

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Ocorrência da Ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* Costa) sob  
semeadura convencional e direta relacionada ao microclima, crescimento e  
desenvolvimento da cultura do algodoeiro**

**Daniela Kubiak de Salvatierra**

**Tese apresentada para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia. Área de concentração:  
Fitotecnia**

**Piracicaba  
2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Daniela Kubiak de Salvatierra**  
**Engenheiro Agrônomo**

**Ocorrência da Ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* Costa) sob  
semeadura convencional e direta relacionada ao microclima, crescimento e  
desenvolvimento da cultura do algodoeiro**

**Orientador:**  
**Prof. Dr. EDERALDO JOSÉ CHIAVEGATO**

**Tese apresentada para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia. Área de concentração:  
Fitotecnia**

**Piracicaba**  
**2008**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Salvatierra, Daniela Kubiak de

Ocorrência da Ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* Costa) sob semeadura convencional e direta relacionada ao microclima, crescimento e desenvolvimento da cultura do algodoeiro / Daniela Kubiak de Salvatierra. - - Piracicaba, 2008.

108 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.  
Bibliografia.

1. Algodão 2. Microclimatologia 3. Ramulose 4. Semeadura I. Título

CDD 633.51

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

*Aos meus filhos Diego e Mariela, meus maiores tesouros, porque vieram no tempo e espaço exatos de minha vida*

*À meu esposo Guillermo por ser meu porto seguro e meu amor*

*Aos meus pais Getulio e Dulce e minhas irmãs Marcela e Fernanda por me presentearam com as dores e delícias familiares, participando sempre das minhas vitórias*

*Aos meus avós Bronislau, Sophia e Maria de Lourdes porque são parte desta história e tia Olga porque é uma mãedrinha*

*Dedico*

*À minha tia Alzira T. Kubiak (in memoriam), sempre lembrada, sempre querida, que acreditou e colaborou para meus primeiros passos na carreira que escolhi*

*Ofereço*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, razão, começo, meio e fim de tudo e minha Mãezinha Nossa Senhora Aparecida.

À Universidade de São Paulo e à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ) pela oportunidade em realizar o Doutorado e à infra-estrutura disponível.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES - pela bolsa de estudos concedida.

Ao Prof. Dr. Ederaldo José Chiavegato pela orientação e amizade a mim dedicadas.

Ao Departamento de Ciências Exatas, área de Agrometeorologia, em especial ao Prof. Dr. Paulo César Sentelhas pela cessão da Estação de Monitoramento Meteorológico.

Ao Engenheiro Agrônomo José Eduardo B. A. Monteiro, pelo auxílio na parte meteorológica.

Ao Erreinaldo Bortolazzo, responsável pela área experimental agrícola do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura – USP/ESALQ.

Aos Professores: Marcos Silveira Bernardes, José Dias Costa, Pedro Jacob Crhistofoletti, Antonio Roberto Pereira, José Laércio Favarin, Paulo Roberto C. de Castro, José O. M. Menten, pela atenção, esclarecimento de dúvidas e ensinamentos durante o curso.

Ao Prof. Dr. Edwin Moises Marcos Ortega, do Departamento de Ciências Exatas, pela prontidão com a análise estatística dos dados.

À Secretária do PPG Fitotecnia Luciane Aparecida Lopes Toledo, pela amizade, profissionalismo e sempre boa vontade e auxílio em todas as etapas a serem cumpridas no curso.

Aos funcionários Celestino Alves Ferreira, Silvia Borghesi e Luis Gustavo Sarkis São João pela amizade, boa convivência e apoio técnico administrativo.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura – USP/ESALQ Adilson Aparecido Dias, Adilson de Jesus Teixeira, Ananias Ferreira Sousa, Antonio Pereira de Andrade, César Renato Galvão Desiderio, Claudinei Martins Valério, Cláudio do Espírito Santo, Daniel Luiz Theodoro, Edson Ademir de Moraes, João Rodrigues, José dos Reis Lopes, José Soares de Almeida, Laerte Tiberio, Marcelo Valente Batista, Osmair Roberto Neves, Osvaldo de Jesus Pelissari, Rodrigo Camargo Campos e Wilson Góes da Silva pelo auxílio nas atividades experimentais de campo.

À Pirai Sementes, em especial ao Sr. José Aparecido Donizeti Carlos, pela cessão das sementes de milho em todos os ensaios de campo.

À técnica do Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal USP/ESALQ, Helena Maria C. P. Chamma pela orientação e colaboração nos testes de análise de sementes.

A Agência Paulista de Tecnologias dos Agronegócios (Instituto Agrônomo de Campinas, em especial ao Dr. Edivaldo Cia (Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras) e Dra. Margarida F. Ito (Centro de Fitossanidade), pela cessão do inóculo de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* sp. utilizado nos experimentos.

À bibliotecárias Sílvia Maria Zinsly da USP/ESALQ pela revisão desta Tese e aos funcionários da DIBD

Airton Luis Barbosa e Ronaldo Aparecido Capiecci por serem sempre solícitos.

Às amigas de curso muito queridas Ariana Vieira e Silva e Vanessa Pucci Toledo Lima, pela convivência de trabalho, auxílio e também amizade que espero levar comigo para sempre.

Ao Engenheiro Agrônomo Carlos Eduardo Ballaminut e estagiários do GEALG Luiz César B. Gottardo; Paulo Fernandes Volk , Rogério Costa Rodrigues, Diego Carneiro da Silva e Daniel Carlos Pasculli pelo auxílio nas atividades de campo

Aos amigos do curso de Pós-graduação: Lília Sichman Heifigh, Guy M. Tsumanuma, Marcelo Baldo, Anamari V. Araújo Motomiya, Marina Maitto Caputo, Raquel C. Moreira e Hector Alonso S. Matheis pela troca de experiências e pelas conversas cotidianas.

Ao meu esposo Guillermo Rafael Salvatierra e meus filhos Diego e Mariela por encontrar em meu lar todo o amor e inspiração de que necessito para continuar a caminhada desta vida

À minha família: Meu pai Getúlio Kubiak, minha mãe Dulce M. M. Kubiak, minhas irmãs Marcela M. Kubiak e Fernanda M. Kubiak, meus avós ( Maria de Lourdes, Sophia e Bronislau) e minha tia Olga Kubiak pelo amor e participação em minha vida.

À minha família Argentina: Norma A. A.; Diego Rafael e Stela Maris Salvatierra (sogra, sogro e cunhada), Suzana, Bernardo, Elsa, Fernando e Bruno Urbina (Tia e primos), por me brindarem as férias merecidas nos anos que compuseram este trabalho.

À todas as pessoas que direta ou indiretamente me auxiliaram na realização deste trabalho

## SUMARIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	15
1 INTRODUCAO.....	17
2 REVISAO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 O algodoeiro.....	21
2.2 Plantio direto ou sistemas de produção nos quais o algodoeiro está inserido.....	22
2.2.1 Benefícios do sistema de Plantio Direto.....	24
2.2.2 Doenças do algodoeiro em Sistema de Plantio Direto e preparo conservacionista.....	26
2.3 Ramulose do Algodoeiro.....	30
2.3.1 Sintomatologia.....	30
2.3.2 Disseminação e condições favoráveis ao desenvolvimento da ramulose.....	31
2.3.3 Progresso da ramulose e controle.....	32
2.3.4 Ramulose em sistemas conservacionistas e com modificação do microclima.....	33
2.4 Influencia da palhada na modificacao do microclima X ocorrência de doenças.....	33
2.4.1 Influência das variáveis meteorológicas no desenvolvimento de doenças.....	36
2.4.2 Efeito da temperatura nas fases de desenvolvimento do patógeno.....	36
2.4.3 Efeito da Duração do Período de Molhamento (DPM) na ocorrência de doenças.....	37
2.4.4 Efeito da precipitação na ocorrência de doenças.....	40
3 MATERIAL E METODOS.....	41
3.1 Local.....	41
3.2 Cultivares Utilizadas.....	41
3.3 Implantação e condução dos experimentos.....	42
3.3.1 Descrição das operações.....	43
3.3.2 Inoculação e avaliações da doença.....	44
3.3.3 Avaliações da doença.....	46



3.3.4 Acompanhamento do crescimento e desenvolvimento da cultura do algodoeiro sob semeadura direta e convencional.....	47
3.3.5 Produção de algodão em caroço e produtividade.....	48
3.3.6 Instrumentação e monitoramento agrometeorológico.....	48
3.3.6.1 Estação meteorológica.....	48
3.3.6.2 Conjunto Sensor de Monitoramento Microclimático (CSMM).....	49
3.3.7 Índice de Favorabilidade Temperatura-molhamento.....	50
4 RESULTADOS E DISCUSSAO.....	52
4.1 Análise Química de terra.....	52
4.2 Acompanhamento do crescimento e desenvolvimento da cultura do algodoeiro sob semeadura direta e convencional.....	54
4.2.1 Massa seca e Índice de Área Foliar.....	54
4.2.2 Altura de plantas.....	58
4.2.3 Outras avaliações.....	59
4.2.3.1 Comprimento da raiz pivotante.....	59
4.2.3.2 Número de raízes laterais.....	61
4.2.3.3 Avaliação de direcionamento de crescimento da raiz principal ou pivotante.....	62
4.2.4 Presença de sintomas de ramulose.....	64
4.3 Estudo do microclima na cultura do algodoeiro sob semeadura convencional e direta.....	65
4.3.1 Primeiro ano 2004/05 .....	65
4.3.2 Segundo ano 2005/06.....	70
4.4 Progresso da severidade da ramulose.....	74
4.5 Relações entre o microclima da cultura sob semeadura direta e convencional e severidade da ramulose.....	78
4.6 Índice de Favorabilidade temperatura-molhamento (IF-tm) para a ramulose do algodoeiro.....	84
4.6.1 Proporção de crescimento da ramulose X IF-tm.....	89
4.7 Relações entre a intensidade da doença e produção da cultura.....	93
4.8 Radiação Global.....	95
5 CONCLUSOES.....	98

REFERENCIAS.....99

## RESUMO

### **Ocorrência da Ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* Costa) sob semeadura convencional e direta relacionada ao microclima, crescimento e desenvolvimento da cultura do algodoeiro**

Sistemas com semeadura direta sobre palhada são cada vez mais utilizados na agricultura, e a ramulose do algodoeiro, causada pelo fungo *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* Costa, é uma das doenças mais importantes na cultura. Foram realizados durante os anos de 2004/05, 2005/06 e 2006/07 na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP/ESALQ, em Piracicaba, SP, experimentos com a cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch), conduzidos sob preparo do solo convencional com semeadura convencional do algodoeiro, e ausência de preparo do solo com semeadura do algodoeiro sobre palhada de milho, com o objetivo de avaliar se as modificações microclimáticas causadas pela utilização da palhada de milho em relação às variáveis temperatura e duração de período de molhamento foliar (DPM) poderiam interferir no desenvolvimento e evolução da ramulose do algodoeiro. Foi utilizado também o Índice de Favorabilidade temperatura-molhamento para a ramulose do algodoeiro, que utiliza os parâmetros temperatura e DPM no seu cálculo para explicar o desenvolvimento da doença entre os dois sistemas de semeadura. Os dados microclimáticos foram medidos por uma plataforma de aquisição de dados na região central da área experimental. Em blocos alternados entre os dois sistemas de semeadura, o patógeno foi inoculado artificialmente nas subparcelas dos blocos, e a doença foi avaliada por escala de notas (1 a 5). As médias de notas de sintomas de ramulose foram submetidas à análise estatística, através de testes não paramétricos. A fim de avaliar se a ausência de preparo poderia interferir no desenvolvimento das plantas, este também foi avaliado. Os resultados permitiram concluir que sob semeadura convencional, houve nos dois primeiros anos maiores médias de massa seca, altura de plantas, IAF, e que no terceiro ano foram constatados maior número de raízes laterais e maior número de plantas com encurvamento da raiz pivotante sob semeadura direta. O aumento da severidade da ramulose foi decorrente de interações muito particulares para cada período, onde muitas variáveis estão envolvidas, ou seja, características intrínsecas ao patógeno, à fase de desenvolvimento da planta e às condições macro e microclimáticas; O IF-tm teve uma boa relação com o aumento da severidade e diferenças na severidade da ramulose entre os dois sistemas de semeadura; Pode ocorrer maior severidade da ramulose para sistemas de produção convencionais em maior proporção do que em sistemas com utilização de palhada em períodos onde os valores de IF-tm são altos, associados à ocorrência de chuvas; Com Índices de Favorabilidade temperatura-molhamento menores que 0,500 não se observou aumento efetivo da severidade da ramulose em quaisquer sistema de semeadura, mesmo havendo outras condições favoráveis; O sistema de semeadura utilizado não influenciou na produtividade da cultura.

Palavras-chave: Semeadura-direta; Algodoeiro; Ramulose; Microclima; Favorabilidade

## ABSTRACT

### **Ramulosis (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* Costa) over conventional and direct sowing related to microclimate, growth and the development of the cotton-crop**

Systems with direct seeding over mulching are more often used in agriculture, and the Ramulosis from the cotton plant caused by the fungus *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* Costa, one of the most important diseases in cotton crop. During the years of 2004/05, 2005/06; and 2006/07 at the University of Agriculture “Luiz De Quieroz”, USP/ESALQ, in Piracicaba, SP, experiments were made with the cotton crop (*Gossypium hirsutum* L. var *latifolium* Hutch), under the preparation of conventional tillage with conventional seeding of the cotton crop and the absence of the preparation of the tillage with the seeding of the cotton crop over the mulching of millet (*Pennisetum glaucum* L.) with the objective to evaluate if the modifications microclimates caused by the use of the mulching of millet in relation to the variables temperatures and the leaf wetness duration, (LWD) could interfere on the development of the ramulosis of the cotton crop. It was also used the Favorability Index for the ramulosis of the cotton crop which uses the temperature parameter and DPM in its calculation to explain the development of the disease between the two systems of seeding. The Weather variables data were measured by a platform of acquisition of data in the central zone of the experimental area. In alternated blocks between both systems of seeding, the pathogen was inoculated artificially and the disease was measured by scales from 1 to 5. The average of ramulosis was submitted to a statistic analysis through not parametric tests with the intent to find out if the absence of the preparation could interfere on the development of the plants, which was also evaluated. The results enable the conclusion that through conventional seeding, on the first two years there was an average of higher dry mass higher height of the plants, IAF, and in the third year it was found a higher number of lateral roots and a higher number of plants with bending on the primary roots over direct seeding. The increase of the severity of the ramulosis happened due to specific interactions for each period where many variables were involved, which means, intrinsic characteristic to the at the stage of the development of the plant and the conditions macro and microclimates. The Favorability Index had a good relation with the increase and the differences within the severity of the ramulosis between both systems of seeding. Higher severity of the ramulosis can occur for conventional systems of production in bigger proportions than in systems that uses the mulching in periods where the value of the IF-tm are high, associated to rain. With indications of Favorability Index lower than 0,500 there is no evidence of the effective increase of the severity of the ramulosis in any system of the seeding. The system of seeding used does not affect in the productivity of the cotton crop.

Keywords: No-tillage; Cotton; Ramulosis; Microclimate; Favorability

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Representação do esquema de avaliação das plantas para os sintomas da ramulose em uma subparcela experimental.....46
- Fugura 2 - Acúmulo de massa seca no algodoeiro, cultivar Makina, nas parcelas em semeadura direta e convencional, nos experimentos de 2004/05; 2005/06; 2006/07-Piracicaba.....55
- Figura 3 - Índice de área foliar em no algodoeiro, cultivar Makina, nas parcelas em semeadura direta e convencional, nos experimentos de 2004/05; 2005/06; 2006/07-Piracicaba.....57
- Figura 4 - Progresso de altura em cm das plantas de algodão cultivar Makina nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 35 aos 85 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2006/07-Piracicaba.....58
- Figura 5 - Comprimento da raiz principal em cm das plantas de algodão cultivar Makina nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 35 aos 85 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2006/07-Piracicaba.....60
- Figura 6 - Número de raízes secundárias (laterais) das plantas de algodão cultivar Makina nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 35 aos 85 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2006/07-Piracicaba.....61
- Figura 7 - Porcentagem de plantas de algodão cultivar Makina com presença de encurvamento da raiz principal, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 35 aos 85 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2006/07-Piracicaba.....63
- Figura 8 - Porcentagem de plantas de algodoeiro cultivar Makina com sintomas de ramulose, nas parcelas em semeadura direta e convencional, no ano de 2006/07-Piracicaba.....64

- Figura 9 - Média móvel da precipitação pluvial, para períodos de 7 dias na estação meteorológica padrão (A); Média móvel da temperatura média diária do ar, para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), e na estação meteorológica a 1,5 m de altura (B); Média móvel da umidade relativa média diária do ar, para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), e na estação meteorológica a 1,5 m de altura (C), no experimento no ano de 2004/05, em Piracicaba.....66
- Figura 10- Média móvel da duração do período de molhamento (DPM), para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), a 1,5 m de altura, no experimento no ano de 2004/05, em Piracicaba.....69
- Figura.11- Média móvel da precipitação pluvial, para períodos de 7 dias na estação meteorológica padrão (A); Média móvel da temperatura média diária do ar, para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), e na estação meteorológica a 1,5 m de altura (B); Média móvel da umidade relativa média diária do ar, para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), e na estação meteorológica a 1,5 m de altura (C), no experimento no ano de 2005/06, em Piracicaba.....71
- Figura 12- Média móvel da duração do período de molhamento (DPM), para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), a 1,5 m de altura, no experimento no ano de 2005/06, em Piracicaba.....73
- Figura 13 - Progresso de severidade de Ramulose expressa em forma de notas de 1 a 5, em plantas de algodoeiro, cultivar Makina nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 30 aos 114 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2004/05- Piracicaba.....74

- Figura 14 -Progresso de severidade de ramulose expressa em forma de notas de 1 a 5, em plantas de algodoeiro, cultivar Makina nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 41 aos 117 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2005/06-Piracicaba.....75
- Figura 15 - Progresso de severidade de ramulose X temperatura média, defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2004/05-Piracicaba.....79
- Figura 16 - Progresso de severidade de ramulose X médias de duração do período de molhamento (DPM), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2004/05-Piracicaba.....80
- Figura 17 -Progresso de severidade de ramulose X temperatura média, defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2005/06-Piracicaba.....83
- Figura 18-Progresso de severidade de ramulose X médias de duração do período de molhamento (DPM), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2005/06-Piracicaba.....84
- Figura 19 - Progresso de severidade de ramulose X médias de Índice de favorabilidade temperatura-molhamento foliar (IF-tm), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2004/05-Piracicaba.....85
- Figura 20 - Progresso de severidade de ramulose X médias de Índice de favorabilidade temperatura-molhamento foliar (IF-tm), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2005/06. Piracicaba.....88

- Figura 21- Porcentagem de crescimento de ramulose X médias de Índice de favorabilidade temperatura-molhamento foliar (IF-tm), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2004/05. Piracicaba.....90
- Figura 22- Porcentagem de crescimento de ramulose X médias de Índice de favorabilidade temperatura-molhamento foliar (IF-tm), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2005/06. Piracicaba.....91
- Figura 23- Frequência relativa do IFtm, abaixo e acima do valor médio de 0,500, obtido junto ao dossel da cultura, após inoculação, nos experimentos de 2004/05 e 2005/06, em Piracicaba.....93
- Figura 24- Produção do algodoeiro, em kg.ha<sup>-1</sup>, nos tratamentos inoculados com ramulose em semeadura convencional e direta e testemunhas em semeadura convencional e direta, para o ano de 2004/05. Piracicaba.....94
- Figura 25- Produção do algodoeiro, em kg.ha<sup>-1</sup>, nos tratamentos inoculados com ramulose em semeadura convencional e direta e testemunhas em semeadura convencional e direta, para o ano de 2004/05. Piracicaba.....95



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Importância de doenças do algodoeiro em Estados produtores do Brasil .....	28
Tabela 2 - Dados médios mensais dos elementos meteorológicos do período de 1917 à 2000.Piracicaba.....	41
Tabela 3 - Cronograma das atividades realizadas nos ensaios, nos anos de 2004/05; 2005/06 e 2006/07. Piracicaba. ....	43
Tabela 4 - Condições meteorológicas na semana da inoculação do <i>Colletotrichum</i> <i>gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i> , em 2005. Piracicaba.....	45
Tabela 5 - Condições meteorológicas na semana da inoculação do <i>Colletotrichum</i> <i>gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i> , em 2005. Piracicaba.....	45
Tabela 6 - Escala de notas para avaliação da ramulose do algodoeiro.....	46
Tabela 7- Resultados de análise química de terra para macronutrientes entre solos de semeadura convencional e direta, após 3 anos sem preparo do solo a 20 cm de profundidade.....	52
Tabela 8 - Resultados de análise química de terra para micronutrientes entre solos de semeadura convencional e direta, após 3 anos sem preparo do solo a 20 cm de profundidade.....	52
Tabela 9 – Comparação entre os tratamentos semeadura direta inoculado (T1); Semeadura direta não inoculado (T2), Semeadura convencional inoculado (T3) e semeadura convencional não inoculado (T4). 2004/05.....	76
Tabela 10- Médias de sintomas de ramulose para os tratamentos semeadura direta não inoculado (T2) e semeadura convencional não inoculado (T4), 2004/05.....	77
Tabela 11 - Comparação entre os tratamentos semeadura direta inoculado (T1); Semeadura direta não inoculado (T2), semeadura convencional inoculado (T3) e semeadura convencional não inoculado (T4). 2005/06.....	77

Tabela 12-Dados de T. máxima, mínima e média e DPM em sistema de semeadura convencional e direta,precipitação pluvial para o período de 45 a 70 DAE, ano 2004/05. Piracicaba.....	81
Tabela 13 -Dados de T. máxima, mínima e média, IF-tm e DPM em sistema de semeadura convencional e direta e precipitação pluvial para o período de 45 a 70 DAE, ano 2004/05. Piracicaba.....	87
Tabela 14 - Dados de Radiação global em MJ/m <sup>2</sup> , para o período de 01/dez/04 a 29/03/05 na área experimental. Piracicaba.....	96

## 1 INTRODUÇÃO

A prática da agricultura é hoje um tema que leva à muitas discussões, pelo fato de ser polêmico em vários sentidos, envolvendo em seu vocabulário termos que até há 15 ou 20 anos eram considerados utópicos ou tabus, como sustentabilidade, conservação ambiental, sequestro de carbono, sistemas conservacionistas, reflorestamento de mananciais, plantio direto, enfim, uma gama de termos que envolvem não somente o universo da agricultura, mas toda a sociedade, pois hoje, produzir alimentos e fibras, e ao mesmo tempo atender à todas as exigências que o mercado impõe se tornou um desafio.

