; COHEN, Y. 2003. Control of moldy-core decay in apple fruits by  $\beta$ -aminobutyric acids and potassium phosphates. **Plant Disease** 87:933-936.

REUVENI, R & REUVENI, M. 1998. Foliar-fertilizer therapy- a concept in integrated pest management. **Crop Protection** 17(2): 111-118.

SANOGO, S.; STEVENSON, R. E. & PENNYPACKER, S.P. 2003. Appressorium formation and tomato fruit infection by *Colletotrichum coccodes*. **Plant Disease** 87:336-340.

SHANER, G. & FINNEY, R. E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology** 67: 1051-1056.

SHUKLA, V.; SRINIVAS, K. & PRABHAKAR, B. S. 1987. Response of bell pepper to nitrogen, phosphorus and potassium fertilization. **Indian Journal of Horticulture** , v.44,

n.1-2, p.81-84. In: SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MELO, A.M.T.; FERNANDES, H.M.G.; SCIVITTARO, W.B. Rendimento e Qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. *Sci. agric.* v.56 n.4 supl. Piracicaba 1999.

SMILLIE, R.; GRANT, B. R. & GUEST, D. 1989. The mode of action of phosphate: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. **Phytopathology** 79 (9) : 921-925.

SOUZA, V. L. & CAFÉ FILHO, A. C. 2003. Efeito do controle químico no progresso do oídio do pimentão em cultivo protegido. **Summa Phytopathologica** 29 (4): 317-322.

STEVENSON, R.; SANOGO, S. & PENNYPACKER, S. P. 1994. Effect of two formulations of chlorotalonil on asexual formation by *Colletotrichum coccodes*. **Phytopathology** 84:1375 (resumo).

TAVARES, G. M. & SOUZA, P. E. 2005. Efeito de fungicidas no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Ciênc. Agrotec.** 29 (1): 52-59.

VOS, J. G. M. & FRINKING, H. D. 1997. Nitrogen fertilization as a component of integrated crop management of hot pepper (*Capsicum* spp.) under tropical lowland conditions. **International Journal of Pest Management**, 43 (1): 1-10.

WALTERS, D. R. & MURRAY, D. C. 1992. Induction of systemic resistance to rust in *Vicia faba* by phosphate and EDTA: effect of calcium. **Plant Pathology** 41: 444-448.