A sociedade está exigente em todos os aspectos, requerendo dos produtores o compromisso de preservar o ambiente, oferecer produtos de qualidade, com ótima aparência e com o mínimo de resíduos de substâncias tanto no produto, como no ambiente em que este foi produzido.

Todas essas exigências, realidade da qual não se pode fugir, leva a uma profissionalização cada vez maior de todos os segmentos da cadeia produtiva, com esforços em atender a toda demanda de alimentos, fibras e energia, sem deixar a desejar quanto aos outros aspectos.

A começar pelo sistema produtivo, o termo mais freqüente hoje é o Sistema de Plantio Direto (SPD), que teve seus primórdios no Sul do Brasil na década de 70, e hoje é um dos principais sistemas de produção de culturas, envolvendo mais de 21,3 milhões de hectares no país.

O Sistema de Plantio Direto pode ser definido como a prática de semeadura ou cultivo de plantas sem preparo físico do solo, mantendo a palha ou cobertura da cultura anterior na superfície do solo (GASSEN; GASSEN, 1996), além da adoção de rotação de culturas. Hernani e Salton (1998) definiram esse sistema de produção como um programa de rotação de culturas caracterizado pelo cultivo em terreno coberto por palha e/ou plantas em desenvolvimento e em ausência de preparo do solo por tempo indeterminado.

A despeito de todas as práticas que caracterizam o SPD, podemos ter variações quanto ao sistema de produção, que podem ser definidas de uma maneira geral como sistemas conservacionistas, que envolvem “semeadura direta”, “plantio semi-direto”, enfim, tipos de sistemas de produção que englobem algumas das principais práticas do SPD, mas não todas.

Esses sistemas, apesar de não serem caracterizados efetivamente como SPD, são também muito benéficos, na medida em que preservam de alguma maneira o ambiente.

Nos principais pólos agrícolas do Brasil, o SPD, juntamente com suas variações, estão cada vez mais difundidos e incorporados. Em relação à cultura do algodoeiro, geralmente estão envolvidas a soja e o milho como culturas inseridas no programa de rotação em plantio direto, e utilização de culturas de cobertura e safrinha para manter as áreas em produção e/ou vegetadas o ano todo.

Em qualquer sistema de produção agrícola ocorrem interações entre as atividades do homem e os organismos ou comunidades que compõem o ambiente, envolvendo plantas consideradas daninhas para aquela determinada situação, insetos benéficos e os considerados pragas, e agentes promotores de doenças, que podem ser fungos, vírus, bactérias, nematóides, entre outros. No sistema convencional de produção, que envolve preparo do solo com várias operações mecânicas, entre outras práticas, a intervenção nos componentes ambientais é muito grande, o que altera totalmente as interações entre estes, causando desequilíbrios, perda de solo, contaminação do ambiente, entre outros problemas.

Os sistemas conservacionistas são de maneira geral menos “agressivos”, interferindo de maneira mais amena, principalmente nas propriedades físicas e biológicas do solo. Com a utilização de cobertura no solo o ano todo, e plantio das culturas principais sobre palhada, ocorrem modificações também em nível microclimático na cultura.

O microclima envolve as condições ambientais criadas sob o dossel da cultura, proporcionadas pela combinação entre temperatura, umidade, duração do período de molhamento, temperatura da camada superficial do solo, amplitude térmica. Enfim, condições que variam com o desenvolvimento da cultura, e a palhada presente sobre o solo, contribui para a diminuição da temperatura de sua superfície, o que em presença de culturas proporciona diminuição da amplitude térmica, alterando as condições de temperatura e umidade, conseqüentemente as condições microclimáticas.

As condições microclimáticas podem, dentro de certos limites propiciar ou não a ocorrência de doenças, pois para que determinada infecção se desenvolva é necessário haver um hospedeiro com algum grau de suscetibilidade, patógeno presente na área, temperatura, umidade e duração do período de molhamento foliar (DPM) adequadas para o início do processo infeccioso.

Sendo assim, com a realidade atual dos sistemas de produção das grandes culturas, com difusão cada vez maior de sistemas que preconizam a semeadura direta sobre palhada, há necessidade de estudar o comportamento das doenças que são preocupantes para as principais culturas, e que ainda não se conhece seu desenvolvimento frente às condições proporcionadas por este tipo de sistemas de produção.

Hoje, a cotonicultura está entre as principais atividades agrícolas do país, com área plantada de aproximadamente 1,149 milhões de hectares e produção de algodão em caroço prevista para 2008 de 4,1 milhões de toneladas (CONAB, 2008). A qualidade da fibra está entre as melhores do mundo, atendendo às necessidades do mercado internacional.

Em algodoeiro, estão catalogados aproximadamente 250 agentes causadores de doenças, dos quais 90% são fungos, 16 vírus, 2 micoplasmas, 10 nematóides e uma bactéria, o que faz com que os trabalhos de melhoramento genético visem em nosso meio a obtenção de resistência múltipla aos principais patógenos causadores de doenças, dentre eles o *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vasinfectum*, *Verticillium dahliae*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*, *Meloidogyne* spp. e *Rotylenchulus reniformis*. (ARAUJO, 2000).

Essas doenças ocorrem com maior ou menor importância, dependendo principalmente da região de produção. Em relação ao tombamento de plântulas, diversos trabalhos já constataram a ocorrência de seu agravamento quando se utilizam sistemas com palhada sobre a superfície.

A ramulose, cujo agente causal é o fungo *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* é uma doença importante, estando inserida nos programas de melhoramento genético, cujo comportamento em sistemas conservacionistas ainda é pouco conhecido.

No Brasil, a ramulose é preocupante em todos os estados produtores de algodão, sendo pertinentes os estudos envolvendo o comportamento e desenvolvimento do fungo e doença, respectivamente, frente às novas condições proporcionadas por sistemas de produção conservacionistas, que modificam o microclima, ou seja, podendo potencializar a ocorrência de doença.

Assim sendo, o presente estudo teve por objetivo, verificar se a modificação microclimática (temperatura e duração do período de molhamento foliar sob o dossel da cultura) proporcionada pela utilização de palhada e ausência de preparo do solo, em sistema de semeadura

direta, poderia interferir no desenvolvimento da ramulose do algodoeiro.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O algodoeiro

O Gênero *Gossypium* é constituído de 52 espécies, das quais apenas quatro são cultivadas, sendo estas *Gossypium arboreum* L.; *G. herbaceum* L. (diplóides); *G. hirsutum* L.; e *G. barbadense* L. (alotetraplóides). As espécies restantes são silvestres, não possuindo valor econômico. O *G. hirsutum* L. contribui para a quase totalidade da fibra produzida mundialmente. (CARVALHO, 1999).

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.) é uma planta de grande complexidade morfológica, possuindo particularidades importantes que são utilizadas inclusive na identificação da espécie dentro do gênero *Gossypium* e da família *Malvaceae*, da qual esta espécie faz parte. A planta do algodoeiro herbáceo, também chamada anual ou “upland” possui hábito de crescimento indeterminado (OOSTERRHUIS, 1999), estrutura organográfica singular com dois tipos de ramificação, apresentando ramos frutíferos e vegetativos, dois tipos de macrófilos (frutíferos e vegetativos), flores completas com um terceiro verticilo floral, as brácteas, que fazem uma proteção extra e podem possuir glândulas de secreção (nectários), na base interna e externamente, além de apresentarem prófilos, folhas sem bainha com duas estípulas, dois tipos de glândulas e pelo menos duas gemas na base de cada folha (BELTRÃO; SOUZA, 1999).

Medeiros (2003) relata que quando os europeus chegaram ao Brasil, os índios já cultivavam esta malvácea, trabalhando os fios em tecidos, e utilizando seu caroço para a alimentação e fins medicinais. No século XVIII, seu cultivo se espalhou pelos estados da Bahia, Pernambuco e Maranhão, e mais adiante se expandindo para outros estados do Nordeste, que se tornou grande região produtora no Brasil. Desde então, o eixo da cultura vem se deslocando, chegando ao Sul no século XX, onde por muitos anos esteve concentrada.

A produção esperada de algodoeiro para a safra 2007/08 é de 4,1 milhões de toneladas de algodão em caroço, em uma área plantada de 1,149 milhões de hectares. A maior parte da produção está concentrada na região Centro Oeste do Brasil, cujo principal estado produtor é Mato Grosso, com 567,8 mil hectares e produção esperada para 2008 de 2.146,9 mil toneladas de algodão em caroço. (CONAB, 2008)

## 2.2 Plantio Direto ou sistemas de produção nos quais o algodoeiro está inserido

Define-se como plantio direto a prática de semeadura ou cultivo de plantas sem preparo físico do solo, mantendo a palha ou cobertura da cultura anterior na superfície do solo (GASSEN; GASSEN, 1996), com utilização de sistema de rotação de culturas. Hernani e Salton, (1998) definiram o sistema como um programa de rotação de culturas caracterizado pelo cultivo em terreno coberto por palha e/ou plantas em desenvolvimento e em ausência de preparo do solo, por tempo indeterminado.

Entende-se por rotação de culturas uma alternância regular e ordenada no cultivo de diferentes espécies vegetais em seqüência temporal numa determinada área. (MEDEIROS, 2005). A rotação de culturas é uma das práticas mais relevantes no sistema de plantio direto, que proporciona vantagens como quebra de ciclo de alguns patógenos que sobrevivem na área de cultivo de uma safra à outra, menor seleção de microorganismos decompositores da matéria orgânica, o que torna o processo de decomposição mais demorado, de suma importância nas nossas condições climáticas.

Miyasaka (1983) afirma que o cultivo do algodoeiro inserido em um sistema de rotação bem planejado colabora no aumento da produtividade desta cultura.

A utilização da cobertura morta sobre a superfície é um dos fatores que determinam o sucesso do sistema, protegendo os agregados do solo de erosão, redução da evaporação, do escoamento superficial, aumento da infiltração e do armazenamento de água no perfil do solo, enfim, com melhorias substanciais nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que contribuem para a sua fertilidade. (WUTKE, 1993)

A prática da adubação verde também é muito utilizada dentro do sistema, visto que uma determinada cultura ou espécie vegetal pode ser utilizada em sistema de rotação com a cultura principal, com objetivos diversos, como implantação de uma espécie com sistema radicular vigoroso, que forme galerias entre os agregados do solo, colaborando para o melhor desenvolvimento das raízes da cultura subsequente (WANG et al., 1986), que conseqüentemente irão absorver nutrientes de camadas mais profundas, e posteriormente incorporar mais nutrientes a maiores profundidades pelo próprio processo de decomposição destas raízes. (FIORIN, 1999)

A iniciativa em torno do Plantio Direto no Brasil, exemplo para os países tropicais de todo o mundo, tem refletido em uma mudança de atitude dos produtores e técnicos na busca da



maior sustentabilidade possível na agricultura, tem levado a um maior profissionalismo, através da incorporação de novas práticas de manejo e melhorias gerenciais dos fatores e processos de produção. Constituindo-se assim uma reconhecida alternativa para que se estabeleçam políticas favorecendo o desenvolvimento ambientalmente sustentável, voltadas à prosperidade da agricultura, com evidentes benefícios para toda a sociedade. (Plataforma Plantio Direto, 2007)

O sistema de produção até então predominante no país, onde se prepara o solo da chamada forma “convencional”, utiliza implementos que revolvem o solo, como arados e grades, em sucessivas operações, (CORRÊA; SHARMA, 2004). Desta forma, contribuindo para o adensamento do solo, redução da estabilidade dos agregados e aparecimento em maior número dos microporos, aumentando a predisposição à perda de solo, como comprovou Souza (1988), em seu trabalho de mestrado, avaliando os efeitos do uso contínuo de grade pesada sobre características físicas e químicas de um solo e desenvolvimento de plantas e absorção de nutrientes em soja. Segundo Kirkegaard et al. (1993), as conseqüências diretas da compactação do solo são redução da porosidade e da infiltração de água e aumento da resistência à penetração de raízes.

Machado (1976), comprovou que o adensamento da camada arável do solo sob plantio convencional prejudica a infiltração e absorção de água e atividade biológica do solo, e isto conseqüentemente afeta o desenvolvimento da planta, alterando seus padrões normais de crescimento e produção.

Sanchez et al. (1982) afirmaram que o cultivo contínuo dos solos das regiões tropicais só é viável a longo prazo através do uso de tecnologias apropriadas para cada região e clima.

Manter o solo coberto na entressafra das principais culturas também tem sido motivo de preocupação não somente em países de clima tropical, como evidenciam Sarrantonio e Gallandt (2003), que discorreram sobre a importância desta técnica para controle de erosão, melhoria da qualidade do solo, manejo de nutrientes, daninhas, pragas e doenças em países da América do Norte.

Entretanto, em algumas situações, o Sistema de Plantio Direto (SPD), com todas as práticas que o definem, fica impossibilitado, seja por questões econômicas ou culturais, porém, pode-se na maioria dos casos incorrer à técnicas que preconizam algum tipo de manejo conservacionista, minimizando os problemas decorrentes do sistema de preparo convencional do

solo e utilizando técnicas diferenciadas. O que vem sendo muito utilizado em áreas de produção do Estado do Mato Grosso, responsável por mais de 50% da produção do cerrado brasileiro, com quase 90% das áreas conduzidas em um sistema considerado “semi-direto”, é uma subsolagem e calagem a cada 2-3 anos, utilização de milho para formação de palhada e diminuição do número de operações e trânsito de implementos.

Fowler e Rockstrom (2001) fizeram uma breve conceituação de preparo conservacionista como sendo um termo genérico para os sistemas de manejo de solo que visam a conservação dos recursos naturais, e afirmam que manter pelo menos 30% da superfície do solo coberta por resíduos é essencial para conservar o solo e a água.

### 2.2.1 Benefícios do Sistema de Plantio Direto

Sidiras e Pavan (1985), compararam o nível de fertilidade de áreas com sistemas de produção conservacionistas e convencionais e relataram que as práticas que envolvem o manejo da matéria orgânica, através do retorno de resíduos das plantas, proporcionam melhores níveis de fertilidade a longo prazo.

De acordo com Takizawa e Guerra (1998), o algodoeiro é uma boa opção na integração do sistema produtivo em áreas de cerrados, pois apesar da baixa fertilidade natural desses solos, exigindo grandes investimentos em correção e fertilização, a topografia favorece a mecanização das áreas de plantio, que aliada às técnicas de produção, permitem que o algodoeiro tenha um bom desenvolvimento e produção de fibras de alta qualidade.

O sistema de produção convencional do algodoeiro preconizava que para se obter uma boa produção deveria haver um bom preparo do solo para boa germinação e desenvolvimento homogêneo da cultura (GRID-PAPP et al., 1992). Porém, o tipo de manejo do solo, a monocultura e a baixa produção de biomassa do algodoeiro (2,5 t de matéria seca por hectare) associados à rápida mineralização desta, caracterizou o sistema de produção vigente como insustentável, pois, gradativamente estabelecia (SOUZA; BELTRAO, 1999) o balanço negativo do carbono, causando a freqüente migração da cultura para novas áreas, sendo que hoje, as principais áreas produtoras se encontram na região dos cerrados, principalmente devido à predominância de relevos planos, o que possibilita total mecanização e altas escalas de produção. Para Medeiros (2005), o sistema de preparo de solo convencional colaborou para uma crescente degradação ambiental.

Nas principais regiões produtoras de algodão, parte das áreas já estão modificando gradativamente seu sistema de produção, incorporando algumas técnicas, e aos poucos fazendo a transição para o sistema de plantio direto (MEDEIROS, 2003), como por exemplo, diminuir o número de operações com revolvimento do solo.

No estado da Bahia, onde o algodoeiro vêm aumentando sua participação dentre as culturas, juntamente com o crescente aumento das áreas em sistema de plantio direto, uma cultura de formação de massa bem aceita e cada vez mais utilizada é a braquiária (SANTOS, 2005).

O milheto (*Pennisetum glaucum* L.), é muito bem aceito como cobertura para formação de palhada, para plantio subsequente do algodoeiro, principalmente no estado do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, utilizado na primavera, com semeadura desde o início de setembro. É uma espécie que, entre 45 a 50 dias após a semeadura proporciona uma excelente cobertura do solo (90%), e quantidade de matéria seca potencial de 8 a 10 t.ha<sup>-1</sup>, o que é extremamente benéfico para os solos tropicais, que de maneira geral, sofrem com a ação das altas temperaturas e umidade, o que aumenta a taxa de decomposição da matéria orgânica da superfície do solo. (ZANDONADI, 2005)

Kluthcouski (1998) e Menezes (2002) afirmam que uma quantidade de fitomassa remanescente considerada ideal para o sistema seria de 5 a 6 t.ha<sup>-1</sup>, e que a escolha deve ser de preferência por espécies com decomposição mais lenta. Porém, Tândolo Filho et al. (2005) testou a velocidade de decomposição de várias espécies utilizadas para formação de fitomassa, e verificou que as mais utilizadas produzem apenas um terço desta quantidade considerada satisfatória na maioria dos casos, e que a maior taxa de decomposição está nos primeiros 22 dias após o manejo da cobertura.

Para efeito de descompactação, as espécies que proporcionam os melhores benefícios para a cultura subsequente do algodoeiro são a crotalária e a braquiária consorciada com crotalária (HERNANI et al., 2005). Porém, o milheto na região dos cerrados continua sendo muito utilizado para produção de massa e cobertura do solo, possivelmente por ser já bem conhecido e aceito pelos produtores (SÁ, 1993), e sobretudo pela resistência à seca, muito comum no período da entressafra.

Em relação à produtividade do algodoeiro em sistemas conservacionistas, resultados contrastantes são relatados, como os de Yamaoka (1991), que verificou aumento da produtividade utilizando o Sistema de Plantio Direto, o que não foi verificado por Brow et al.

(1995), que observou produtividades iguais para convencional e plantio direto. Pettigrew e Jones (2001), encontraram produtividade menor de algodoeiro em sistema de plantio direto. No entanto, na maioria das vezes, constata-se aumento da produtividade, devido principalmente à manutenção de maior disponibilidade de água no solo sob este sistema (CARVALHO et al., 2004).

Os resultados que revelam uma possível diminuição da produtividade, se devem, muitas vezes a formas de manejo e técnicas mal planejadas, problemas de ajustes na adubação nos primeiros anos de implantação, rotação de culturas inadequada, enfim, problemas que devem ser solucionados para o bom desempenho do sistema.

Em relação ao crescimento e desenvolvimento das plantas sob sistema convencional e direto, Pettigrew e Jones (2001), encontraram sob sistema de preparo convencional do solo plantas mais altas, maior índice de área foliar, maior peso seco da parte aérea, maior índice de colheita e maior peso das estruturas reprodutivas, embora os resultados não tenham sido estatisticamente significativos até 90 DAE.

Efeitos do sistema de semeadura sobre as características químicas e físicas dos solos já foram exaustivamente estudados e comprovados pelo aumento dos teores de nutrientes sob plantio direto, quando comparado ao convencional, já em equilíbrio. Estudos realizados por Teixeira (2003), e mais recentemente por Zanão Junior et al. (2007) comparando pH, matéria orgânica e micronutrientes em sistemas sob semeadura direta e convencional, demonstraram maiores teores de Boro, Zinco, Mn, em menores profundidades para semeadura direta.

### 2.2.2 Doenças do algodoeiro em sistema de plantio direto e preparo conservacionista

Os patógenos de plantas considerados biotróficos, são microorganismos que dependem da planta viva para sua sobrevivência e não sobrevivem em restos da cultura morta e são disseminados por meio de esporos através do vento, água da chuva, animais, pessoas, micélio dormente, estruturas associadas à sementes e propágulos livres no solo. Sua ocorrência nas lavouras é independente do sistema de preparo de solo ou de rotação de culturas. Os exemplos mais comuns são fungos como oídios (*Erysiphe*), míldios (*Peronospora*), carvões (*Ustilago*) e ferrugens (*Puccinia*, *Uromyces*, *Phakopsora*).

Há um outro grupo de organismos denominados parasitas facultativos, que apresentam uma fase de sua existência sobre o hospedeiro vivo denominada parasitária e outra

saprofítica, após a morte do hospedeiro e sobrevivendo em restos de cultura saprofiticamente produzem toxinas que ajudam a matar as partes da planta e se desenvolvem sobre o material até que este esteja totalmente decomposto. Assim, a rotação com plantas que não sejam hospedeiras dos patógenos é essencial para o manejo das doenças. (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996)

A fauna do solo, por outro lado, é composta de microorganismos com hábitos alimentares diversos, podendo ser classificados como fitófagos (consumidores de plantas), em zoófagos (predadores e parasitóides de outros insetos), saprófagos (consumidores de animais e vegetais em decomposição), necrófagos (consumidores de animais e vegetais mortos) e geófagos (alimentam-se de terra). (GASSEN; GASSEN, 1996). A diversidade biológica do solo é muito importante, pois determina diferentes nichos e competição entre eles, mantendo um certo nível de equilíbrio das populações.

Gassen e Gassen (1996) afirmam que em sistemas sob monocultura, os patógenos necrotróficos são alimentados a cada 6-7 meses, quando a mesma espécie de hospedeiro (planta) é ressemeada na lavoura e o período para o controle está relacionado diretamente ao tempo necessário para a decomposição dos resíduos vegetais do hospedeiro. Fragmentando ou moendo palha, aumenta-se a superfície de contato desta com o solo, acelerando o processo de decomposição.

Fowler e Rockstrom (2001) encontraram que a incidência de alguns patógenos diminuiu quando compararam sistema de plantio direto com convencional, atribuindo esta redução de patógenos como resultado do aumento da matéria orgânica. Outras doenças que foram observadas em declínio em preparo reduzido e utilização de cobertura foram as que têm como principal via de disseminação o espirramento causado por fortes chuvas, que por causa da presença da cobertura, ficou prejudicado, pois a cobertura sobre a superfície absorve o impacto das gotas de chuva.