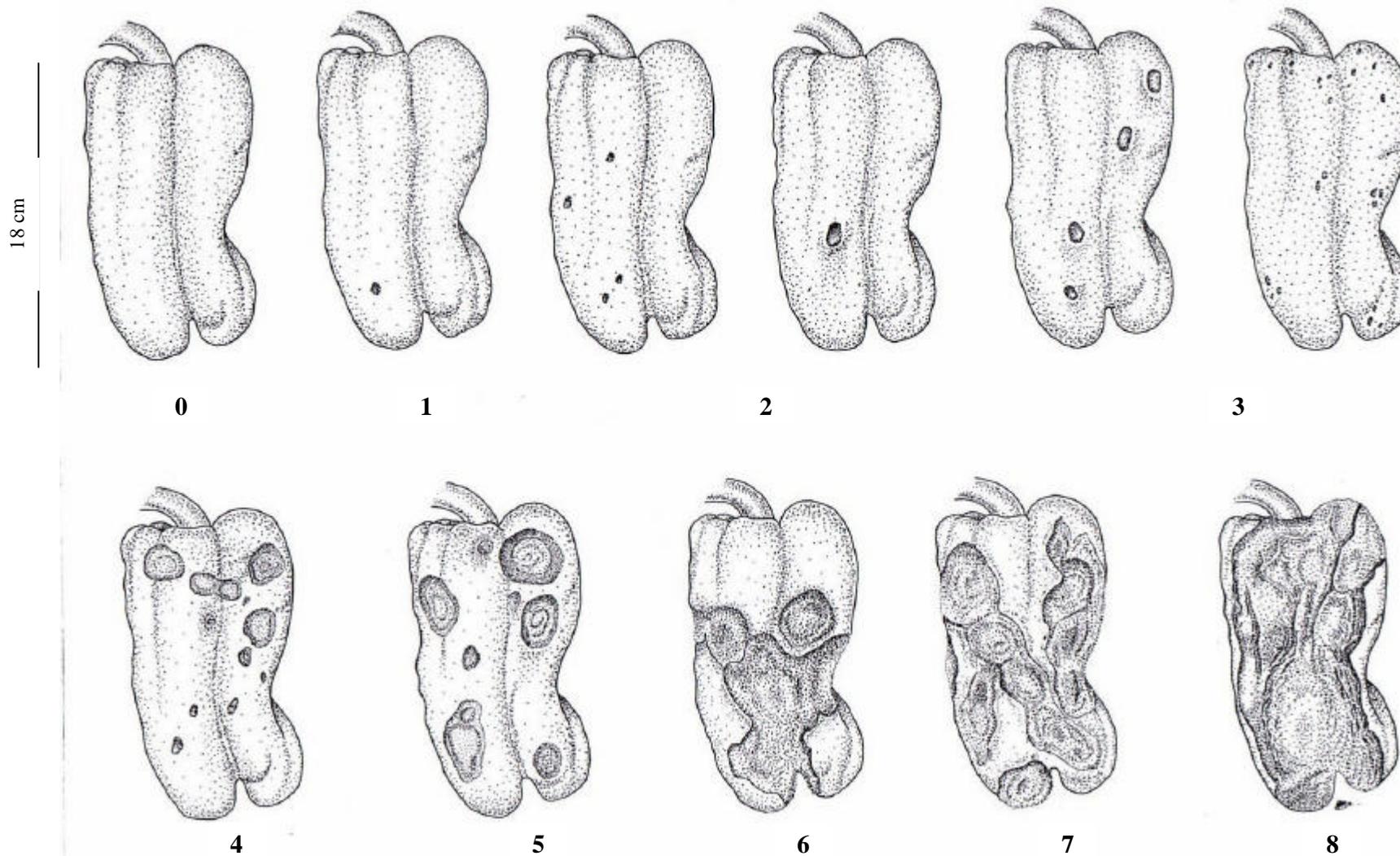
YANG, X; MADDEN, L. V.; WILSON, L. L.; ELLIS, M. A. 1990. Effect of surface topography and rain intensity on splash dispersal of *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology** 80(10): 115-1120.

YARWOOD, C.E. 1957. Powdery mildews. **Botany Review** 23:235-301.

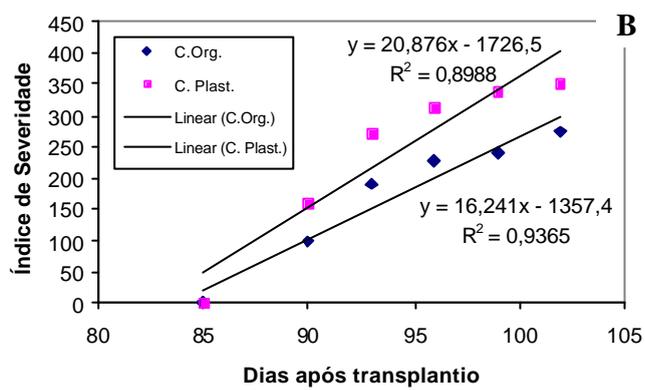
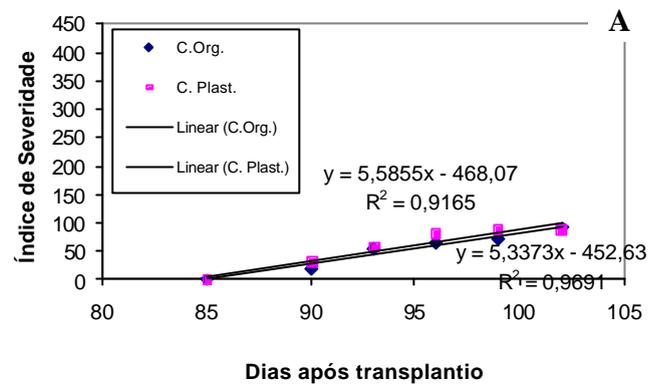
ZAMBOLIM, L. & VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 1, p. 275-318, 1993.