Uma possível causa da diminuição de algumas doenças em presença de cobertura, como colocam os mesmo autores, é devido ao fato de que alguns microorganismos têm preferência à sobrevivência e desenvolvimento em restos de cultura do que na planta viva.

De uma maneira geral, o algodoeiro é uma planta hospedeira de mais de 250 agentes patogênicos, já descritos na literatura, incluindo fungos, vírus e uma bactéria. Na Tabela 1 encontram-se discriminadas em uma escala numérica as doenças mais importantes de

ocorrência nas principais regiões produtoras do Brasil.

Tabela 1 – Importância de doenças do algodoeiro em Estados produtores do Brasil

Doença	Estados Produtores								
	PR	SP	MG	GO	BA	MT	MS	RO	PA
Murcha de Fusarium	4	5	3	3	3	3	3		
Murcha de Verticilium	3	3	4	5		1	4		
Nematóides	4	5	4	4	4	4	3		
Mancha Angular	4	3	3	3	4	4	3	3	5
Ramulose	4	3	4	4	3	5	4	5	3
Ramulária	3	3	4	4	4	5	4	3	3
Outras manchas	3	3	2	4	4	4	4	X	X
Mosaico das Nervuras	4	3	5	5	3	5	5		
Podridão das Maças	2	2	4	3	4	4	4		
Mofo Branco	X	X	X	X		X	X		
Murchamento avermelhado	3	3	X	3	3	3	3		

Escala de notas: 1- sem importância; 2 – pequena importância; 3- medianamente importante, necessitando precauções e estudos; 4 – importante, demandando medidas de controle; 5 – muito importante, inviabilizando a cultura se não houver controle; X – presença detectada.

Fonte: adaptada de Cia e Fuzatto (2000) e Chiavegato (2001)

Um fato comum decorrente da utilização do algodoeiro em sistemas conservacionistas é a ocorrência de tombamento de plântulas ou “damping off”, como relatado por vários autores como Kaufman et al. (1995); Young (1995) e Sumner (1995). Segundo Cia e Fuzzato (1999), essa ocorrência pode ser minimizada pela utilização de rotação de culturas.

O tombamento de plântulas é causado por um complexo de microorganismos fúngicos, e no Brasil os de ocorrência mais comum são *Colletotrichum gossypii* South, *Rhizoctonia solani* Kuehn e *Fusarium spp*, ocorrendo em condições de alta umidade no solo.(GRIDI-PAPP et al., 1992).

Brown e McCarter (1976) em pesquisa realizada com *Rhizoctonia solani* Kuehn afirmaram que este patógeno é o maior causador de podridão de sementes, damping-off em pré e pós-emergência do algodoeiro, exibindo vários graus de lesões e podridões, mas que a redução no crescimento de plantas, raízes e produtividade ocorrem com maior frequência em plantas danificadas pelo patógeno quando várias outras condições de stress estão presentes, como associado à temperaturas abaixo do normal, por exemplo.

Coyler e Vernon (2000), avaliaram entre 1988 e 1992 o desenvolvimento de plântulas em sistemas com preparo mínimo e convencional, e observaram que em sistemas

conservacionistas ou de preparo mínimo do solo, há maior incidência de tombamento, afetando significativamente a população de plantas, conseqüentemente a produção.

Young (1995), em estudos de vários anos com o algodoeiro em monocultura e preparo reduzido, constatou aumento em doenças de plântulas, e ressalta a prática da rotação de culturas como medida alternativa de controle para estas moléstias.

Perdas devido à ocorrência de tombamento de plântulas no ano de 1995, de até 180 mil toneladas de algodão em caroço foram observadas por Wang e Davis (1997).

Batson e Caceres (2000), durante dez anos de ensaios puderam constatar que as doenças de plântulas são geralmente mais severas sob condições de preparo reduzido e plantio direto, e que o vigor das plantas é menor, diminuindo a produtividade.

A maior incidência de doenças de plântulas em SPD pode estar associada ao fato de que sob amplitudes térmicas menores, as sementes do algodoeiro exsudam maior quantidade de açúcares e aminoácidos, o que é favorável aos patógenos. Estas condições de temperatura e umidade também mantém a planta num estágio susceptível por um período maior, pois atrasam a germinação das sementes (CIA; SALGADO, 1997), fato este comprovado por Hayman (1969), que após 48 horas de germinação das sementes de algodoeiro, observou maiores quantidades de exsudatos liberadas entre 12 e 18°C do que a 24, 30 e 36°C.

A manutenção da palhada da cultura de cobertura ou restos da cultura remanescente proporcionam o aumento na atividade de microorganismos decompositores e fitopatógenos que se desenvolvem quando são cultivadas sucessivamente plantas que sejam hospedeiras das mesmas doenças, mas a diversidade de espécies e a intensa atividade microbiana pode resultar no controle natural de alguns destes organismos patogênicos. (GASSEN; GASSEN 1996)

Além do tombamento de plântulas, o algodoeiro é hospedeiro de um grupo grande de patógenos, e as doenças são motivo de grandes perdas de produção, principalmente as doenças de manchas foliares. Bergamin Filho e Amorim (1996) afirmam que doença de manchas foliares possuem quatro tipos de tecidos, sendo estes o tecido latente, o tecido infeccioso, tecido removido e tecido sadio, sendo os três primeiros considerados o tecido doente da planta.

## 2.3 Ramulose do Algodoeiro

A ramulose do algodoeiro é uma das principais doenças que vêm causando problemas nas principais regiões de produção de algodão no Brasil. Foi constatada pela primeira vez no município de Rancharia –SP, em 1936 e já se encontra disseminada praticamente por todas as regiões do país onde se cultiva o algodoeiro. Foram encontrados relatos de ocorrência da ramulose também na Venezuela (MALAGUTI, 1955), e Paraguai (MATHIESON; MANGANO, 1985). É uma doença fúngica causada por uma variedade fisiológica do agente causal da antracnose, que recebeu o nome de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* Costa (CIA; SALGADO, 1997). Os mesmos autores afirmam que a doença pode se manifestar em plantas de qualquer fase, desenvolvendo-se de preferência em tecidos jovens da planta. Porém, quando presente em plantas em fase mais avançadas de desenvolvimento, é chamada ramulose tardia, que não causa tantos prejuízos à produção e qualidade das fibras. (ABRAHÃO, 1961).

### 2.3.1 Sintomatologia

Os sintomas diretos aparecem primeiramente nas folhas novas, tanto na haste principal como nas laterais, na forma de manchas necróticas, mais ou menos circulares quando no limbo, e alongadas quando no sentido longitudinal. O tecido necrosado formado tende a cair. As lesões acarretam desenvolvimento desigual dos tecidos foliares, ocasionando o enrugamento da superfície do limbo. O fungo afeta o meristema apical, provocando necrose, o que estimula o desenvolvimento dos brotos laterais que se transformam em galhos extranumerários, conferindo à planta um aspecto de superbrotamento ou envassouramento. As plantas severamente afetadas apresentam porte reduzido. (COSTA; FRAGA JR., 1937; VON PINHO et al., 1997; CIA; SALGADO, 1997; FREIRE et al.; 1999; FUZZATO et al., 1999; METHA et al., 2001)

O deslocamento de energia para o crescimento vegetativo em resposta à sucessiva destruição das gemas apicais exaure completamente a planta em relação à frutificação e conseqüentemente a produção.



### 2.3.2 Disseminação e condições favoráveis ao desenvolvimento da ramulose

A doença é disseminada através da semente, na qual o fungo pode ser veiculado externamente na forma de conídios e internamente na forma de micélio dormente, podendo introduzir o patógeno em áreas não contaminadas, e de um ano a outro se houver sementes nos restos de cultura na área (ABRAHÃO; COSTA, 1949; LIMA et al., 1985; LIMA et al., 1988; TANAKA, 1990; TANAKA, 1991; PIZZINATO et al., 1994; CIA; SALGADO, 2005). A presença do fungo em sementes foi constatada já no final da década de 30, em trabalho publicado por Costa (1939).

Os conídios (estruturas de propagação vegetativa) são produzidos tanto em conidióforos presentes na matriz gelatinosa do acérvulo, como também nas setas férteis, fato que confere importância epidemiologicamente por apresentarem diferentes mecanismos de dispersão, podendo ser transportado tanto por respingos de chuva, alcançando menores distâncias como pelo vento sendo transportado a maiores distâncias do foco inicial. O fungo pode ainda sobreviver de um ano para outro em solo contaminado, podendo veicular a doença através dos restos culturais. (VON ARX, 1957, NICHOLSON; MORAES, 1980, LENNÉ et al., 1984; SANTOS et al., 1993)

As condições favoráveis ao desenvolvimento do fungo são alta pluviosidade e boa fertilidade do solo. A temperatura ótima para o crescimento e desenvolvimento do fungo *in vitro* está entre 25 e 30°C. (SANTOS et al., 1993; SANTOS, 1993; CIA; SALGADO, 1997). A temperatura ótima para a infecção em campo, segundo Arndt (1944), encontra-se ao redor de 22°C, sendo que temperaturas abaixo de 18°C e acima de 36 são limitantes. Segundo Silveira (1965), quando essas condições ocorrem, as perdas em produção podem ser da ordem de 30 a 70% em casos mais severos. Segundo Carvalho et al. (1984) altas infestações afetam a produtividade, peso de capulho, comprimento, uniformidade, finura, micronaire, percentagem de fibra, e peso de 100 sementes.

De acordo com Cruz et al. (1970) e Von Pinho et al. (1997) pode ocorrer infestação generalizada da doença na área logo após quedas de temperatura que seguem as chuvas. O inóculo primário (conídios), causa as lesões primárias em algumas plantas que vão servir como fonte de inóculo secundário. As lesões secundárias ocorrem nas plantas adjacentes, e o patógeno propaga-se radialmente, resultando em sintomas mais severos próximos aos focos iniciais (KIMATI, 1980; SANTOS et al, 1994).

Monteiro (2007), determinou em câmara de crescimento a densidade relativa de lesões de ramulose em função de diferentes durações do período de molhamento foliar nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C. Foi observado que plantas inoculadas, submetidas a 0 horas de molhamento não apresentaram sintomas nas temperaturas. A 15 e 20°C, os sintomas somente começaram a aparecer a partir de 8,2 e 4,5 horas de molhamento, enquanto que a 25 e 30°C, os sintomas já foram visíveis a partir de 0,5 horas de molhamento, demonstrando que o período mínimo de molhamento favorável à infecção varia de acordo com a temperatura.

O autor determinou também que o período de incubação foi de 15 dias quando as plantas foram mantidas a 15°C, 11 dias a 20°C e 10 dias a 25°C, e 9 dias a 30°C, e que a variação do período de incubação em função dos períodos de molhamento utilizados foi menor do que a provocada pela temperatura.

### 2.3.3 Progresso da ramulose e controle

O patógeno propaga-se radialmente no campo, sendo que em condições favoráveis a propagação é linear nos primeiros 2 metros da fonte, e a partir de 3 metros passa a ser sigmoideal (SANTOS et al, 1994). Aos 32 dias após a inoculação os autores observaram plantas doentes até 9 metros do foco inicial. Maior aumento da doença foi observado aos 81 dias após a emergência das plantas. Foi observado ainda por Santos et al. (1993), que as fases mais susceptíveis da planta ao patógeno correspondem aos períodos de 25, 35, e 45 dias após a emergência, em ordem decrescente de pré-disposição e a inoculação durante o período de maçãs em desenvolvimento possibilitou maior recuperação do fungo nas sementes, menor emergência e maior transmissão semente-plântula.

As principais formas de controle da doença são a utilização de cultivares resistentes (CARVALHO et al., 1984; CIA; SALGADO, 1997), sementes livres do patógeno (MACHADO, 1988; MENTEN, 1986; NEERGARD, 1979; CIA; SALGADO, 1997) rotação de culturas, além de outras medidas que funcionam preventivamente, como inspeção periódica do campo, para erradicação de plantas doentes, pulverização de plantas sadias adjacentes às plantas doentes.

#### 2.3.4 Ramulose em sistemas conservacionistas e com modificação do microclima

Kubiak (2003), estudou a influência da palhada de milho no comportamento e evolução da Ramulose, comparando à cultura em condições convencionais de preparo de solo, e observou que a doença ocorreu de forma mais severa no sistema de semeadura convencional do que com utilização de milho. Este fato foi atribuído às condições macroclimáticas daquele ano agrícola (2001/02), que foram extremamente favoráveis à doença, sendo que em sistema de semeadura convencional, estas condições foram ótimas para o desenvolvimento do fungo.

Num outro estudo envolvendo a ramulose e adensamento da cultura do algodoeiro, Monteiro et al. (2004), observaram que em sistemas com utilização de semeadura mais adensada, houve diferenças, especialmente no início do ciclo, sem, no entanto, ultrapassar 1°C entre os plantios mais adensados e convencionais. Em outro experimento, Monteiro et al. (2004), estudaram o microclima do algodoeiro em diferentes densidades populacionais e observaram que em condições favoráveis, pode ocorrer rápida diminuição da temperatura no dossel da cultura, provocando diferenças de até 4,6°C mais altas na estação meteorológica comparando à temperatura medida sob o dossel da cultura.

Essas diferenças de temperatura causadas por modificações nas técnicas de condução podem afetar diretamente outras variáveis importantes para o desenvolvimento da ramulose, como a duração do período de molhamento foliar (DPM), de suma importância para que a infecção pelo patógeno ocorra.

#### 2.4 Influência da palhada na modificação do microclima X ocorrência de doenças

Para que uma doença se desenvolva em uma planta, há necessidade de interação entre esta, um agente fitopatogênico agressivo e condições ambientais favoráveis, sendo o ambiente um componente relevante nesta interação, podendo ocorrer ou não desenvolvimento da doença caso o ambiente seja desfavorável, mesmo havendo as demais condições (BEDENDO, 1995; BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996). Em algodoeiro, o efeito do ambiente nos componentes da produção e características das fibras pode ser até dez vezes maior do que aqueles dependentes do componente genético. (CHIAVEGATO, 1995).

Do ponto de vista meteorológico, é considerado macroclima a distância de 50 a

100 km do local considerado, mesoclima está na escala de 100m a 1000 km e microclima na escala de 1mm a 300m do local considerado, mas em fitopatologia considera-se microclima a área restrita de influência do dossel da cultura. (VALE et al., 2004).

Para Pedro Jr. (1989), as doenças provocadas por fungos que atacam folhas e frutos são influenciadas principalmente pelo macroclima da região, porém, o uso de técnicas agrícolas como sombreamento, quebra-ventos, cobertura morta, densidade de plantio e irrigação podem modificar o microclima da comunidade vegetal, alterando o curso diário da temperatura e a umidade do ar, o que influencia no processo infeccioso e no desenvolvimento epidemiológico, por suas inter-relações com o patógeno. Assim, em Fitopatologia, se convencionou que as doenças são mais influenciadas pelas condições do microclima da cultura do que pelo macroclima

As condições ambientais no interior do dossel (microclima) são determinadas pelo macroclima do local, proporcionado por arquitetura da planta, técnicas como configurações de plantio, irrigação, quebra-ventos, sombreamento e cobertura na superfície do solo. O microclima de uma cultura, segundo Rotem e Palti (1969) é resultante da densidade de plantio, topografia, tipo de solo, drenagem e fatores culturais.

O microclima pode também ser modificado quando a cultura está exposta à uma condição não usual, o que pode determinar mudanças no comportamento dos patossistemas. (ROTEM, 1988).

Para Agrios (1997) doenças de plantas podem ocorrer sob ampla faixa de condições ambientais e que as técnicas culturais podem transformar ambientes adversos em ambientes favoráveis ao desenvolvimento da doença. Ou seja, a extensão e frequência da ocorrência de determinada doença, assim como sua severidade, são influenciadas pelo grau de desvio do ponto no qual cada condição ambiental é ótima para o seu desenvolvimento.

O balanço de energia local, também é influenciado pelo tipo de cobertura do solo intensificando o efeito microclimático, tanto no aquecimento diurno como no resfriamento noturno (PEREIRA et al., 2002). O microclima formado no interior do dossel da cultura, aliado ao tipo de cobertura, atenderão ou não às condições necessárias para a sobrevivência do patógeno e ocorrência de infecção. Fowler e Rockstrom (2001) afirmam que a presença de resíduos na superfície do solo tem sido vista como razão para aumentarem os problemas de pragas e doenças em preparos conservacionistas.

Em relação ao desenvolvimento de doenças, os elementos meteorológicos de importância são: umidade do ar, temperatura, precipitação pluvial e velocidade do vento (ZAHLER; MOTA; AGENDES, 1991) e a observação contínua dessas variáveis, bem como da cultura e do patógeno é necessária para a quantificação dessas inter-relações. (SUTTON; GILLESPIE; HILDEBRAND, 1984). Dentre estes, a temperatura e a umidade sob o dossel podem ser modificados com a utilização de técnicas que proporcionam alterações no microclima da cultura e que podem afetar o desenvolvimento de doenças.

A temperatura e a umidade da superfície do solo são afetadas pelos resíduos de plantas remanescentes, afetando também, conseqüentemente a germinação tanto da cultura como de plantas daninhas. (BENOIT; LINDSTROM, 1987, ADANS, 1966; FOWLER; ROCKSTROM, 2001).

Gupta et al. (1983), afirmam que o maior efeito dos resíduos na superfície é a diminuição da temperatura do solo na zona das sementes e que resíduos na superfície também influenciam no crescimento das raízes, disponibilidade de nitrogênio, infestação de daninhas e insetos e degradação de herbicidas e inseticidas.

Gassen e Gassen (1996) também constataram que há grande diferença quando se mede a temperatura do solo nu e a do solo coberto com palhada, também em relação à temperatura do ar, sendo que por ordem decrescente estão solo nu, solo com palhada e temperatura do ar, e que estas diferenças ocorrem com maior intensidade nos horários mais quentes do dia, quando a umidade relativa é mais baixa. Tal observação foi também comprovada por Monteiro (2002) que encontrou diferenças na temperatura do ar e da superfície vegetada, mostrando também que quanto maior a massa verde na área, maior a umidade relativa, portanto, maior a duração do período de molhamento foliar.

A alteração da temperatura modifica o conteúdo de água do solo, fluxo de gases, estrutura, decomposição de resíduos, ciclagem e quantidade de nutrientes, espectro e competição de plantas daninhas e a dinâmica de doenças de plantas. (FOWLER; ROCKSTROM, 2001).

Em regiões tropicais e subtropicais, a cobertura é essencial para minimizar os efeitos deletérios de chuvas intensas, redução de altas temperaturas do solo e diminuir evaporação, e em regiões com problema de escoamento superficial, a utilização de palha é uma alternativa para sanar o problema, inclusive de armazenamento de água. (ADANS, 1966) Entretanto, em regiões muito úmidas e temperaturas elevadas, manter a cobertura da superfície

dos solos é tarefa difícil, pois a taxa de decomposição nestas regiões mais quentes é muito alta.

Army (1961) constatou que a presença de resíduos na superfície do solo também pode promover a diminuição do movimento do ar imediatamente acima do solo.

A temperatura do solo nos primeiros 30 cm do perfil são de grande importância para a decisão de muitas das práticas de manejo (GUPTA et al., 1984). Os mesmos autores afirmam que mantendo o solo coberto com resíduos, prática comum nos sistemas de preparo reduzido, há modificações no regime térmico do solo. Em experimento realizado por estes autores, em que foram tomadas as temperaturas do solo sem preparo e sem resíduos; solo sem preparo e com resíduo e solo com preparo convencional com utilização de resíduos, concluíram que as mudanças de temperaturas estão mais relacionadas à cobertura do solo do que ao sistema de preparo, ou seja, nos tratamentos em que havia presença de cobertura, a temperatura foi inferior, mesmo nos que utilizaram o preparo convencional, ou revolvimento do solo.

Benoit e Lindstrom (1987) afirmaram que a modificação do regime térmico do solo quando se utiliza restos de cultura ocorre por causa da reflectância dos diferentes materiais expostos na superfície. Ou seja, a reflectância varia com o tipo de planta, cor, e conteúdo de água no solo. Atentaram ainda para o fato de que superfícies vegetadas refletem mais que superfícies de solo nuas, e solos úmidos refletem menos que solos secos. O aumento da reflectância resulta em menor radiação líquida que atinge a superfície, resultando em menores temperaturas do solo.

#### 2.4.1 Influência das variáveis meteorológicas no desenvolvimento de doenças

Os elementos meteorológicos considerados mais importantes no desenvolvimento de epidemias são umidade do ar, temperatura, precipitação pluvial e velocidade e direção do vento (ZHALER; MOTA; AGENDES, 1991). Para melhor entender as inter-relações entre patógeno e hospedeiro, essas variáveis devem ser atentamente observadas (SUTTON; GILLESPIE; HILDEBRAND, 1984).

#### 2.4.2 Efeito da temperatura nas fases de desenvolvimento do patógeno

Tem sido estudada e detectada a influência da temperatura em todas as fases do desenvolvimento dos microorganismos no processo de infecção, desde a germinação dos esporos até a produção de novas unidades de reprodução (ROTEM, 1978).

A influência da temperatura pode ser menor do que a encontrada pelas condições de umidade, que em regiões tropicais e subtropicais exercem papel limitante no desenvolvimento de epidemias (AGRIOS, 1997). Porém, quando as condições de temperatura são muito diferentes do ótimo para que a doença se desenvolva, a taxa de desenvolvimento é reduzida, ocorrendo um decréscimo no número de infecções e diminuição do inóculo (ROTEM, 1978), modificação da duração do período de germinação de esporos, penetração, colonização e reprodução, afetando tanto a velocidade de reprodução quanto a quantidade de propágulos. (BEDENDO, 1995).

A taxa de crescimento de um microorganismo varia com a temperatura, onde, segundo Rotem (1978) e Zadocks e Shein, (1979), em condições de temperaturas diferentes do ótimo para o desenvolvimento do patógeno, a taxa de desenvolvimento da doença é reduzida, principalmente devido à um decréscimo no número de novas infecções e diminuição do inóculo, e ainda, patógeno, que já se encontra no tecido infectado, continua seu desenvolvimento lentamente até que condições favoráveis de temperatura voltem a ocorrer

O desenvolvimento da planta também pode ser alterado com variações na temperatura, o que, de acordo com o estágio de desenvolvimento em que esta se encontra, pode aumentar ou diminuir a suscetibilidade desta ao patógeno, e conseqüentemente modificar as interações no patossistema (BEDENDO, 1995). Sendo esta, a melhor explicação encontrada por Monteiro (2002) para o fato de que após períodos com temperaturas mínimas diárias menores que a temperatura basal da planta ter ocorrido um aumento intenso da incidência de ramulose no algodoeiro.