**Tabela 1.** Escala descritiva para avaliação de severidade em frutos de pimentão em ensaio em campo.

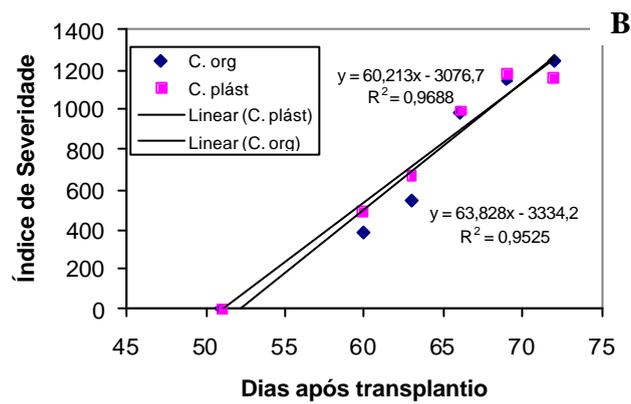
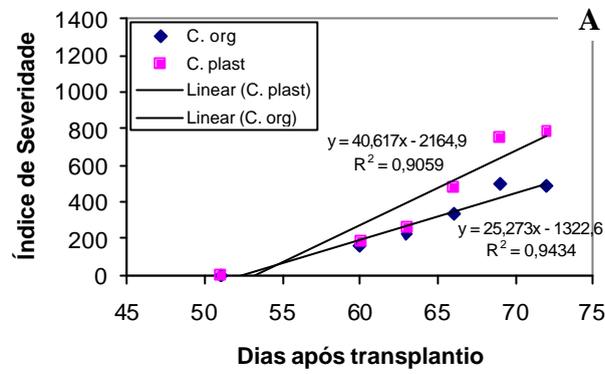
<b>Área Lesionada</b>	<b>Tipo de Lesão</b>	<b>Classe</b>
<b>0%</b>	Frutos sadios.	<b>0</b>
<b>1- 20%</b>	Fruto com uma lesão = 0,5 cm de diâmetro.	<b>1</b>
	Fruto com uma lesão >0,5 cm de diâmetro ou duas a quatro lesões discretas ou coalescentes = 0,5 cm de diâmetro.	<b>2</b>
	Duas a quatro lesões discretas ou coalescentes >0,5 cm de diâmetro ou mais de cinco lesões discretas ou não = 0,5 cm de diâmetro.	<b>3</b>
	Mais de cinco lesões discretas ou coalescentes >0,5 cm de diâmetro.	<b>4</b>
<b>Mais de 20%</b>	= Uma lesão discreta ou coalescente com área atingida entre 21% - 40%.	<b>5</b>
	= Uma lesão discreta ou coalescente com área atingida entre 41% - 60%.	<b>6</b>
	= Uma lesão discreta ou coalescente com área atingida entre 61% - 80%.	<b>7</b>
	= Uma lesão discreta ou coalescente com área atingida superior a 81%.	<b>8</b>



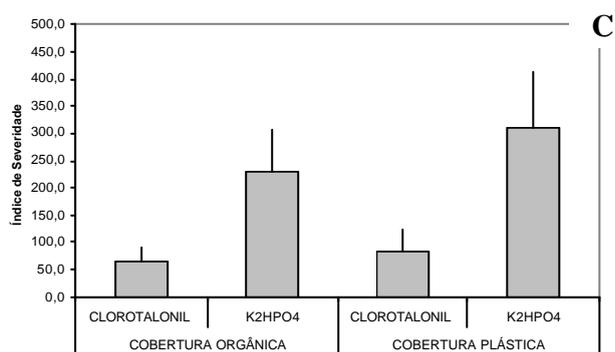
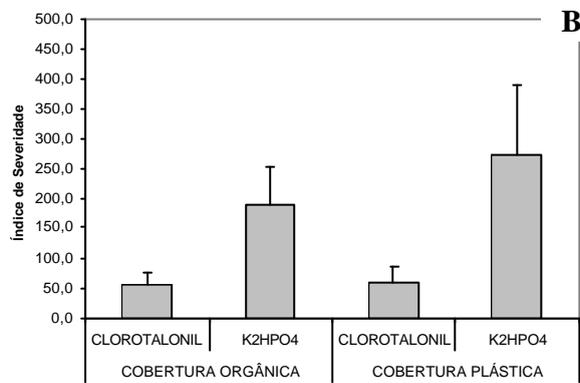
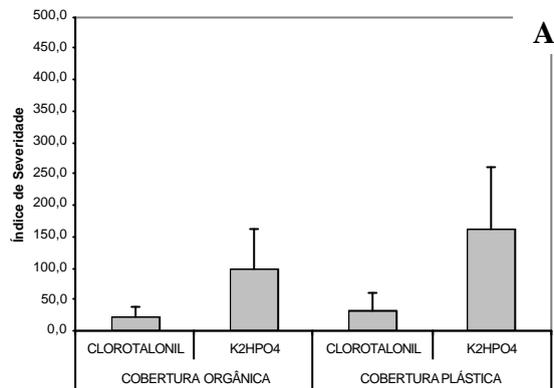
**Figura 1:** Escala diagramática para avaliação de severidade em frutos de pimentão em ensaio em campo.



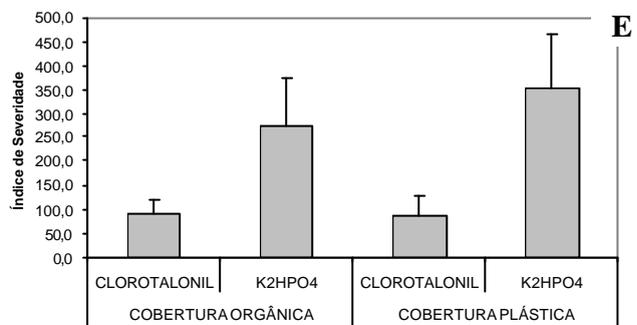
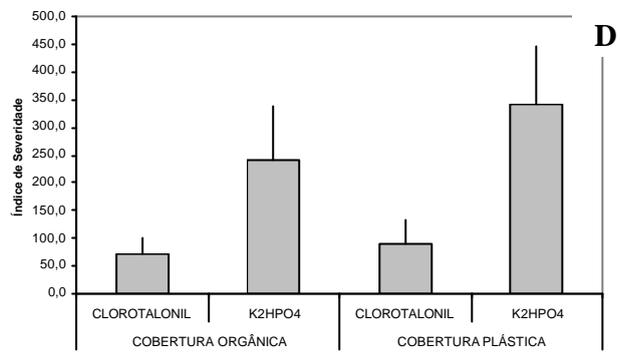
**Figura 2:** Efeito dos químicos clorotalonil (A) e fósforo bipotássico (B) no progresso da antracnose em pimentão em diferentes tipos de coberturas (orgânica e plástica) no plantio de inverno.



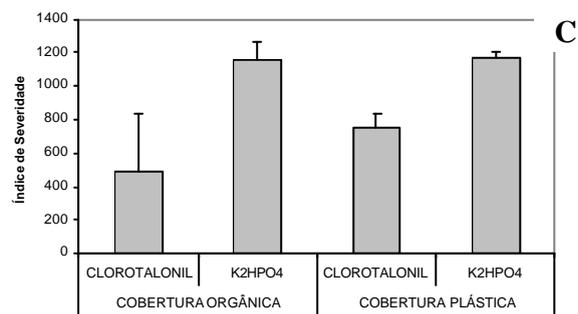
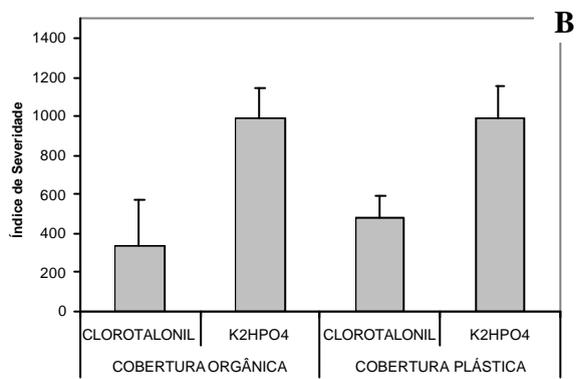
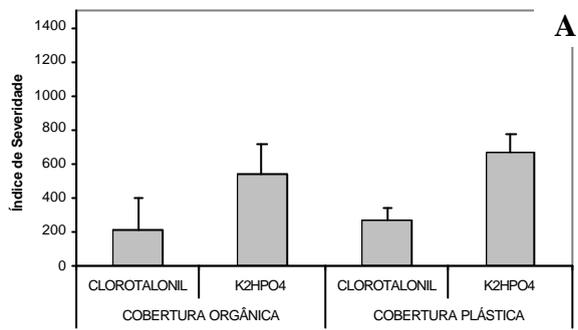
**Figura 3:** Efeito dos químicos clorotalonil (A) e fosfato bipotássico (B) no progresso da antracnose do pimentão em diferentes tipos de coberturas (plástica e orgânica) no plantio de verão.