#### 2.4.3 Efeito da Duração do Período de Molhamento (DPM) na ocorrência de doenças

Para que o inóculo depositado no tecido vegetal inicie seus processos de germinação e penetração, necessitam da presença da água, principalmente proveniente do orvalho. (BEDENDO, 1995).

Rotem (1978) e Pedro Jr et al., (1991) relatam a importância da duração do período de molhamento foliar para o desenvolvimento de doenças.

Os diferentes patógenos de plantas necessitam de diferentes condições ou horas de molhamento foliar associado à temperatura para que possam se desenvolver e colonizar o

hospedeiro. Yarwood (1956), Horsford et al. (1987) e Allen et al. (1982) afirmam que para a maioria dos patógenos são necessárias pelo menos duas a seis horas de molhamento para ocorrer início de infecção, sendo que apenas poucos são desfavorecidos pela presença da água, necessitando apenas de alta umidade relativa para iniciarem seu desenvolvimento.

Diversos autores estudaram o número de horas de molhamento foliar para o desenvolvimento de alguns fungos em diversas culturas, como é o caso de *Puccinia coronata avenae*, em aveia, que segundo Politowski e Browning (1975), necessita de um período de duas a cinco horas de molhamento para a germinação dos esporos. Outros patógenos como *Phyllosticta maydis* (CASTOR; AYRES; NELSON, 1977), *Uromyces phaseoli* (IMHOFF; LEONARD; MAIN, 1982), *Puccinia polysora* (HOLLIER; KING, 1985) e *Cercospora arachidicola* (ALDERMAN; BEUTE, 1986) também necessitaram um período entre 2 a 5 horas para iniciarem seus processos de desenvolvimento.

Suassuna (2005), avaliando a proporção de área foliar de algodoeiro lesionada pela doença mancha de mirotécio, causada pelo fungo *Myrothecium roridum*, observou que à medida em que se aumentou o tempo de molhamento foliar, a doença se mostrou mais severa.

O fato de haver horas de molhamento e temperaturas suficientes para a germinação de esporos não significa com segurança a ocorrência de infecção, pois na maioria dos casos, há necessidade de um período de molhamento maior para que haja um número suficiente de propágulos germinados suficientes para gerar a infecção. (POLITOWSKI; BROWNING, 1975; CASTOR; AYRES; NELSON, 1977). Para a mancha de mirotécio em algodoeiro, por exemplo, são necessárias mais de 16 horas de molhamento foliar por sete dias consecutivos. (SUASSUNA, 2005)

Para cada patógeno há uma interação específica entre temperatura-molhamento, como pôde ser observado por exemplo por Gasparotto (1988), onde a 24°C ocorreu infecção com período de molhamento de 6 horas e a 20°C a infecção correu depois de 8 horas de molhamento.

Quando há condições para que comece a ocorrer a infecção, o prosseguimento do desenvolvimento do patógeno, ou o início das relações parasitárias patógeno-hospedeiro também vão depender das condições no momento, onde pode ocorrer a infecção, mas logo em seguida uma condição climática adversa pode levar à paralisação temporária do desenvolvimento ou morte do patógeno sem que as relações parasitárias ocorram, como é o caso de *Phytophthora*



*infestans*, que não resiste à períodos secos logo após o início do processo de germinação. (BASHI; ROTEM, 1974).

Quando submetida à períodos de molhamento mais curtos, Jacome e Schuh (1992) encontraram atraso no aparecimento dos sintomas de Sigatoka Negra em bananeira, e acreditam ser devido à necessidade de um período mais longo de absorção de água para a germinação dos conídios.

Em relação ao gênero *Colletotrichum*, alguns autores investigaram o papel da Duração do Período de Molhamento (DPM) na epidemiologia das doenças em várias espécies e culturas, como é o caso de *Colletotrichum acutatum*, que de acordo com Huber e Gillespie (1992), necessita de apenas 3 horas de molhamento para que ocorra infecção em frutos de morango. Waller (1992), para espécies deste gênero, verificou que são necessárias em torno de 4 horas de molhamento para que os esporos germinem e a infecção ocorra.

Ao se analisar o efeito combinado da temperatura e umidade, Monteiro (2007) observou que para *C. gossypii* var. *cephalosporioides* a duração do período de molhamento necessária para o estabelecimento da ramulose do algodoeiro não pode ser resumida a um valor fixo, tanto de uma quanto de outra variável. O autor encontrou que a severidade máxima de ramulose observada em câmara de crescimento foi de 26 lesões por dm<sup>2</sup> de folha em uma planta mantida a 25°C com DPM de 32 horas após a inoculação. O período de incubação encontrado foi de 15 dias para plantas mantidas a 15°C, 11 dias a 20°C, 10 dias a 25°C e 9 dias a 30°C. Para DPM acima de 32 horas, a severidade começou a diminuir, sendo este fato atribuído à falta de oxigênio no processo de germinação e infecção por haver excesso de água.

A diminuição dos períodos de incubação e latente associada ao aumento da temperatura foi observado inclusive em outros patógenos, como *Uromyces phaseoli* (MENDES, 1987), *Colletotrichum lindemuthianum* (DALLA PRIA, 1997) e *Puccinia polysora* (GODOY, 2000)

Para Monteiro (2007), a variação no período de incubação em função dos períodos de molhamento estudados foi menor do que a provocada pela temperatura.

Para avaliar mais precisamente a influência das condições climáticas no desenvolvimento de epidemias, Monteiro (2007), desta vez em câmara de crescimento, conseguiu encontrar um modelo mais apropriado para encontrar um índice de favorabilidade para a ramulose, onde através de crescimento permitem isolar os efeitos de variáveis ambientais

específicas, fornecendo dados que explicam o desenvolvimento da doença em campo. Desta forma, determinando-se o efeito do ambiente sobre o desenvolvimento dos processos de infecção e colonização de uma doença pode-se inferir sobre o desenvolvimento de epidemias no campo.

#### 2.4.4 Efeito da precipitação pluvial no desenvolvimento de doenças

Além das variáveis já citadas, importantes no processo epidemiológico, alguns autores também relataram a importância da chuva ou número de dias chuvosos no desenvolvimento de epidemias, como em trabalhos de previsão de doenças causada por *Colletotrichum falcatum* em cana-de-açúcar (KUMAR; SATYAVIR; NIWAS, 1998), e *C. gloeosporioides* em *Stylosantes scabra* (CHAKRABORTY; BILLARD, 1995), onde os modelos desenvolvidos apresentaram as variáveis número de dias chuvosos e intensidade da chuva como os parâmetros que mais influenciaram a ocorrência e o desenvolvimento dessas doenças.

Em relação à *Colletotrichum gossipy* var. *cephalosporioides*, a chuva tem um papel muito importante, pois os conídios (estruturas de propagação vegetativa) são produzidos tanto em conidióforos presentes na matriz gelatinosa do acérvulo, como também nas setas férteis, fato que confere importância epidemiologicamente por apresentarem diferentes mecanismos de dispersão (VON ARX, 1957), podendo ser transportado tanto por respingos de chuva, alcançando menores distâncias (NICHOLSON; MORAES, 1980), como pelo vento sendo transportado a maiores distâncias do foco inicial, (LENNÉ, 1984; SANTOS et al., 1994)

### 3 Material e Métodos

#### 3.1 Local

Os experimentos foram conduzidos a campo, nas safras 2004/05, 2005/06 e 2006/07 na área experimental do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP/ESALQ), no município de Piracicaba, SP, latitude 22° 42’ S, longitude de 47° 37’ W e altitude de 546 metros.

O clima da região é Cwa (mesotérmico, úmido, subtropical com inverno seco), segundo classificação de Köppen (Vianello & Alves, 1991). A Temperatura média do mês mais quente está acima de 24° C e a do mês mais frio abaixo de 17° C, apresentando média de precipitação pluvial anual de 1200 mm.

O solo da área é classificado como Terra Roxa estruturada Eutrófica ou Nitossolo Vermelho.

Tabela 2 - Dados médios mensais dos elementos meteorológicos do período de 1917 à 2000. Piracicaba

Mês	Rad. Global (MJ/m <sup>2</sup> /d)	Insolação (horas/dia)	Precipitação (mm)	Umidade Rel. (%)	Vento médio (km/hora)	T máxima	T mínima	T média
						oC		
set	15,8	6,8	63,9	65	9,3	28,1	13,4	20,7
out	18,2	6,9	110,3	69,7	9,8	28,9	15,6	22,3
nov	19,8	7,4	130,4	69,8	9,7	29,6	16,7	23,1
dez	18,8	6,6	201	74,5	8,9	29,6	18,2	23,9
jan	18,8	6,4	224,5	76,3	7,8	30	19	24,4
fev	18,4	6,5	184,1	76,4	7,4	30,2	19	24,6
mar	16,7	6,8	143,2	76,1	7,2	30	18,2	24,1
abr	15,6	7,5	63,6	74,1	7,1	28,4	15,4	21,8
mai	12,6	7,3	52,1	75,2	6,4	26,1	12,1	19,1

Fonte: Departamento de Ciências exatas USP/ESALQ.

#### 3.2 Cultivares utilizadas

##### a) Algodoeiro

Foi utilizada a cultivar Makina, semi-precoce, com ciclo de aproximadamente 160 dias, florescimento em aproximadamente 48 dias após a emergência, alta performance em produtividade, altura média de 1,10m quando manejada com reguladores vegetais, glabra e produção de fibras de alta qualidade. Em relação à doenças, é considerada suscetível à várias

doenças causadas por fungos, com destaque à ramulose, doença fúngica de interesse nesta pesquisa, cujo agente causal é o *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*.

#### b) Milheto

Para a produção de palhada em cobertura do solo nos blocos destinados à este fim, foi utilizado o Milheto (*Pennisetum glaucum* L.), cultivar BN-2, muito empregado em sistemas de plantio direto. O Milheto é uma espécie da família *Poaceae*, segundo classificação de Cronquist (1981), citado por Capellari Jr. et al. (2002). A cultivar utilizada apresenta produção de massa verde de 40-50 t.ha<sup>-1</sup> e 8-10 t.ha<sup>-1</sup> de massa seca, podendo chegar à altura de 1,0 a 2,5 m. Tem hábito de crescimento em touceira/ereto, ciclo até o florescimento de 60-90 dias, e padrões mínimos de qualidade: 60% de germinação e 95% de pureza (Informações: Pirai Sementes).

### 3.3 Implantação e condução dos experimentos

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e 8 repetições, sendo as parcelas constituídas pelo sistema de manejo do solo e as subparcelas com e sem inoculação de ramulose.

Para efeito de simplificação dos termos, no presente trabalho, chamaremos de semeadura convencional (SC) o sistema de produção com semeadura convencional do algodoeiro sobre solo preparado de forma convencional e semeadura direta (SD) o sistema de semeadura sobre a palhada de milheto e ausência de preparo do solo.

Na Tabela 3 encontram-se as datas em que foram realizadas as principais atividades e eventos de implantação e condução dos experimentos.

Tabela 3 – Cronograma das atividades realizadas nos ensaios, nos anos de 2004/05; 2005/06 e 2006/07. Piracicaba, SP

Operações e eventos	2004/05		2005/06		2006/07	
	Sem. direta	Sem. conv.	Sem. direta	Sem. conv.	Sem. direta	Sem. conv.
Semeadura milho	03-Set	-	16-Set	-	15-Set	-
Dessecação milho	08-Nov	-	11-Nov	-	06-Nov	-
Herbicida em PPI*	-	17-Nov	-	16-Nov	-	05-Nov
Semeadura algodão	22-Nov	22-Nov	17-Nov	17-Nov	09-Nov	09-Nov
Adubação de plantio	22-Nov	22-Nov	17-Nov	17-Nov	09-Nov	09-Nov
Emergência das plântulas	02-Dez	02-Dez	26-Nov	26-Nov	18-Nov	18-Nov
Herbicida em PRE**	03-Dez	03-Dez	29-Nov	29-Nov	11-Nov	11-Nov
Adubação de cobertura 1	-	-	30-Nov	30-Nov	-	-
Adubação de cobertura 2	22-Dez	22-Dez	12-Dez	12-Dez	14-Dez	14-Dez
Acerto estande	22-Dez	22-Dez	12-Dez	12-Dez	14-Dez	14-Dez
Inoculação <i>C. gossypii</i>	30-Dez	30-Dez	06-Jan	06-Jan	-	-
Colheita	15-Mai	15-Mai	16-Mai	16-Mai	-	-

\* Pré plantio incorporado

\*\* Pré emergência do algodoeiro

### 3.3.1. Descrição das operações

#### A) Semeadura, condução e manejo do milho

A semeadura do milho (*Pennisetum glaucum* L.) foi realizada à lanço, nas parcelas destinadas à semeadura direta, na quantidade de 20 kg.ha<sup>-1</sup>. O milho foi conduzido até 63, 54, 51 DAE para os anos 2004/05, 2005/06 e 2006/07 respectivamente.

O manejo do milho foi realizado por dessecação química utilizando Glifosato, na dose de 4 L/ha aplicado com pulverizador de barras.

#### B) Implantação e tratos culturais do algodoeiro

A semeadura do algodoeiro foi realizada com semeadora-adubadora adaptada para plantio direto. Os adubos utilizados na semeadura foram 4-25-25 na quantidade de 350 kg/ha. Na adubação de cobertura foram utilizados 90 kg/ha de nitrogênio.

O acerto do estande foi realizado de forma a deixar 10 plantas por metro linear.

Durante a condução dos ensaios foram feitas capinas manuais, quando necessário, para manter a cultura o máximo possível sem a interferência de plantas daninhas. O manejo

fitossanitário foi realizado através de seqüência de pulverizações semanais, com produtos inseticidas, procurando-se sempre alternar o modo de ação dos produtos. O Bicudo do algodoeiro (*Antonomus grandis* L.) foi o alvo principal no controle. Outros insetos controlados foram pulgões (*Aphis gossypii* Glover), tripes (*Frankliniela* sp.), ácaros (*Polyphagotarsonemus latus* Banks e *Tetranychus urticae*), curuquerê do algodoeiro (*Alabama argilaceae*) e outras lagartas.

A colheita foi realiza de forma manual nos três anos de experimentação.

### 3.3.2 Inoculação do *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*

A inoculação das plantas com o *Coletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* Costa, agente causador da ramulose do algodoeiro, foi realizada com inóculo fornecido pelo Centro de Pesquisa e Fitossanidade da Agência Paulista de Tecnologias dos Agronegócios (Instituto Agrônômico de Campinas), numa mistura de cinco isolados do patógeno, onde as culturas foram desenvolvidas em meio sólido e após o período de incubação, foi preparada a suspensão de esporos.

Para o preparo da suspensão de inóculo a partir dos isolados, foram adicionados 15 a 20 mL de água destilada em cada placa de Petri contendo a cultura do fungo, sendo removida a parte superficial da colônia com auxílio de espátula. O material resultante (água e fungo) foi misturado, completando-se o volume a 2 litros de água destilada, e em seguida, filtrado em duas camadas de gaze, obtendo-se a suspensão de conídios. Esta suspensão com concentração aproximada de  $1 \times 10^6$  conídios/mL foi aplicada com pulverizador costal de CO<sub>2</sub> com pressão constante de 42 l.pol<sup>-2</sup> e bico X<sub>2</sub>.

A inoculação foi realizada aos 30 DAE no ano de 2004/05 e 40 DAE no ano de 2005/06. Os tratamentos foram inoculados sempre ao final da tarde, evitando-se a incidência de radiação solar e sob temperaturas mais amenas, a fim de favorecer o processo infeccioso. A aplicação foi concentrada na região apical das plantas, por ser a região da planta mais sensível à Ramulose (SANTOS et al, 1984)

Foram observados os primeiros sintomas aproximadamente uma semana depois, e esse desenvolvimento inicial foi suficiente para o propósito de inserir a doença no campo. Nas Tabelas 4 e 5 pode-se observar os dados das condições meteorológicas na semana de inoculação, para os anos de 2004/05 e 2005/06.

No ano de 2006/07 não foi realizada inoculação, pois o experimento deste ano foi realizado com intuito de avaliar apenas o desenvolvimento das plantas entre os dois sistemas de semeadura e se ocorreria reinfecção das plantas pela ramulose de um ano para outro, devido à presença do inóculo nos restos de cultura.

Tabela 4 - Condições meteorológicas na semana da inoculação do *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, em 2004/05. Piracicaba

2004/05		T conv.	T dir.	DPM conv.	DPM dir.	UR conv.	UR. dir.	chuva
DAE	Data	oC		Horas		%		mm
<b>30</b>	<b>30/12/2004.</b>	26	27	7,3	7,5	70	75	0
31	31/12/2004.	27	28	12,0	12,3	70	76	0
32	1/1/2005.	27	28	2,8	3,0	70	77	0
33	2/1/2005.	25	26	13,5	13,5	77	82	7
34	3/1/2005.	25	26	9,5	9,0	75	79	0
35	4/1/2005.	23	23	22,3	22,3	92	93	20

T conv. Temperatura média sob o dossel das plantas em semeadura convencional

T dir. temperatura média sob o dossel das plantas em semeadura direta

DPM conv. Duração do período de molhamento foliar medida sob o dossel das plantas em semeadura convencional

DPM dir. Duração do período de molhamento foliar medida sob o dossel das plantas em semeadura direta

Tabela 5 - Condições meteorológicas na semana da inoculação do *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, em 2005/06. Piracicaba

2005/06		T conv.	T dir.	DPM conv.	DPM dir.	UR conv.	UR. dir.	chuva
DAE	Data	oC		Horas		%		mm
<b>41</b>	<b>6/1/2006.</b>	23,0	22,0	12,6	15,9	88,4	85,8	0,2
42	7/1/2006.	24,6	23,8	8,0	11,4	82,8	81,8	1,0
43	8/1/2006.	23,9	23,1	13,9	15,9	86,2	84,8	29,4
44	9/1/2006.	24,6	23,8	14,4	20,0	83,4	82,0	5,4
45	10/1/2006.	25,0	24,0	7,0	8,7	78,5	79,5	0,0
46	11/1/2006.	23,7	23,0	16,8	19,3	86,2	84,8	25,6

### 3.3.3 Avaliações da doença

O desenvolvimento e evolução da doença foi avaliado a cada 7 dias, por meio de escala de notas, descrita na Tabela 6. Cada parcela tinha 4 linhas de 5 metros de comprimento espaçadas a 0,9 m, sendo as duas centrais consideradas úteis. Foram examinadas 10 plantas em cada subparcela, nas duas linhas centrais, sendo estas 5 marcadas e sua planta imediatamente adjacente, como representado na Figura 1, e considerando os sintomas em toda a planta. Em cada avaliação foram examinadas sempre as mesmas plantas. A nota média da parcela foi determinada pela média aritmética das notas das 10 plantas avaliadas.

Tabela 6. Escala de notas para avaliação de sintomas da Ramulose do algodoeiro

Nota	Sintoma visível
1	Planta sem sintomas visíveis
2	Planta com manchas estreladas nas folhas do ponteiro
3	Plantas com redução nos internódios do ponteiro e manchas nas folhas
4	Planta com superbrotamento, com pouca diminuição no crescimento
5	Planta com superbrotamento e com desenvolvimento e porte reduzido

Fonte: Cia *et al* 1982.

Na Figura 1 está a representação esquemática da Parcela experimental.

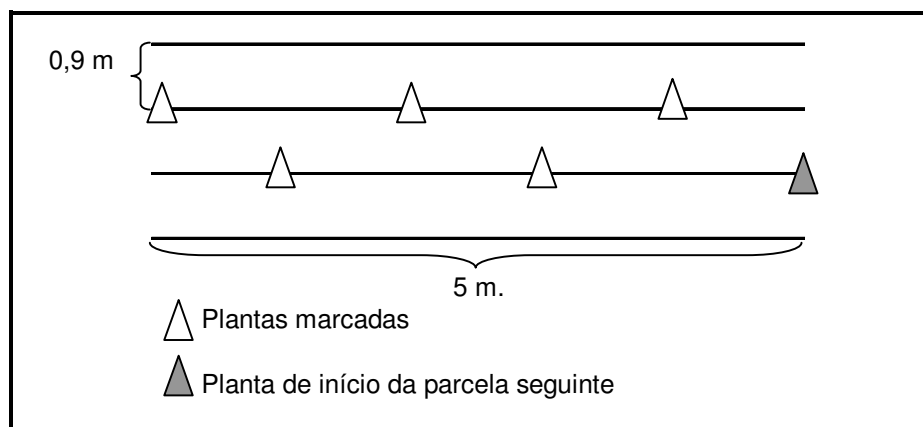


Figura 1 – Representação do esquema de avaliação das plantas para os sintomas da ramulose em uma subparcela experimental



As médias das notas dos sintomas de ramulose atribuídas aos tratamentos foram submetidas à análise de variância para verificar diferenças entre o desenvolvimento da doença em semeadura convencional e direta. Nos testes estatísticos foi observado que os dados não seguiram uma distribuição normal, não sendo possível utilizar o modelo ANOVA para estes dados.

Como alternativa foi utilizado um teste não paramétrico. Para esta situação foi escolhido o teste de TESTE DE KRUSKAL-WALLIS.

O objetivo do teste de Kruskal-Wallis é verificar se as diferentes amostras  $k$  provêm da mesma população ou de populações idênticas.

Neste caso as hipóteses consideradas foram:

$H_0$  : Não há diferença entre os tratamentos

$H_1$  : Há diferença entre os tratamentos

Nos testes com as notas obtidas nos ensaios, foram detectadas diferenças entre alguns conjuntos de amostras, sendo então rejeitada  $H_0$ . Assim foi utilizado outro teste para verificar entre quais tratamentos ocorreram as diferenças, e para isso utilizou-se o TESTE DE U DE MANN-WHITNEY. O objetivo deste teste foi o de comprovar se dois grupos independentes foram ou não extraídos de uma população com a mesma mediana. Para isso, as amostras devem ser independentes e aleatórias.

Neste caso as hipóteses são as seguintes:

$H_0$  : Não há diferenças entre as médias das ordens das notas

$H_1$  : Há diferença entre as médias das ordens das notas

Nas Tabelas 9 e 11 do teste de significância chamamos:

T1= Semeadura direta inoculada

T2= Semeadura direta não inoculada

T3= Semeadura convencional inoculada

T4= Semeadura convencional não inoculada

### 3.3.4 Acompanhamento do crescimento e desenvolvimento da cultura do algodoeiro sob semeadura direta e convencional

Para a análise do desenvolvimento e crescimento das plantas sob semeadura convencional e direta, foram feitas avaliações de massa seca (g), índice de área foliar e altura

(cm) para os anos de 2004/05 e 2005/06 e 2006/07. No ano agrícola 2006/07, foram efetuadas também avaliações adicionais, como presença de encurvamento da raiz pivotante devido à possível impedimento físico pelo solo, contagem de raízes laterais ou secundárias e comprimento da raiz pivotante.

No ano de 2006/07 foi realizada também uma avaliação de sintomas de ramulose, pois neste ano não foi realizada inoculação com *Colletotrichum gossypi* var. *cephalosporioides*, no intuito de verificar se a doença seria disseminada de um ano a outro, pela possível sobrevivência do fungo nos restos de cultura e palhada do milho remanescente do ano anterior.

Para estas análises, foram coletadas ao acaso duas plantas, e medidas as respectivas alturas. A coleta das plantas foi realizada sempre nos horários em que o solo ainda se encontrava com certa umidade, na parte da manhã, para facilitar a retirada, sem haver quebra drástica da raiz pivotante. Essas plantas foram medidas, desde o colo até o ápice. Posteriormente estas plantas foram levadas ao laboratório, e todas as folhas foram retiradas e processadas no integrador de área foliar LI-3000, equipamento que totaliza a área das folhas, obtendo-se desta maneira um valor médio de área foliar por planta.

As raízes pivotantes foram medidas desde o ponto de inserção no solo até a ponta. E as raízes secundárias de cada planta foram todas contadas

### 3.3.5 Produção de algodão em caroço e produtividade

Após a colheita da área útil das subparcelas, o peso total do algodão em caroço foi determinado por pesagem e a produtividade obtida pela razão entre a produção e a área ocupada pelas linhas centrais transformadas em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e analisados estatisticamente.

### 3.3.6 Instrumentação e monitoramento agrometeorológico

#### 3.3.6.1 Estação meteorológica

Após a semeadura da cultura em 2004/05 e 2005/06, foi instalada uma plataforma de aquisição de dados na região central da área experimental, coletando-se os dados meteorológicos durante o ciclo da cultura.

Foi utilizado o sistema automático de aquisição dos dados, modelo CR23X, da

Campbell Scientific. As variáveis monitoradas foram medidas a cada 5 segundos e armazenadas a cada 15 minutos pela média dos valores ou o seu total, no caso de chuvas. A este sistema foram conectados os seguintes sensores:

- 1) Psicrômetros aspirados com sensores de termopar, que forneceu os dados de temperatura de bulbo úmido e de bulbo seco, utilizados para a determinação da temperatura e umidade relativa do ar em graus Celsius e %, respectivamente;
- 2) Sensor de radiação solar, marca LI-COR, modelo LI-200SZ, de resposta espectral no intervalo entre 0,4 e 1,2  $\mu\text{m}$ ;
- 3) Sensor de radiação fotossinteticamente ativa, marca LI-COR, modelo LI-190SZ, de resposta espectral no intervalo entre 0,4 a 0,7  $\mu\text{m}$ ;
- 4) Pluviômetro de báscula, marca Texas Eletronics, modelo TR-525M;
- 5) Anemômetro de caneca, marca Met-One, modelo 014<sup>a</sup>.
- 6) Sensor eletrônico de umidade relativa e temperatura do ar HMP35C, Campbell.

### 3.3.6.2 Conjunto Sensor de Monitoramento Microclimático (CSMM)

Além da plataforma de aquisição de dados que forneceu os dados relativos às condições meteorológicas gerais (macroclimáticas) durante os experimentos, foram instalados também conjuntos sensores – próximo à plataforma – com um psicrômetro aspirados e um sensor eletrônico de molhamento.

O psicrômetro possibilitou o registro dos dados relativos à temperatura e umidade relativa do ar. O sensor eletrônico de molhamento foliar possibilitou o registro da duração do período de molhamento (DPM), ou seja, o período durante o qual ocorre água líquida na superfície das plantas (e do sensor) seja por deposição de orvalho ou água de chuva. Os sensores de molhamento foram pintados de branco de acordo com o processo descrito por Sentelhas, Monteiro e Gillespie (2004). Este procedimento, segundo os autores, reduz a subestimativa e aumenta a precisão das medidas.

O conjunto sensor foi fixado na entrelinha das linhas centrais (úteis) das subparcelas. A altura dos sensores foi regulada de modo a acompanhar o crescimento da cultura, de forma a mantê-lo sempre na altura do terço superior das plantas.

### 3.3.7 Índice de Favorabilidade Temperatura-molhamento

Para estudar a influência das condições microclimáticas no desenvolvimento da ramulose, além de analisar as condições de temperatura e duração do período de molhamento (DPM), que são as variáveis consideradas mais importantes no processo epidemiológico, optou-se por utilizar o “Índice de Favorabilidade temperatura-molhamento” para a ramulose (IF-tm), desenvolvido por Monteiro (2007). Para tanto são utilizados os dados de temperatura e duração do período de molhamento obtidos em nível microclimático na área experimental como parâmetros em um modelo matemático ajustado segundo o crescimento e desenvolvimento da doença em câmara de crescimento. O autor adotou como critério para a seleção do modelo de ajuste aos dados de crescimento da doença: melhor ajuste possível entre o modelo e o crescimento da doença, dado pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ); simplicidade matemática do modelo; menor número possível de parâmetros e características visuais da curva. Para escolher o modelo com melhor ajuste, foi utilizado o programa estatístico Curve 3D.

O modelo matemático que melhor descreveu a relação da severidade da ramulose em função da DPM e temperatura foi o exponencial, apresentando os melhores coeficientes de determinação, utilizando apenas três parâmetros (“a”, “b” e “c”).

Assim, o método denominado de “substituição de parâmetros”, que se mostrou simples de ser empregado, além de flexível, resultou em elevados coeficientes de determinação ( $R^2$ ). Os parâmetros “a”, “b” e “c”, que também seguem um padrão dentro do intervalo estudado de temperatura (15 a 40°C), foram determinados por equações de ajuste que descrevem suas relações com a temperatura.

As equações deste modelo exponencial para determinação do IF-tm para a ramulose em função da temperatura e molhamento foram:

$$IFtm = a \times 10^{\left\{ -0,5 \left[ \left( \frac{\ln \left( \frac{DPM}{b} \right)}{c} \right)^2 \right] \right\}}$$

onde

$$a = \left\{ \frac{1,02}{1 + e^{[(15,9 - T)/0,9]}} \right\} \times \left\{ 1 - \frac{1}{1 + e^{[(T - 33,5)/2,1]}} \right\}$$

$$b = -0,0078T^3 + 0,768T^2 - 26,98T + 353$$

$$c = -0,001 T^2 + 0,043 T + 0,4984$$

Assim, a partir dos dados obtidos de temperatura e DPM no monitoramento microclimático, através da substituição nas equações acima, encontrou-se o IF-tm para cada período acumulado.

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Análise Química de terra

Após três anos de implantação do sistema de semeadura direta do algodoeiro, com utilização de milho para formação de palhada, foi realizada uma análise de terra para comparar as características químicas do solo da área sob semeadura convencional (SC) e sob semeadura direta (SD). Nas Tabelas 7 e 8 encontram-se os dados referentes à esta análise, que foram feitas a partir de amostras a 20 cm de profundidade

Tabela 7 – Resultados de análise química de terra para macronutrientes, entre solos de semeadura convencional e direta, após 3 anos sem preparo do solo, a 20 cm de profundidade. Piracicaba

Amostra	pH	M.O.	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		mmolc dm <sup>-3</sup>						%		
S. conv.	4,8	26	19	79	4,1	28	12	5	38	44,1	82,1	54	10
S. direta	4,7	26	30	62	7	36	16	4	42	59	101	58	6

Tabela 8 - Resultados de análise química de terra para micronutrientes entre solos de semeadura convencional e direta, após 3 anos sem preparo do solo, a 20 cm de profundidade. Piracicaba

Amostra	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg dm <sup>-3</sup>				
S. conv.	0,25	3	16	40,7	1,9
S. direta	0,37	4	20	40,9	3,6

Pela análise pode-se observar que em sistema sob semeadura direta houve leve aumento nos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, e diminuição nos teores de alumínio, concordando com dados de Muzilli (1983), que estudou a influência do sistema de plantio direto comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo e Sidiras e Pavan (1985), que estudaram a influência de práticas de manejo de solo nos níveis de fertilidade em dois tipos de solos durante quatro anos consecutivos, avaliando plantio direto e convencional.

Em relação ao potássio, em sistemas com utilização de cobertura morta, há maior infiltração de água, levando esse nutriente a maiores profundidades, o que melhora a distribuição do elemento no perfil do solo.

O aumento do fósforo nas camadas superficiais pode ser decorrente das aplicações anuais de fertilizantes fosfatados, e também à liberação durante a decomposição dos resíduos das plantas e diminuição da fixação em decorrência do menor contato deste elemento com os

constituintes inorgânicos do solo.

Esses dados comprovam os benefícios desse sistema conservacionista nas propriedades químicas dos solos, resultado da reestruturação do solo, devido à reciclagem de nutrientes, maior diversidade de organismos do solo, retorno de resíduos das plantas à superfície do solo, entre outras características.

É claro que os teores mais altos de alguns nutrientes em camadas superficiais do solo em sistema de semeadura direta também se deve ao fato de que em sistemas com ausência de revolvimento do solo ocorre acúmulo maior de nutrientes nas camadas superficiais, principalmente na faixa onde foi adubada, podendo possivelmente acarretar problemas de desequilíbrio, resultando em desordens nutricionais nas plantas (GASSEN; GASSEN, 1999). Porém, o equilíbrio volta a se estabelecer com o passar do tempo devido ao crescimento de raízes em profundidade, ciclagem de nutrientes, preservação de microorganismos decompositores, etc.

Em relação à matéria orgânica, os valores permaneceram sem alteração, já que sob condições subtropicais como as que ocorrem na área de experimentação, e na maioria das áreas do Brasil, é muito difícil que esses teores aumentem devido às próprias condições climáticas, que propiciam alta taxa de decomposição das plantas e resíduos na superfície do solo.

A tendência dos valores de pH é aumentar com o passar dos anos sob semeadura direta, resultado da movimentação de  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  e  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  para camadas subsuperficiais, favorecida pelas características físicas ideais, e ocorrência também de formação de complexos de compostos orgânicos solúveis lixiviados da palhada com o Ca e Mg e Al trocável, como cita Miyasawa (1993)

Para a análise de micronutrientes, maiores valores foram encontrados para boro, cobre, ferro, manganês e zinco sob semeadura direta. Esses resultados são concordantes aos de Teixeira (2003), que encontrou maiores teores disponíveis destes micronutrientes em semeadura direta, comparando ao sistema convencional, em camadas superficiais do solo, e de Zanão Junior, Lana e Guimarães (2007), que também encontraram resultados semelhantes, divergindo apenas para o cobre, quando os teores para semeadura convencional foram superiores aos encontrado sob semeadura direta.

Os maiores teores de Mn e Zn são decorrentes da maior quantidade de matéria orgânica em camadas mais superficiais e também pelo fato da adubação ter sido feita superficialmente.

## 4. 2 Acompanhamento do crescimento e desenvolvimento das plantas da cultura sadia sob semeadura direta e convencional

### 4.2.1 Massa seca e Índice de Área Foliar

Na Figura 2 encontram-se os dados de acúmulo de massa seca das plantas durante o ciclo da cultura, comparando os dois sistemas de semeadura (convencional e direta), durante os anos 2004/05, 2005/06 e 2006/07. As avaliações nas plantas nos dois sistemas de semeadura foram feitas para verificar possíveis interferências das condições de crescimento das plantas, ausência de preparo do solo ou presença de palhada no desenvolvimento da cultura e conseqüentemente possíveis interferências na evolução da ramulose do algodoeiro.

No ano de 2004/05, Figura 2A, verifica-se incremento de massa seca muito semelhante até 65 DAE, fase em que a planta está em pleno florescimento, com o enchimento das primeiras maçãs, e há uma queda acentuada para os dois sistemas a partir de então. Essa queda brusca a partir deste período se deve ao fato de ter ocorrido perda de área foliar decorrente de ataque de lagartas, mais precisamente de *Alabama argilacea* (curuquerê do algodoeiro). Porém, pode-se observar que no sistema sob semeadura direta ocorreu uma queda mais acentuada de massa seca do que na semeadura convencional.

Sabe-se que para qualquer sistema de produção, quando se inicia a semeadura direta, plantio direto, ou qualquer tipo de manejo conservacionista com ausência de preparo de solo, nos primeiros anos podem ser evidentes as modificações no desenvolvimento das plantas, pois durante este período, começa a ocorrer a reestruturação dos agregados do solo, e interações entre as raízes das plantas de algodoeiro e remanescentes em decomposição do milho ou qualquer outra planta de cobertura, com organismos decompositores, etc.

Esta diferença pode ser claramente observada no acúmulo de massa seca ocorrida em 2005/06, Figura 2B, onde a diferença entre a SC e SD fica evidente a partir dos 65 DAE, fase em que as plantas estão em pleno florescimento, necessitando de maior quantidade de nutrientes disponíveis, e um sistema radicular bem formado e mais profundo poderia suprir com maior facilidade.

Observa-se ainda que as plantas no ano agrícola 2005/06 foram as que



apresentaram maior diferença, em relação à massa seca entre SC e SD, quando comparada ao primeiro ano de implantação. Este segundo ano pode ser considerado mais crítico, já que no primeiro ano de implantação, o solo ainda não apresentou problemas sérios de compactação, pois foi preparado no ano anterior. Já no segundo ano, por estar há 2 anos sem preparo de solo, se reflete no desenvolvimento das raízes das plantas e infiltração de água a camadas mais profundas.

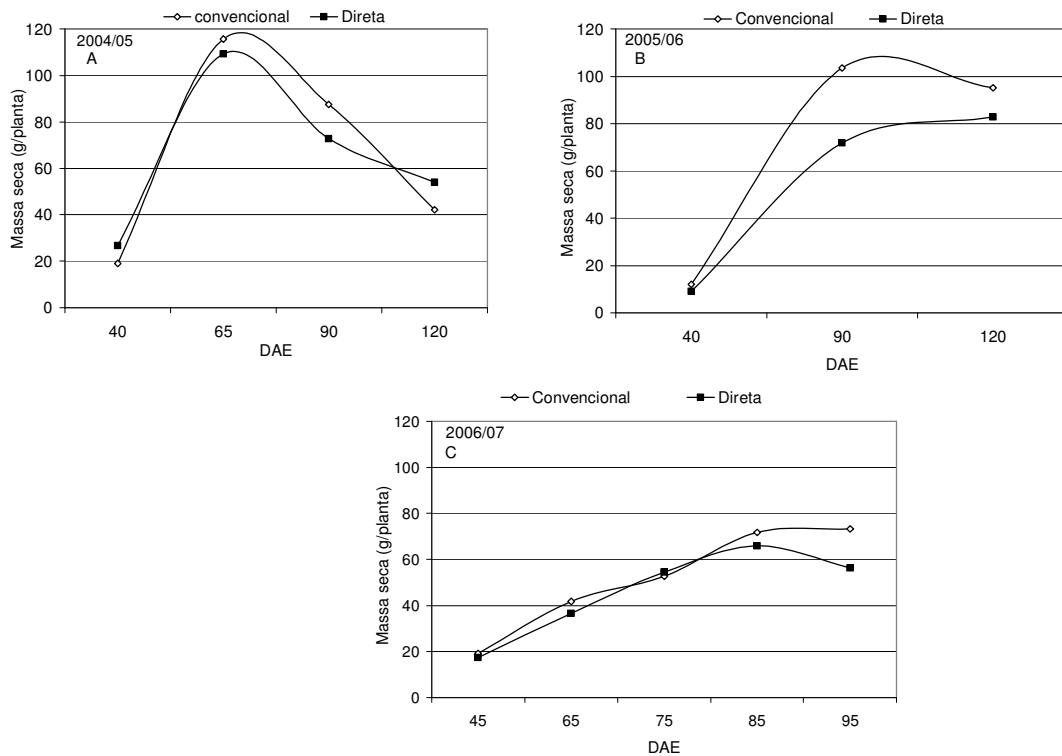


Figura 2 – Acúmulo de massa seca no algodoeiro, cultivar Makina, nas parcelas sob semeadura direta e convencional, nos experimentos de 2004/05 (A); 2005/06 (B); 2006/07 (C)-Piracicaba

No ano de 2006/07, Figura 2C, se observa uma pequena superioridade das plantas sob sistema convencional, embora muito menos pronunciada do que no ano anterior, evidenciando assim a superação do sistema, no que diz respeito à ausência de preparo do solo. De fato, era esperada para este ano maior reestruturação deste e penetração das raízes rompendo camadas mais adensadas e ciclagem de nutrientes. Esses resultados para os dois primeiros anos estão de acordo com aqueles apresentados por Pettigrew e Jones (2001), que encontraram menores valores de massa seca sob plantio direto.

A perda de massa seca a partir de 80 DAE nos dois últimos anos de experimentação é explicada pela senescência das folhas na fase de enchimento das maçãs,

concordando com Souza e Beltrão (1999), os quais relataram que nesta fase, grande parte dos assimilados destinados ao crescimento vegetativo é translocado para o crescimento dos órgãos florais, que são drenos altamente competitivos.

Os dados apresentados para todos os anos de experimento comprovaram a evolução do sistema devido ao não revolvimento do solo, fato evidenciado no segundo ano de experimentação, (2005/06), onde a massa seca das plantas sob semeadura direta se manteve inferior à massa seca das plantas sob semeadura convencional.

O desenvolvimento das plantas até os 40 DAE entre SC e SD é muito semelhante porque, mesmo havendo algum impedimento físico para o crescimento das raízes, podendo prejudicar o desempenho das plantas, este não será visível até esta fase, pois as plantas de algodoeiro apresentam naturalmente desenvolvimento inicial muito lento. (SOUZA; BELTRÃO, 1999)

Em relação ao Índice de Área Foliar (IAF), observa-se na Figura 3 que este índice, para o primeiro ano de 2004/05 (Figura 3A), acompanhou os dados de massa seca, havendo forte declínio a partir dos 65 DAE, devido ao ataque por lagartas, porém até 65 DAE a cultura nos dois sistemas de semeadura não apresentou diferenças no IAF.

Para o ano de 2005/06 (Figura 3B), em ambos os sistemas, o desenvolvimento do IAF foi similar até os 40 DAE, e a partir disso, no sistema com semeadura direta houve estagnação do desenvolvimento vegetativo, onde se presume que devido à compactação do solo, e raízes menos desenvolvidas, o desenvolvimento vegetativo ficou prejudicado pelo desenvolvimento das estruturas reprodutivas, em detrimento do desenvolvimento vegetativo. Somente a partir dos 90 dias, fase em que a produção já se encontra praticamente definida, as plantas retomaram o desenvolvimento vegetativo.

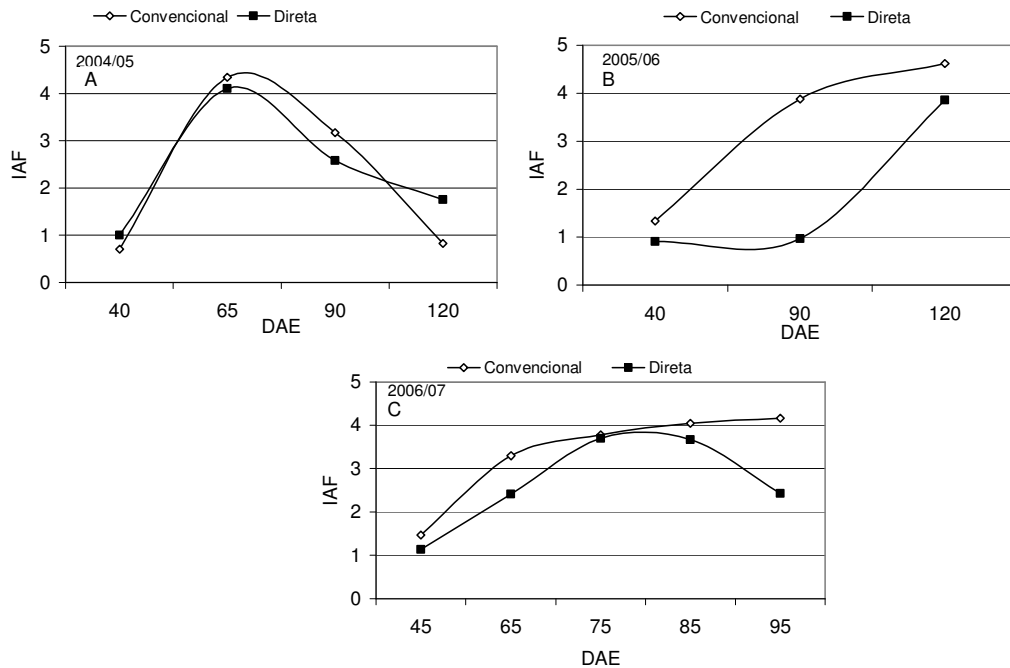


Figura 3 –Índice de área foliar em no algodoeiro, cultivar Makina, nas parcelas em semeadura direta e convencional nos experimentos de 2004/05 (A); 2005/06 (B); 2006/07 (C)-Piracicaba

No ano de 2006/07 (Figura 3C), o IAF entre SC e SD foi semelhante, porém demonstrando sempre valores um pouco maiores para sistema de semeadura convencional, havendo queda de folhas mais precocemente sob a semeadura direta do que sob semeadura convencional, onde o IAF continuou crescendo até aproximadamente 100 DAE. Mais uma vez os dados obtidos concordam com os de Pettigrew; Jones (2001), que também observaram menores índices para a cultura sob plantio direto em dois anos, embora não diferentes estatisticamente.

Também pode ser claramente observado que nos anos 2004/05 e 2006/07, a cultura atingiu IAF máximo mais precocemente, entre 65 e 75 DAE. O ano de 2005/06, foi o de desenvolvimento mais crítico da cultura, que atingiu IAF máximo em semeadura convencional apenas aos 90 DAE.