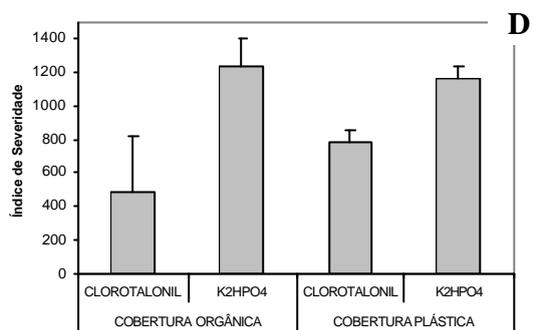
**Figura 4:** Severidade de antracnose em frutos no plantio de inverno sob diferentes coberturas e tratamentos químicos aos 90 (A), 93 (B), 96 (C), 99 (D) e 102 (E) dias após transplantio.



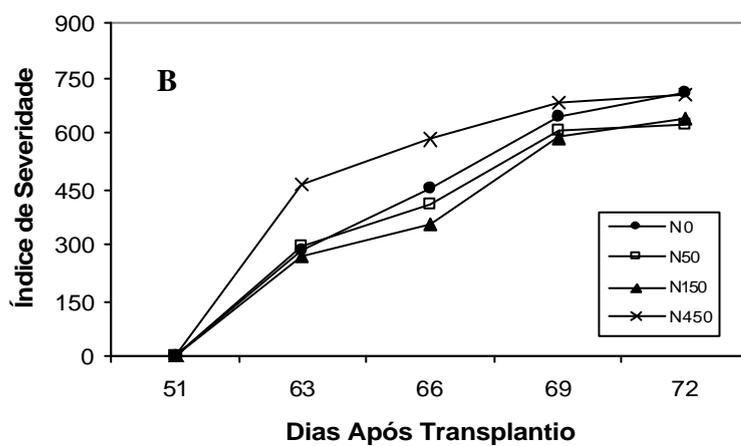
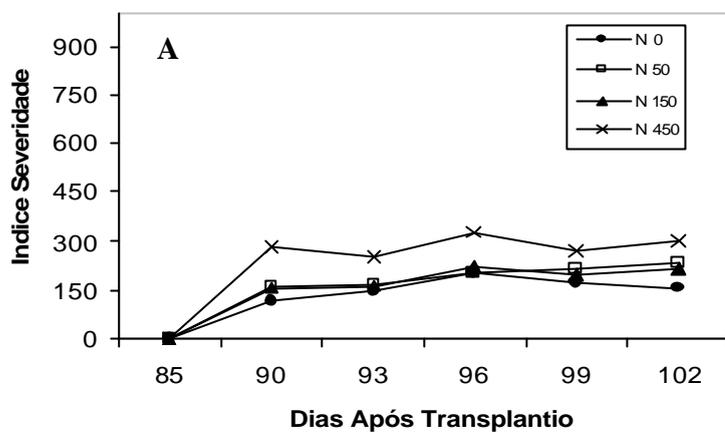
Continuação da Figura 4.



**Figura 5:** Severidade de antracnose em frutos no plantio de verão sob diferentes coberturas e tratamentos químicos aos 63 (A), 66 (B), 69 (C) e 72 (D) dias após transplantio.



**Continuação da Figura 5.**



**Figura 6:** Efeito da adubação nitrogenada no índice de severidade da antracnose de pimentão em campo, no plantio de inverno (A) e no plantio de verão (B).