#### 4.2.2 Altura de plantas

Na Figura 4 encontram-se as variações das alturas das plantas entre SC e SD para os anos de 2004/05, 2005/06 e 2006/07.

No primeiro ano de 2004/05 (Figura 4A), a altura das plantas aumentou até os 65 DAE apenas, fase em que a cultura sofreu ataque por lagartas, fazendo com que tanto a área foliar como a massa seca das plantas também declinassem.

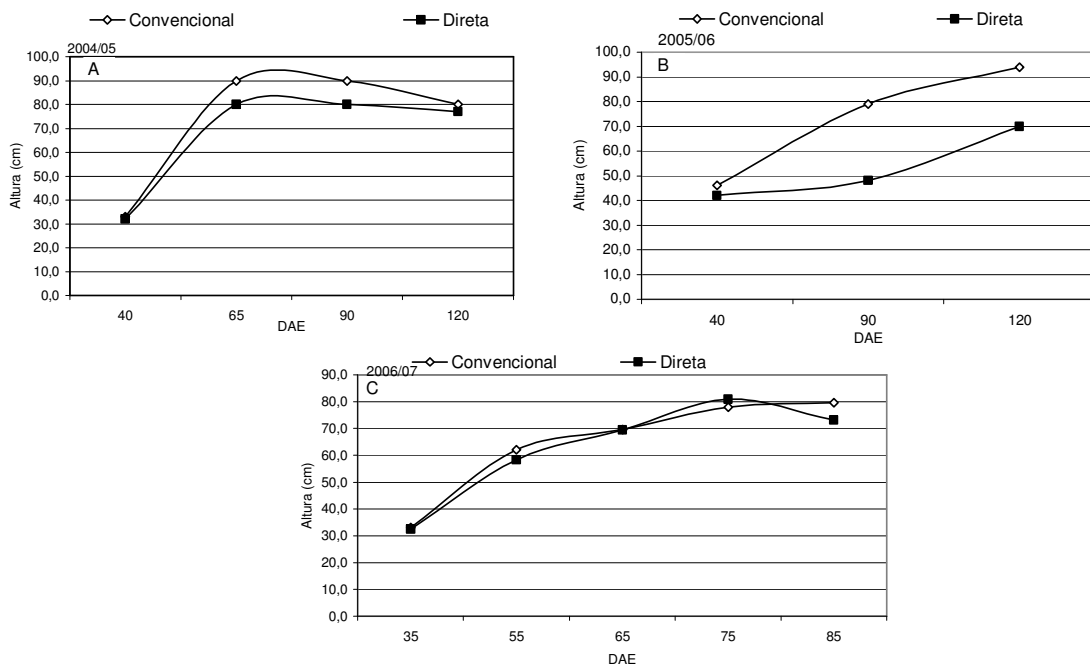


Figura 4 – Progresso de altura em cm das plantas de algodão cultivar Makina nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 35 aos 85 dias após emergência (DAE), nos anos 2004/05 (A); 2005/06 (B); 2006/07 (C) -Piracicaba

No segundo ano de experimentação, (2005/06, Figura 4B), ano em que as diferenças entre os dois sistemas foram mais pronunciadas em todos os parâmetros avaliados, observa-se que a partir do início da fase reprodutiva das plantas, no sistema de semeadura direta estas não se desenvolveram muito dos 40 aos 90 DAE, para crescerem um pouco mais a partir disso. Nas plantas em sistema de semeadura convencional, o desenvolvimento em altura

continuou, mesmo durante a fase reprodutiva.

No ano 2006/07, o desenvolvimento das plantas entre os dois sistemas de semeadura foi semelhante, mais uma vez demonstrando a superação do sistema como um todo, e principalmente no que diz respeito à ausência de preparo do solo, onde a partir do terceiro ano já apresenta recuperação no sistema como um todo, e conseqüentemente recuperação dos níveis normais de produção.

Pettigrew e Jones (2001) também encontraram maiores alturas das plantas de algodoeiro sob sistema convencional, embora esta diferença não tenha sido significativa.

#### 4.2.3 Outras avaliações

No ano agrícola 2006/07 foram avaliados outros parâmetros em relação ao desenvolvimento das plantas, para verificar possíveis interferências no vigor e crescimento destas entre os dois sistemas de semeadura. Assim podendo esclarecer possíveis dúvidas sobre o desenvolvimento da ramulose em maior proporção no sistema de semeadura convencional nos dois anos anteriores.

##### 4.2.3.1 Comprimento da raiz pivotante

O crescimento da raiz pivotante ou principal pode ser um indicativo de maior vigor da planta pelo fato de que quanto maior a profundidade alcançada pela raiz, maior a possibilidade de interceptação dos nutrientes e água em maior profundidade, resultando em melhor desempenho da parte vegetativa. Na Figura 5 estão os dados de comprimento da raiz pivotante para os dois sistemas de semeadura.

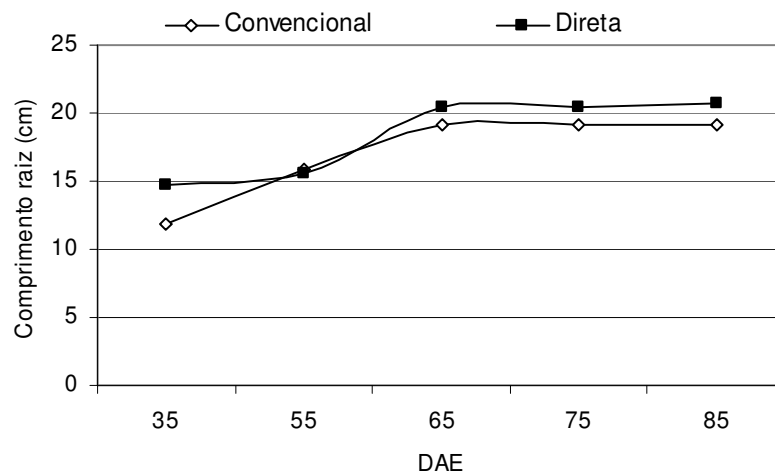


Figura 5 – Comprimento da raiz principal em cm das plantas de algodão cultivar Makina nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 35 aos 85 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2006/07-Piracicaba

A partir dos parâmetros já observados (massa seca, IAF e altura), pôde-se constatar que a partir do terceiro ano de experimentação (2006/07), as diferenças de desenvolvimento vegetativo entre os dois sistemas começam a ser superadas, em relação a possíveis problemas advindos da ausência de preparo do solo sob semeadura direta.

Observa-se que, a exemplo dos outros parâmetros já comentados, o crescimento da raiz pivotante das plantas foi semelhante nos dois sistemas de semeadura, com pequena superioridade do comprimento no sistema de semeadura direta, alcançando 20 cm de comprimento aos 65 DAE e mantendo-se nesta profundidade até o final do ciclo da cultura.

Os dados de comprimento da raiz pivotante são perfeitamente coerentes com os dados de massa seca, IAF e altura das plantas, onde a partir dos 60 DAE a cultura sob semeadura direta se iguala aos valores obtidos pelas plantas sob sistema convencional, porém é importante atentar para o fato de que, embora o comprimento das raízes seja semelhante nos dois sistemas de semeadura, não significa que sejam semelhantes em profundidade, pois em sistemas com possibilidade de impedimento físico, a raiz pivotante pode sofrer encurvamento, crescendo para a lateral, dado que será avaliado mais adiante. Gassen e Gassen (1996) afirmam que plantas cultivadas sob plantio direto apresentam em geral raízes concentradas na superfície, mas pode atingir maiores profundidades devido às galerias formadas por organismos subterrâneos, raízes de culturas anteriores e rachaduras naturais no solo.

#### 4. 2.3.2 Número de raízes laterais

Na Figura 6 encontram-se os dados referentes ao número de raízes laterais ou secundárias entre SC e SD, os quais podem ser um indicativo importante no desenvolvimento das plantas.

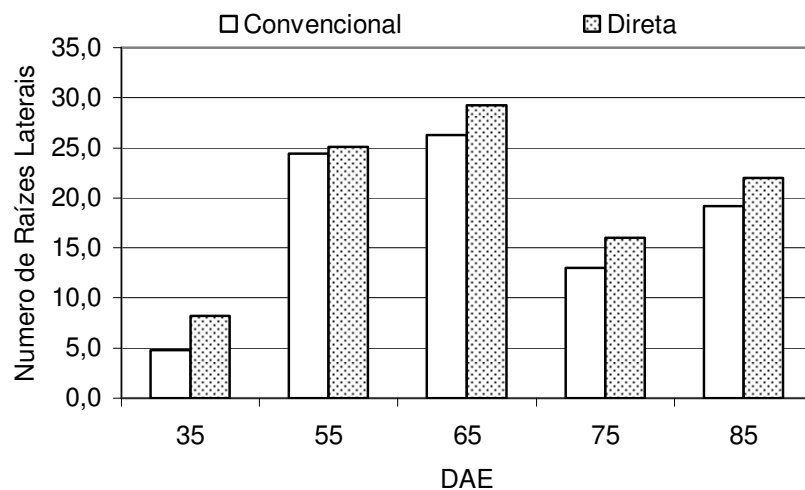


Figura 6 – Número de raízes secundárias (laterais) das plantas de algodão cultivar Makina nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 35 aos 85 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2006/07-Piracicaba

O número de raízes laterais é um parâmetro que pode demonstrar vários aspectos relevantes. Um deles seria o fato de que em sistemas com ausência de preparo do solo, nos primeiros anos, pode haver interferência no crescimento das plantas devido a impedimentos físicos ao crescimento da raiz principal causado por adensamento ou compactação do solo, o que faria com que as plantas, para compensarem uma possível insuficiência no suprimento de água e nutrientes a partir da raiz principal, emitissem maior quantidade de raízes laterais.

Uma outra explicação para o maior número de raízes laterais em sistema de semeadura direta neste terceiro ano, seria pela maior quantidade de nutrientes nas camadas mais superficiais devido ao não revolvimento do solo. Gassen e Gassen (1996) afirmam que em geral sob Plantio Direto, as raízes pivotantes que alcançam maiores profundidades garantem o suprimento de água e as superficiais o suprimento de nutrientes.

Mas ainda há o fato de que como nos dois sistemas as médias de comprimentos das raízes pivotantes foram semelhantes, é necessário avaliar ainda se estas atingiram a mesma

profundidade, como será visto a seguir.

#### 4. 2.3.3 Avaliação do direcionamento de crescimento da raiz principal ou pivotante

O adensamento da camada arável do solo afeta o desenvolvimento das raízes, aeração, absorção de água e atividade biológica do solo, e isto conseqüentemente compromete o desenvolvimento das plantas, alterando os padrões normais de crescimento e produção. Machado (1976) avaliou em sua o efeito dos sistemas de cultivo reduzido e convencional na alteração de algumas propriedades físicas e químicas do solo. Em relação à macroporosidade, avaliou solos sob mata virgem, plantio direto e convencional, encontrando 20; 14 e 7% de macroporos respectivamente.

Para infiltração de água, o autor encontrou que após 4 anos sob PD, a infiltração foi de 7,4 mm/h, sendo que em sistemas de PC com 20 anos, esse valor cai pra 0,2 mm/h.

A Figura 7 contém os dados de porcentagem de plantas com presença de encurvamento da raiz pivotante. Apesar de ser um método visual de avaliação, pode ser útil na constatação da presença de impedimento físico por adensamento ou compactação do solo, e no caso de sistemas sob plantio direto pode ser um indicativo de que as raízes se desenvolvem superficialmente e lateralmente para absorver nutrientes desta camada onde estão em maior abundância devido ao não revolvimento do solo.



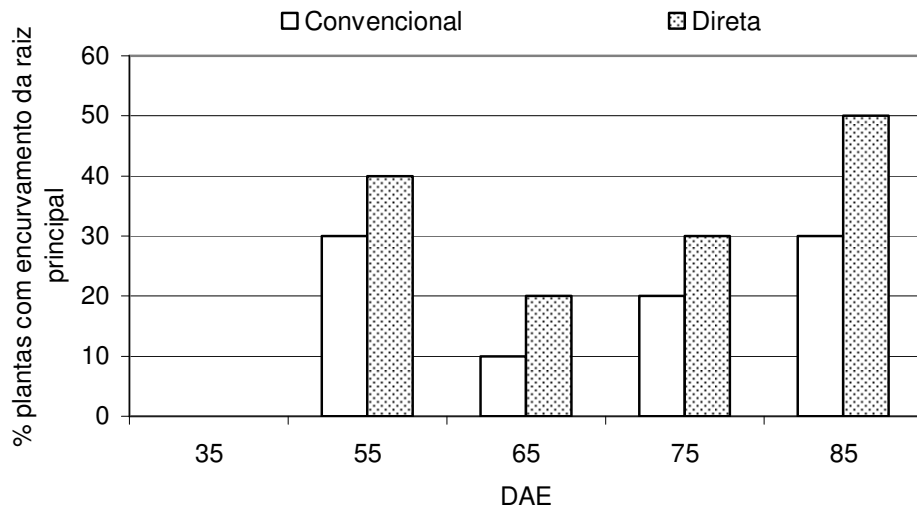


Figura 7 – Porcentagem de plantas de algodão cultivar Makina com presença de encurvamento da raiz principal, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 35 aos 85 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2006/07-Piracicaba

Através desta avaliação pôde-se constatar que neste ano (2006/07), apesar de ter havido semelhança entre a massa seca, IAF, altura e comprimento das raízes pivotantes nos dois sistemas de semeadura, ainda pode ocorrer um maior volume de raízes que apresentam encurvamento em sistema de semeadura direta. Ou seja, embora a média de comprimento das raízes seja semelhante nos dois sistemas, sob semeadura direta há uma grande parte de raízes laterais que compensa o não desenvolvimento da raiz pivotante em profundidade, principalmente devido à disponibilidade de nutrientes que está presente em maior quantidade na profundidade adubada.

O uso de implementos no preparo do solo resulta em adensamento até 15 cm em solos argilosos e até 25 cm em solos arenosos, como constatado em avaliações em solos de Goiás, por técnicos da EMATER, onde foram medidas a resistência de solo ao penetrômetro, e encontraram alta resistência em solos cultivados e menores índices em solos sob vegetação natural. (Dados da Emater, citados por Gassen e Gassen, 1996). Após alguns anos sob plantio direto, o solo já apresentava reestruturação da porosidade e estrutura, passando a recuperar a capacidade de infiltração.

#### 4.2.4 Presença de sintomas de ramulose

Na Figura 8 estão os dados de avaliação de sintomas de ramulose nas plantas no ano de 2006/07.

Lembrando que neste ano não foram realizadas inoculações artificiais nas plantas, verifica-se, aos 55 DAE, 30% das plantas amostradas sob semeadura direta apresentaram sintomas de ramulose, mas em geral, observou-se uma média de re-infecção por inóculo presente na área de aproximadamente 20% em semeadura direta, enquanto que na área de semeadura convencional a taxa de re-infecção foi bem mais baixa, não ultrapassando a média de 5% entre todas as avaliações.

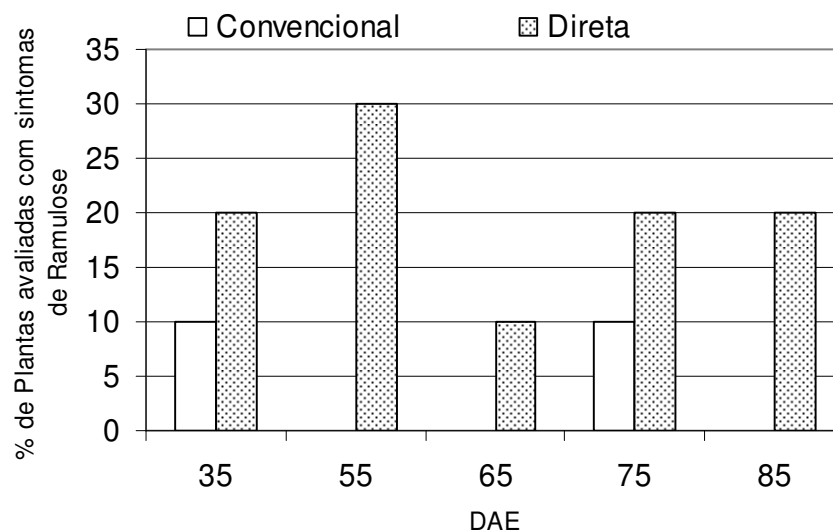


Figura 8 – Porcentagem de plantas de algodoeiro cultivar Makina com sintomas de Ramulose, nas parcelas em semeadura direta e convencional, no ano de 2006/07-Piracicaba

Dois fatores podem contribuir para a infecção das plantas sadias de um ano a outro, ou por infecção advinda da presença do patógeno nos restos de cultura e material vegetal remanescente do ano agrícola anterior, ou via semente, pois independentemente da cultivar utilizada ser resistente ou suscetível, pode apresentar índice de infecção das sementes variando entre 1,5 até 7,5%. (IAMAMOTO, 2007). Ressaltando que o fungo pode ser veiculado externamente na forma de conídios e internamente na forma de micélio dormente (CIA; SALGADO, 2005). A presença do fungo em sementes foi constatada já em trabalhos publicados por Costa em 1939.

A dispersão dos conídios, que são produzidos tanto em conidióforos presentes na matriz gelatinosa do acérvulo como também nas setas férteis, pode ocorrer tanto por respingos de chuva, alcançando menores distâncias (NICHOLSON; MORAES, 1980), como pelo vento sendo transportado a maiores distâncias do foco inicial, (LENNÉ, 1984; SANTOS et al., 1994). Este tipo de dispersão poderia explicar a infecção das plantas sob semeadura convencional.

Por esta informação podemos afirmar que neste caso, sob semeadura direta, onde os restos da cultura do ano anterior permanecem na área, de um ano para outro, a taxa de re-infecção da ramulose do algodoeiro pode ser muito perigosa, podendo afetar as plantas saudáveis. Por outro lado, o cuidado com a procedência das sementes a serem utilizadas também é um fator muito importante. Por causa dos problemas advindos de sementes com possíveis problemas de contaminação, existe recomendação desde 1949 pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo que não se utilizasse sementes provenientes de campos com sintomas severos de ramulose, com tolerância de 5% de plantas doentes.

#### 4.3 Estudo do microclima na cultura do algodoeiro sob semeadura convencional e direta

Devido à importância dos efeitos do microclima no desenvolvimento de epidemias, foram analisadas as variáveis temperatura, UR e duração do período de molhamento foliar (DPM), em nível microclimático, na cultura do algodoeiro, entre SC e SD, e a estação padrão, que neste experimento representou o macroclima.

Estes dados foram coletados nos dois primeiros anos de experimentação (2004/05 e 2005/06), e serão apresentados a seguir.

##### 4.3.1 Primeiro ano 2004/05

Na Figura 9 estão os dados de temperatura e umidade relativa do ar medidos sob o dossel da cultura e os dados obtidos na estação padrão instalada no centro do experimento, a 1,5 m da superfície do solo, além dos dados de precipitação pluvial na área experimental.

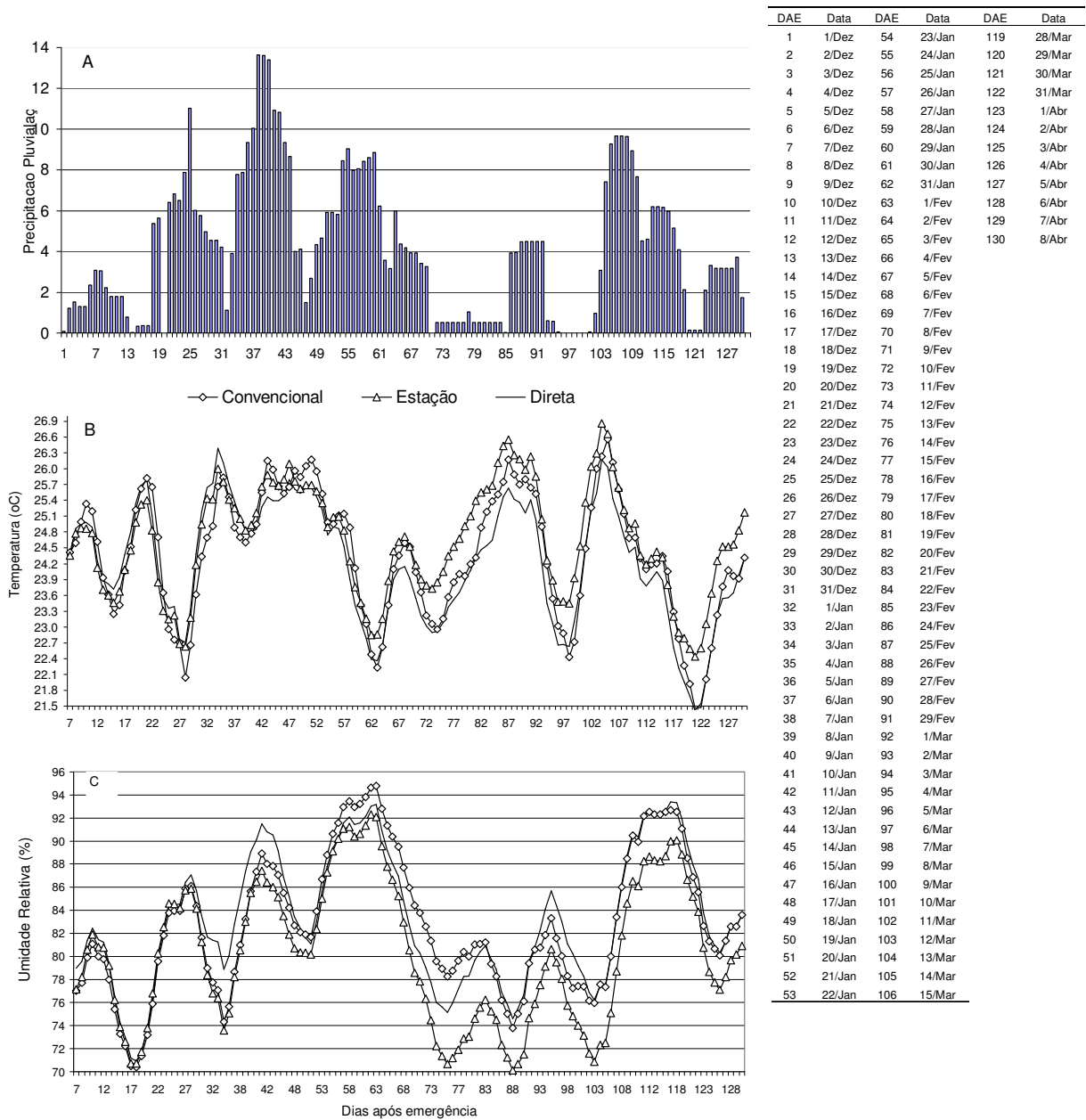


Figura 9 — Média móvel da precipitação pluvial, para períodos de 7 dias na estação meteorológica padrão (A); Média móvel da temperatura média diária do ar, para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), e na estação meteorológica a 1,5 m de altura (B); Média móvel da umidade relativa média diária do ar, para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), e na estação meteorológica a 1,5 m de altura (C), no experimento no ano de 2004/05, em Piracicaba

De acordo com SUTTON et al. (1984), dentre as variáveis meteorológicas citadas em trabalhos envolvendo estudos epidemiológicos, a temperatura é que apresenta uma maior

relação com os eventos biológicos.

Observa-se, neste primeiro ano de experimentação 2004/05 (Figura 9B), que as temperaturas médias diárias se mantiveram, predominantemente, entre os 20 e 26°C.

Até aproximadamente os 60 DAE, a temperatura monitorada sob o terço superior das plantas em semeadura convencional se manteve em grande parte do período levemente acima, ao redor de 0,2°C, comparando ao sistema sob semeadura direta e a estação padrão. Isso se deve ao fato de que o solo nu, por estar mais aquecido, libera calor, fazendo com que a temperatura média seja um pouco maior próxima à superfície do solo. Esses dados corroboram com os de Gassen (1993), citado por Gassen e Gassen (1996) que mediram a temperatura máxima do solo nu, e encontrou valores de 45°C, e sob palhada 32,5°C, quando a temperatura do ar medida foi de 30°C durante as horas mais quentes do dia.

Monteiro et al. (2004), avaliando o microclima do algodoeiro em diferentes densidades populacionais, identificaram resultados semelhantes para as médias diárias, porém, enfatizando que em condições favoráveis, pode ocorrer rápida diminuição da temperatura do dossel da cultura por perda radiativa, provocando diferenças de até 4,6°C entre o nível da cultura e o da estação meteorológica.

Durante este período mencionado (até 60m DAE), ocorreram alguns picos de temperatura onde sob semeadura direta a temperatura foi um pouco mais elevada do que na semeadura convencional, ao redor de 0,3 a 0,5°C (35 a 37 DAE), fato que pode ser atribuído ao esfriamento maior do solo sob semeadura convencional, devido à ocorrência de chuvas. Sob semeadura direta, devido à presença da palhada, houve maior retenção do calor no nível da superfície do solo, e conseqüentemente sob o dossel da cultura, fazendo com que a média de temperatura nestes dias fosse mais elevada em relação ao sistema de semeadura convencional.

A menor amplitude térmica na superfície do solo coberto com resíduos vegetais já foi comprovada por Gupta et al. (1983), que afirmaram que o maior efeito dos resíduos na superfície é a diminuição da temperatura do solo na superfície e que resíduos vegetais na superfície também influenciam no crescimento das raízes, disponibilidade de nitrogênio, infestação de daninhas e insetos e degradação de herbicidas e inseticidas. Gassen e Gassen (1996) também encontraram diferenças entre a temperatura do solo nu, do solo coberto com palhada, e temperatura do ar, sendo que, por ordem decrescente estão solo nu, solo com palhada e temperatura do ar, e que estas diferenças ocorrem com maior intensidade nos horários mais

quentes do dia, quando a umidade relativa é mais baixa

É pertinente lembrar que a temperatura da superfície do solo, bem como a temperatura resultante da interação entre a cobertura do solo e o próprio solo é mais relevante no início do desenvolvimento da cultura, nas fases em que ainda não ocorreu o fechamento das entrelinhas da cultura pelo desenvolvimento vegetativo das plantas.

Até o fechamento das entrelinhas, aproximadamente os 65 DAE, a diferença nas temperaturas médias entre os dois sistemas de semeadura e a estação padrão foi de 0,3 a no máximo 0,5°C.

Com o fechamento das entrelinhas pelo desenvolvimento vegetativo, percebe-se claramente uma outra lógica, ou seja, sob semeadura direta as médias de temperatura passam por períodos onde são iguais, ou menores que no sistema convencional, variando de 0,2 a 0,6°C. Na estação padrão encontram-se médias superiores às observadas na semeadura convencional, variando de 0,2 até 0,8°C. Já entre semeadura direta e a estação padrão, a diferença máxima chegou a 1°C a mais na estação, dado comparado ao encontrado por Monteiro (2004), porém, entre sistema de plantio adensado e convencional do algodoeiro, uma outra prática agrícola, que também proporciona alterações no microclima da cultura.

Em relação à umidade relativa sob o dossel das plantas entre os dois sistemas de semeadura, para este ano 2004/05 (Figura 9C), observa-se que há pouca diferença entre os dois sistemas até que ocorra um determinado desenvolvimento vegetativo da cultura. A partir dos 35 DAE observa-se que sob SD a umidade relativa passa a ser superior à encontrada sob SC e a registrada na estação padrão. Isso ocorre devido à presença da palhada, que faz com que a umidade no interior do dossel seja um pouco mais alta, devido à conservação da duração do período de molhamento foliar (DPM).

Ainda em relação aos dados de umidade relativa, apresentados na Figura 9C, entre SC e SD e a estação padrão, observa-se claramente a superioridade das médias da umidade relativa em nível microclimático sobre as registradas na estação padrão, porém a diferença é muito mais pronunciada em períodos mais secos, com ausência de chuvas, chegando a 8% em alguns períodos (aos 77 DAE, por exemplo).

É importante observar que, apesar de estarmos estudando o que ocorreu em relação a cada variável isoladamente, entre os dois sistemas de semeadura, estas não devem ser consideradas isoladamente, ou seja, estão intimamente relacionadas e interligadas, atuando em

conjunto e conseqüentemente, formando o microclima da cultura.

Na Figura 10 estão os dados de duração do período de molhamento foliar (DPM) entre os sistemas de semeadura convencional e direta para o ano de 2004/05.

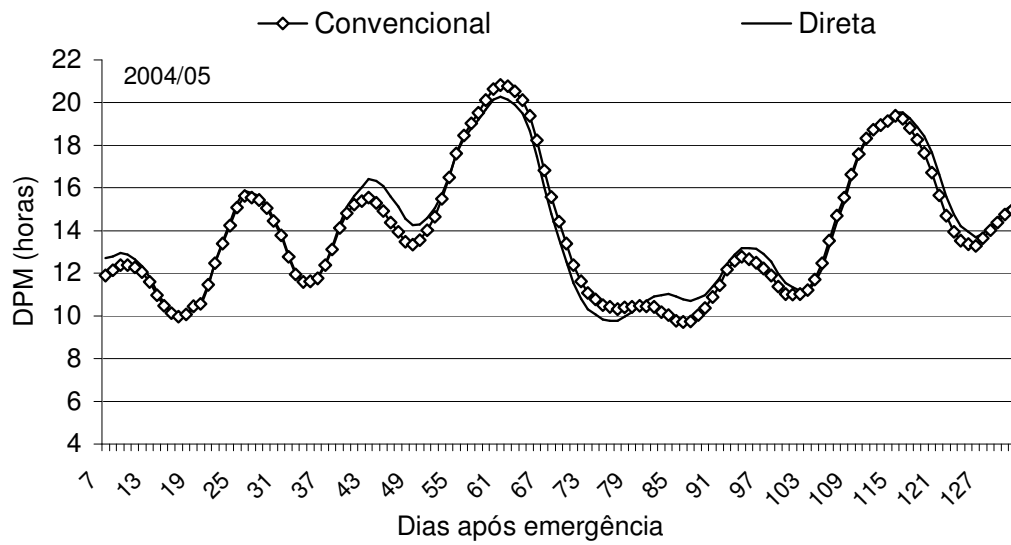


Figura 10 — Média móvel da duração do período de molhamento (DPM), para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), a 1,5 m de altura, no experimento no ano de 2004/05, em Piracicaba

Constata-se pela figura acima que a duração do período de molhamento seguiu a mesma tendência da umidade relativa. Observa-se que antes do desenvolvimento vegetativo pleno (aproximadamente 50 DAE), não houve diferença entre a DPM dos sistemas de semeadura convencional e direta, com valores variando entre 10 e 16 horas de molhamento.

No período de 43 a 55 DAE, observou-se que sob semeadura direta a DPM foi de aproximadamente 1 hora a mais, sendo este período coincidente com menores médias de chuva. Após este período, entre 55 a 73 DAE, devido ao aumento da pluviosidade, os valores de DPM chegam a valores máximos de 20 horas nos dois sistemas.

Em geral, a DPM durante todo o período seguiu uma flutuação de acordo com os períodos de chuva registrados, e em períodos em que não ocorreram chuvas ou a quantidade de chuva foi baixa, observa-se queda na DPM e eventualmente alguma diferença em horas de molhamento entre os dois sistemas de semeadura.

Observa-se também diferenças entre os valores de DPM registrados antes e depois do fechamento das entrelinhas pela cultura, por volta dos 60 DAE, quando a DPM alcança valores superiores nos dois sistemas, exceto em períodos muito secos ou com escassez de chuvas. Também colaboram para esses maiores valores de DPM o fato de que com a cultura já desenvolvida, há menor influência de ventos no interior do dossel, e conseqüentemente a água sobre as folhas demora para evaporar.

A DPM variou muito pouco entre os dois sistemas de semeadura, oscilando igualmente apenas em relação à ocorrência de temperatura e precipitação pluvial.

O aumento da DPM observado aos 155 DAE foi provavelmente decorrente da rebrota no ápice das plantas, fato comum em final de ciclo, quando a produção já está definida.

#### 4.3.2 Segundo ano 2005/06

Na Figura 11, são apresentados os dados de temperatura e umidade relativa sob o dossel da cultura nos dois sistemas de semeadura, e os registrados na estação padrão, além dos dados de precipitação pluvial na área experimental no ano de 2005/06.

Os dados de temperatura seguiram as mesmas tendências do ano 2004/05, onde até o fechamento das entrelinhas pelo dossel da cultura (aproximadamente 60 DAE), sob semeadura convencional as médias chegam a ser 2,5°C mais altas do que as observadas sob semeadura direta, como observado aos 10 DAE. Para este período, até 10 DAE, a temperatura média sob semeadura direta foi de 22°C, e de 24,5°C sob semeadura convencional. Entre a estação padrão e SD não houve praticamente diferenças neste período mencionado. O fato de ter ocorrido média semelhante entre SD e a estação padrão mostra a capacidade da palhada em absorver e refletir o calor, conseqüentemente protegendo o solo de aquecimento excessivo.



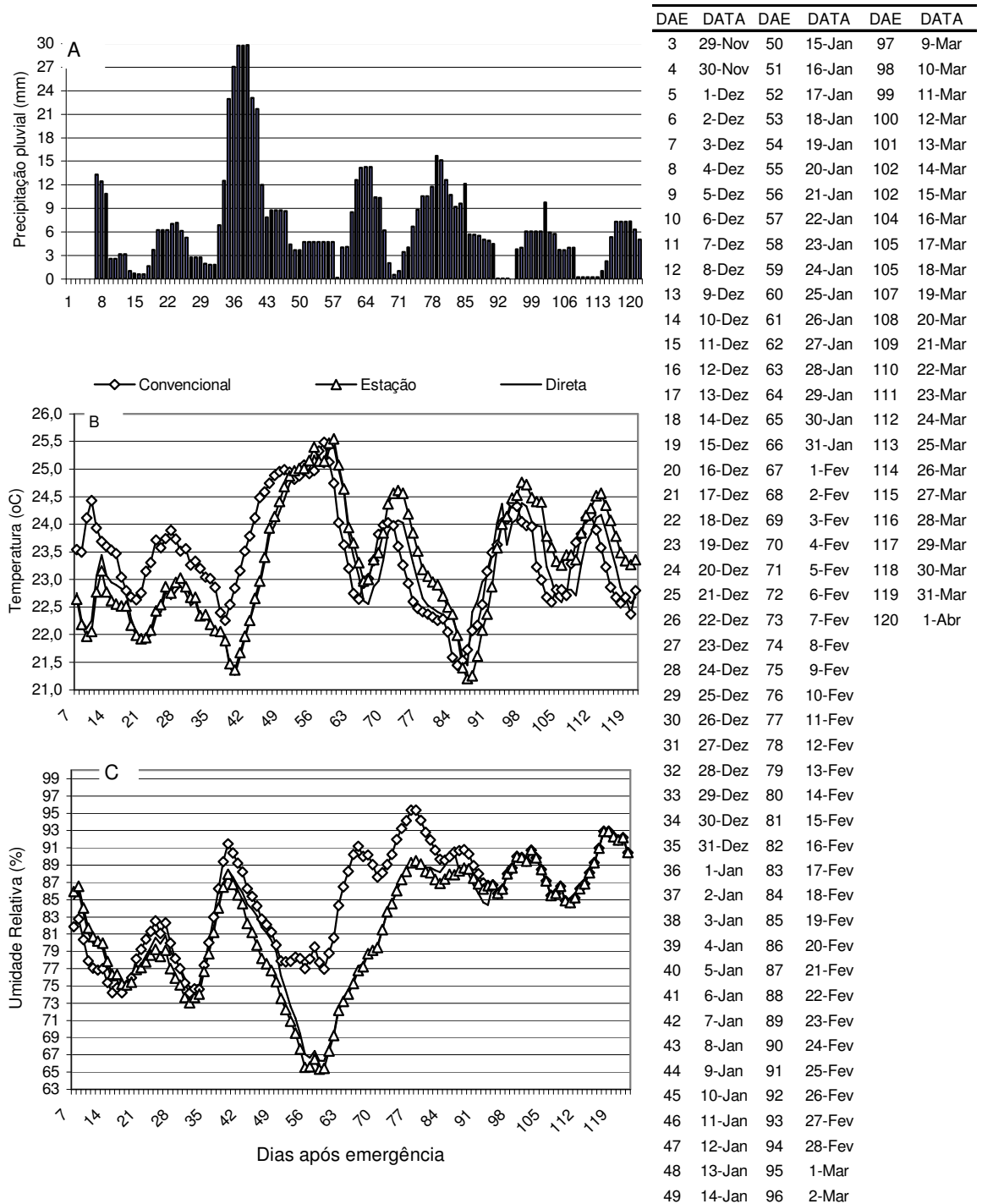


Figura 11 — Média móvel da precipitação pluviométrica, para períodos de 7 dias na estação meteorológica padrão (A); Média móvel da temperatura média diária do ar, para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), e na estação meteorológica a 1,5 m de altura (B); Média móvel da umidade relativa média diária do ar, para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), e na estação meteorológica a 1,5 m de altura (C), no experimento no ano de 2005/06, em Piracicaba

A partir do fechamento das entrelinhas da cultura, ao redor de 50 a 60 DAE, em pleno desenvolvimento vegetativo, a temperatura média da estação foi superior às dos tratamentos SC e SD. Do mesmo modo, sob semeadura convencional as temperaturas médias foram levemente mais elevadas às encontradas sob semeadura direta, exceto em períodos de chuva, quando ocorre um resfriamento maior sob solo nu do que sob palhada.

Como se sabe, a palha tem a característica de conservar o calor por mais tempo na superfície do solo em caso de resfriamento, o que confere menor amplitude térmica nestes casos, fato que pôde ser observado em vários períodos neste ano de 2005/06, ao confrontarmos os gráficos A e B da Figura 11. Nos períodos 72 a 82 DAE; 97 a 102 DAE e 110 a 117 DAE em que as temperaturas médias de no sistema sob semeadura direta foram superiores às do sistema convencional, chegando em alguns casos a 1°C, coincidem perfeitamente com os períodos em que ocorreram maiores médias de precipitação pluvial.

A precipitação total para o ciclo da cultura neste ano de 2005/06 foi de 863,9 mm, enquanto que no ano de 2004/05 esta foi de 536 mm.

Em geral, pode-se observar uma pequena superioridade nas médias de temperaturas em nível microclimático em SD em muitos outros períodos, pois este ano foi muito chuvoso, e mais uma vez, o fato de haver palhada fez com que o calor se conservasse sob o dossel das plantas por mais tempo.

Para a variável umidade relativa (Figura 11C), as tendências foram semelhantes às do ano anterior, onde até o fechamento das entrelinhas do algodoeiro, a umidade relativa entre os dois sistemas de semeadura e a estação padrão não diferiram muito. A partir dos 40 DAE, nota-se alguma diferença entre a estação padrão e SC e SD, que apresentaram UR ao redor de 3% mais altas para os dois sistemas de semeadura.

Um dado interessante a ser observado neste ano, ocorreu entre 55 a 65 DAE. Neste período observa-se que para SC, a umidade relativa medida no terço superior da cultura chegou a ser 12% superior àquela medida em SD e a estação padrão. Como neste período a média de chuvas não foi muito alta, em SC devido à constante evaporação de água pelo aquecimento da superfície do solo, a UR foi superior, pois esta é medida pela água presente no ar, além de haver secamento da água presente sobre a superfície das folhas devido a este aquecimento.

No SD, devido à presença da palhada, a evaporação da água do solo deve ter sido muito baixa, como pode ser constatado na Figura 12, quando que no referido período a duração

do período de molhamento foliar do SD foi em média superior em 2 horas, mostrando que o filme de água permaneceu por mais tempo no limbo foliar, o que epidemiologicamente pode significar um maior favorecimento ao desenvolvimento de infecções para algumas doenças.

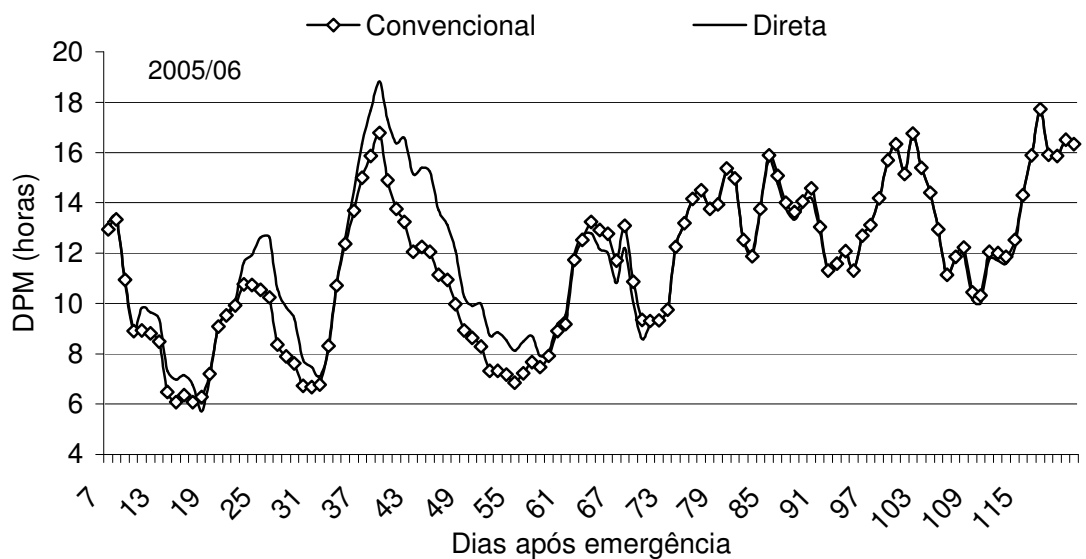


Figura 12 — Média móvel da duração do período de molhamento (DPM), para períodos de 7 dias ao nível do dossel da cultura do algodoeiro nos dois sistemas de semeadura (convencional e direta), a 1,5 m de altura, no experimento no ano de 2005/06, em Piracicaba

No geral, em relação à precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar, os dados observados na Figura 11C seguem uma lógica totalmente coerente, onde durante períodos com alta pluviosidade, ocorreram quedas de temperatura, e aumento da umidade relativa e conseqüentemente da DPM, conforme dados apresentados na figura 12.

Ainda em relação aos dados de duração do período de molhamento, apresentados na Figura 12, observa-se que até o fechamento das entrelinhas da cultura, ocorreram períodos em que esta foi superior em SD, em até 2,5 horas, coincidindo com alta pluviosidade e queda de temperatura. Neste ano, o regime de chuvas foi mais intenso, com médias de 30 mm em alguns curtos períodos, o que contribuiu para que se mantivesse maior média de DPM no sistema sob semeadura direta

Após o fechamento das entrelinhas da cultura pelo desenvolvimento vegetativo,

não se observaram diferenças relevantes em relação à DPM entre os dois sistemas de semeadura.

É importante salientar que a palhada proporcionou, nas condições dos dois anos de experimentos, efeito mais pronunciado no início do desenvolvimento da cultura, justamente onde se pôde observar diferenças nas variáveis medidas antes do fechamento das entrelinhas do algodoeiro pelo desenvolvimento vegetativo, e isso se deve ao fato de que nas nossas condições macroclimáticas a decomposição do material remanescente da cultura de cobertura é muito rápida, não apresentando muita longevidade no campo, principalmente nos primeiros 4 anos após implantação de semeadura direta.

Todas estas análises de dados microclimáticos permitem uma visualização da sua complexidade, pois as condições propiciadas pela combinação das variáveis é muito particular para cada período, não permitindo que seja fixado alguma norma ou que se afirme que uma ou outra condição fixa de uma das variáveis, seja suficiente para determinar a ocorrência de uma doença ou epidemia.

#### 4. 4 Progresso da severidade da ramulose

As curvas de progresso da doença estão nas Figuras 13 e 14, e estão sendo apresentadas isoladamente para cada ano para melhor visualização, antes de entrarmos nas inter-relações do desenvolvimento da doença com as condições microclimáticas ocorridas nos referidos períodos.

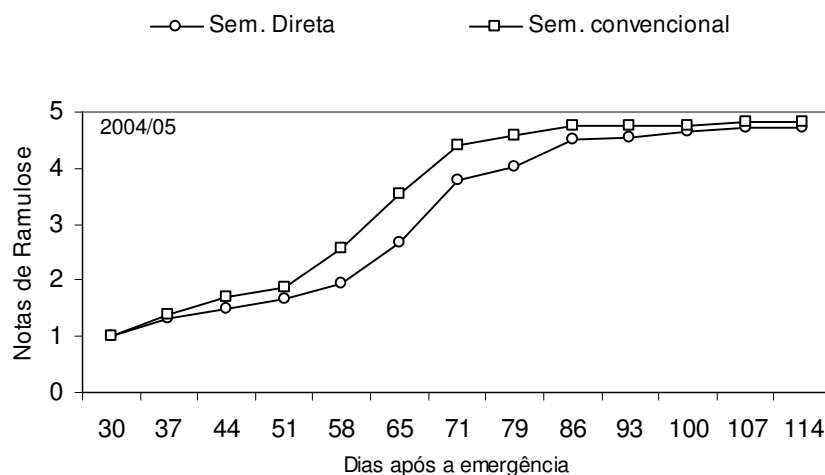


Figura 13 – Progresso de severidade de ramulose expressa em forma de notas de 1 a 5, em plantas de algodoeiro, cultivar Makina nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 30 aos 114 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2004/05-Piracicaba

Neste primeiro ano (2004/05), observa-se que a doença evoluiu, alcançando média de sintomas máxima aos 70 DAE, e que sob semeadura convencional, a partir dos 37 DAE, a doença já passou a evoluir mais rapidamente, sendo que aos 70 DAE chegou a nota 4,5, o que sob semeadura direta foi alcançado somente aos 85 DAE.

Em termos práticos podemos afirmar que, justamente a partir dos 40 DAE, quando já aparecem os primeiros botões florais das plantas, há uma maior demanda de nutrientes por parte da cultura para iniciar o enchimento das maçãs, após a polinização das flores. Quando há maior incidência de ramulose, devido ao comprometimento de tecidos fotossintetizantes, há menor produção de seiva, que é em grande parte desviada para o desenvolvimento de novos brotos, que passam a ser os drenos principais do produto da fotossíntese das plantas. Esses eventos são responsáveis então pelo comprometimento da produção.

No ano de 2005/06, as médias de notas de sintomas da ramulose para os dois sistemas de semeadura se apresentaram menores, alcançando máximo 4, mostrando que a doença neste ano não foi tão severa como no ano anterior.

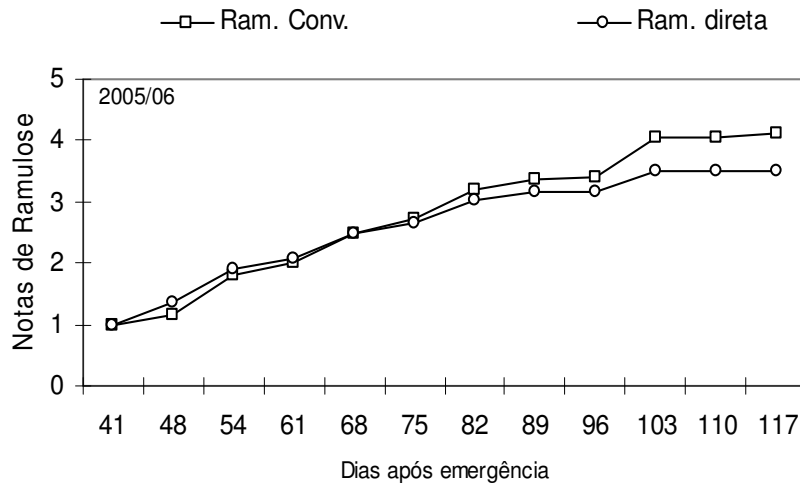


Figura 14 – Progresso de severidade de Ramulose expressa em forma de notas de 1 a 5, em plantas de algodoeiro, cultivar Makina nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 41 aos 117 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2005/06-Piracicaba

Observa-se que até os 70 DAE não houve diferença entre SC e SD, porém alcançando média 3 de sintomas da doença, que já apresentam então redução nos últimos internódios e manchas nas folhas, o que já pode comprometer a produção.

A partir dos 70 DAE, em SC a Ramulose passa a aumentar sua severidade, porém,

a diferença é muito pequena, e considera-se que nesta fase, a cultura já possui 80% da produção praticamente definida, o que pode significar que devido a maior severidade em sistema convencional ocorrer a partir deste período, pode haver queda de maçãs e comprometimento no enchimento das maçãs, proporcionando capulhos menores, conseqüentemente mais leves. Porém as diferenças de média de doença entre os dois sistemas de semeadura são pequenas, não apresentando diferenças estatísticas.

Os resultados e médias das notas de ramulose nos dois sistemas de semeadura, nos anos 2004/05 e 2005/06 foram analisados estatisticamente, com o objetivo de verificar se a severidade da doença poderia ser afetada pelo sistema de semeadura utilizado.

Tabela 9 – Comparação entre os tratamentos semeadura direta inoculado (T1); semeadura direta não inoculado (T2), semeadura convencional inoculado (T3) e semeadura convencional não inoculado (T4). 2004/05

Datas	23-Dez	30-Dez	06-Jan	13-Jan	20-Jan	27-Jan	02-Fev	10-Fev	17-Fev	24-Fev	03-Mar	10-Mar	17-Mar
DAE	30	36	43	50	57	64	70	78	85	92	100	107	114
T1xT2	1	0,005*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
<b>T1xT3</b>	<b>0,153</b>	<b>0,49</b>	<b>0,524</b>	<b>0,157</b>	<b>0,016*</b>	<b>0,04*</b>	<b>0,075</b>	<b>0,142</b>	<b>0,687</b>	<b>0,687</b>	<b>1</b>	<b>0,655</b>	<b>0,655</b>
T1xT4	1	0,005*	0,005*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
T2xT3	0,153	0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
T2xT4	1	1	1	1	1	0,317	1	0,153	0,039*	0,039*	0,039*	0,039*	0,039*
T3xT4	0,153	0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*

\* Interação significativa a 0,05%, pelo teste de significância de Mann-Whitney para cada avaliação entre os tratamentos

São relevantes para este estudo as comparações realizadas entre T1 e T3, que mostram para cada data avaliada a diferença entre a severidade da ramulose em SC e SD.

Observa-se que para este ano de 2004/05, representado pela Tabela 9, esta interação foi significativa a 0,05% apenas entre 57 e 64 DAE. Nesta fase a cultura está com seu máximo de botões florais, o que o fato de as plantas estarem doentes pode significar aborto de botões e flores, conseqüentemente comprometimento da produção. Assim, uma infecção mais severa nesta fase pode significar grandes prejuízos na produção.

Observa-se também uma interação significativa entre T2 e T4 (semeadura direta não inoculada e semeadura convencional não inoculada), a partir dos 85 DAE, resultado de uma possível disseminação do inóculo na área, que ocorreu sob semeadura convencional não inoculada.

Na Tabela 10 estão os dados de médias de notas de ramulose para estes tratamentos T2 e T4 (semeadura direta não inoculada e semeadura convencional não inoculada).

Tabela 10- Médias de sintomas de ramulose para os tratamentos semeadura direta não inoculado (T2) e semeadura convencional não inoculado (T4), 2004/05

Datas	23/12	30/12	6/1	13/1	20/1	27/1	2/2	10/2	17/2	24/2	3/3	10/3	17/3
DAE	30	36	43	50	57	64	70	78	85	92	100	107	114
T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T4	1	1	1	1	1	1,04	1	1,2	1,21*	1,21*	1,21*	1,21*	1,21*

\* Diferença significativa a 0,05%

A partir dos dados da tabela acima, podemos inferir que a partir do período de 85 DAE, quando começa a haver diferença significativa, há maiores médias de notas de sintomas para o sistema de semeadura convencional não inoculado, o que mostra que houve disseminação da doença no campo neste período, embora não tenha passado de sintomas iniciais, caracterizando desta forma a ramulose tardia no campo.

Já para as condições do ano de 2005/06, não houve diferença significativa entre os níveis de infecção em nenhum período, como apresentado na Tabela 11

Tabela 11 – Comparação entre os tratamentos semeadura direta inoculado (T1); semeadura direta não inoculado (T2), semeadura convencional inoculado (T3) e semeadura convencional não inoculado (T4). 2005/06

Datas	06-Jan	13-Jan	19-Jan	26-Jan	02-Fev	09-Fev	16-Fev	23-Fev	02-Mar	09-Mar	16-Mar
DAE	41	48	54	61	68	75	82	89	96	103	110
T1xT2	1	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
<b>T1xT3</b>	<b>1</b>	<b>0,146</b>	<b>0,909</b>	<b>0,966</b>	<b>0,823</b>	<b>0,668</b>	<b>0,526</b>	<b>0,39</b>	<b>0,324</b>	<b>0,143</b>	<b>0,143</b>
T1xT4	1	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
T2xT3	1	0,011	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
T2xT4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T3xT4	1	0,011	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*

\* Interação significante a 0,05%, pelo teste de significância de Mann-Whitney para cada avaliação entre os tratamentos

Os resultados apresentados são perfeitamente coerentes com os dados de evolução da severidade da doença neste ano, que em relação ao ano anterior (2004/05), foi menos severa.

Além de não ter ocorrido diferença significativa dos sintomas entre os dois sistemas de semeadura em período algum em 2005/06, observa-se menores médias de notas de doença em todo o ciclo da cultura, e que as diferenças aparentes, mas não significativas, entre a doença de SC e SD passaram a ocorrer mais tarde, ao redor de 80 DAE, quando aproximadamente 80% da produção já está definida e em plena fase de finalização de enchimento

das maçãs. A ramulose tardia não compromete a produção e qualidade das fibras, como constatado por Abrahão (1961). Mas isso, em sistemas conservacionistas pode representar um problema, pois uma porcentagem das sementes produzidas podem ser infectadas, servindo de inóculo para novos campos, ou nos restos de cultura.

As diferenças de severidade da doença entre os dois anos de experimento são explicadas pelas diferentes condições propiciadas pelo macroclima nos dois anos, resultante principalmente da combinação entre as condições de temperatura e umidade em nível macroclimático, que por sua vez, atuam diretamente nas condições microclimáticas sob o dossel da cultura.

Ao considerarmos as condições de cada ano, podemos atribuir o crescimento da doença às condições macro e microclimáticas, mas sem, no entanto, respondermos exatamente quais variáveis tem maior ou menor peso no crescimento da epidemia.

Para entender melhor estes fatos, podemos confrontar os dados de evolução e severidade da doença com as condições microclimáticas obtidas sob o dossel das plantas.

#### 4.5 Relações entre o microclima na cultura sob semeadura direta e convencional e evolução e severidade da Ramulose

Na Figura 15 estão os dados de temperatura e crescimento da ramulose no ano de 2004/05.

Observa-se, neste primeiro ano de experimentação que as temperaturas médias diárias se mantiveram, predominantemente, entre os 20 e 26°C, ou seja, dentro da faixa favorável para o desenvolvimento da ramulose do algodoeiro (20 a 30°C).

É importante avaliar os dados de temperatura por que é uma variável de grande importância no processo epidemiológico, onde sob condições de temperatura diferente do ótimo para o desenvolvimento do patógeno, a taxa de desenvolvimento da doença pode ser reduzida, pois ocorre diminuição no número de novas infecções e diminuição do inóculo, e a doença se desenvolve mais lentamente nos tecidos que já se encontram infectados, até que condições favoráveis de temperatura voltem a ocorrer (ROTEM, 1978; ZADOKS; SCHEIN, 1979).



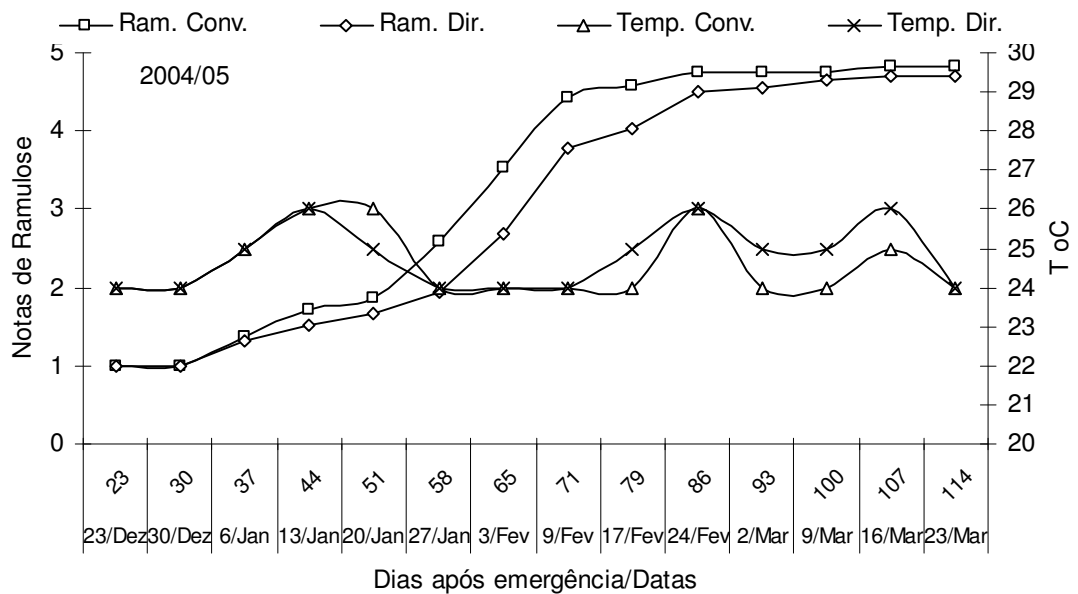


Figura 15 – Progresso de severidade de ramulose X temperatura média, defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2004/05-Piracicaba

Para o período em que a diferença entre severidade da ramulose foi significativamente diferente entre os dois sistemas de semeadura (55 a 65 DAE), podemos observar pela Figura 15 que analisando a variável temperatura isoladamente não podemos explicar esta diferença, pois durante este referido período a temperatura entre SC e SD não foi distinta, pois a temperatura média deste período, entre 24 e 25°C é considerada adequada ao desenvolvimento do patógeno, sendo importante responsável pelo crescimento da doença nos dois sistemas, porém, não podendo explicar por que a partir dos 55 DAE a diferença entre a evolução da ramulose entre SC e SD passa a ser significativa.

Outra variável muito importante do ponto de vista epidemiológico é a duração do período de molhamento foliar (DPM). Os dados de DPM para este ano (2004/05) estão apresentados na Figura 16.

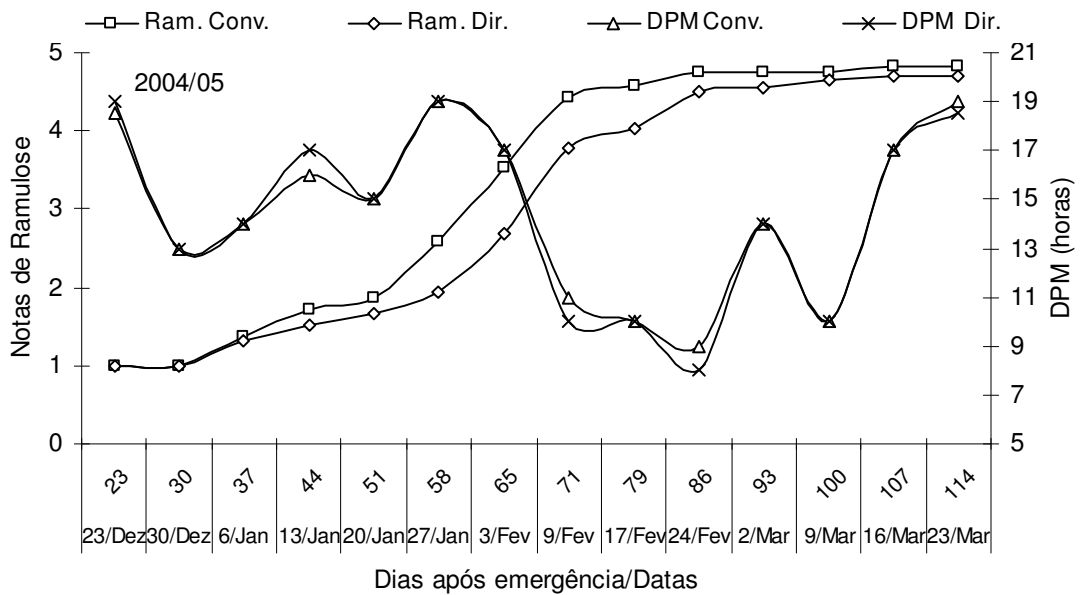


Figura 16 – Progresso de severidade de ramulose X médias de duração do período de molhamento (DPM), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2004/05-Piracicaba

Podemos observar claramente através dos dados expostos que, para o período de 55 a 65 DAE, quando a severidade da doença apresentou diferença estatística entre os dois sistemas de semeadura, foi o período que apresentou maiores médias de DPM, ao redor de 20 horas, mas embora alta, e favorável ao desenvolvimento da epidemia, DPM medida no nível do terço superior da cultura, para os dois sistemas de semeadura foi a mesma, não explicando as diferenças de severidade da doença entre um sistema e outro.

Durante todo o ciclo da cultura para este ano, a DPM medida entre SC e SD foi muito semelhante, havendo poucos curtos períodos que apresentaram mínima diferença, como pode ser observado nas curvas da figura acima.

Pelos dados em relação à temperatura e umidade relativa, ocorridos no ano 2004/05 podemos inferir que as condições foram propícias ao desenvolvimento da ramulose, e que no período de maior evolução e aumento da severidade da doença, (55 a 65 DAE), as condições para que isto ocorresse foram ótimas, tanto para uma quanto pra outra variável (T média ao redor de 25°C e DPM ao redor de 20 horas), porém, não explicando definitivamente as diferenças entre um sistema e outro.

Os dados analisados de influência da temperatura no desenvolvimento da doença

foram dados médios diários. Na Tabela 12 estão os dados de T máxima, média e mínima, DPM e precipitação pluvial para o período de 55 a 65 DAE, para que se possa avaliar pontualmente os eventos ocorridos.

Tabela 12 - Dados de T. máxima, mínima e média e DPM em sistema de semeadura convencional e direta, precipitação pluvial para o período de 45 a 70 DAE, ano 2004/05. Piracicaba

DATA	DAE	Convencional				Direta				Precip. mm
		T máx oC	T mín oC	T média	DPM horas	T máx oC	T mín oC	T média	DPM horas	
14-Jan	45	36	18	26	9,0	35	18	25	10,0	0
15-Jan	46	37	21	27	11,3	36	20	27	11,3	0
16-Jan	47	33	23	28	12,5	33	23	28	12,8	0
17-Jan	48	30	21	25	9,5	29	21	25	11,3	1
18-Jan	49	31	22	26	13,8	31	22	25	13,3	0
19-Jan	50	26	21	25	18,3	26	22	25	17,5	18
20-Jan	51	27	22	24	24,0	26	22	24	24,0	12
21-Jan	52	30	23	25	23,5	29	22	24	23,8	2
22-Jan	53	30	22	25	19,0	30	22	25	18,8	9
23-Jan	54	34	21	25	16,0	33	21	25	16,0	0
24-Jan	55	33	23	27	15,8	32	23	26	15,0	0
25-Jan	56	28	22	25	20,5	29	22	25	20,0	18
26-Jan	57	23	20	23	22,0	23	19	22	21,8	22
27-Jan	58	23	18	20	22,8	22	18	20	20,5	4
28-Jan	59	26	19	21	24,0	26	19	21	24,0	3
29-Jan	60	24	21	23	24,0	24	21	23	24,0	11
30-Jan	61	29	20	23	24,0	28	20	23	23,8	1
31-Jan	62	32	17	23	18,8	32	17	23	17,5	2
1-Fev	63	31	19	25	10,8	31	19	25	10,0	0
2-Fev	64	32	20	25	13,5	32	20	24	12,3	4
3-Fev	65	30	21	25	13,0	30	21	25	12,5	1
4-Fev	66	31	21	25	16,5	30	21	24	15,5	23
5-Fev	67	31	20	25	12,0	31	20	24	10,8	0
6-Fev	68	30	17	23	12,0	30	17	23	11,5	0
7-Fev	69	31	14	22	9,3	30	14	22	8,5	0
8-Fev	70	31	16	23	9,3	30	15	22	8,5	0

Para explicar as diferenças de severidade da doença que começam a ocorrer aos 55 DAE, é necessário avaliar o que ocorreu pelo menos 7 dias antes de que comece a haver esta diferença, pelo período de incubação, pois quando os sintomas aparecem nas folhas, já são decorrentes da infecção ocorrida antes.

O período de 50 a 55 DAE foi chuvoso, e observa-se que sob semeadura convencional, as temperaturas máximas ficaram cerca de 1°C mais altas em quase todos os dias. Isto pode ter contribuído para que o período de incubação dos novos inóculos presentes nas folhas fosse menor, e a doença aumentasse nesse sistema de semeadura, como já visto por

Monteiro (2007) que cita que o período de incubação do *C. gossypii cephalosporioides* é sensivelmente afetado pela temperatura.

Observa-se que aos 55 DAE, período em que já começam a apresentar diferenças significativas entre os dois sistemas de semeadura, a T máxima sob o dossel das plantas em semeadura convencional atingiu os 33°C, enquanto que sob semeadura direta esta atingiu máximo de 32°C. A DPM foi de 15,8 para SC e 15 horas para SD. Nos 2 dias seguintes, de 56 a 57 DAE, ocorreram precipitações, que fizeram com que a T máxima se amenizasse, ficando entre 23 e 28°C em semeadura convencional e 22 e 29°C para semeadura direta, e posteriormente, até os 62 DAE, ocorreram precipitações leves, e crescente aumento da temperatura novamente.

Durante todo o período mencionado a DPM foi praticamente a mesma para os dois sistemas de semeadura, variando no máximo em uma hora. Porém, para o desenvolvimento da ramulose, como já constatado por Monteiro (2007), são necessárias apenas 4 horas de molhamento para temperaturas iguais ou maiores que 25°C, 8 h a 20°C e 17 h a 15°C.

No ano de 2005/06, como já citado e apresentado anteriormente, os dados de evolução e severidade da ramulose não chegaram a apresentar diferenças significativas, porém, confrontando os dados da doença com as condições microclimáticas ocorridas, podemos fazer algumas observações pertinentes.

Na Figura 17, estão as curvas que representam o crescimento da doença neste ano e as curvas das médias de temperatura. Como já mencionado, a severidade da doença neste ano ocorreu de forma mais leve, sendo muito semelhante entre SC e SD até os 85 DAE da cultura.

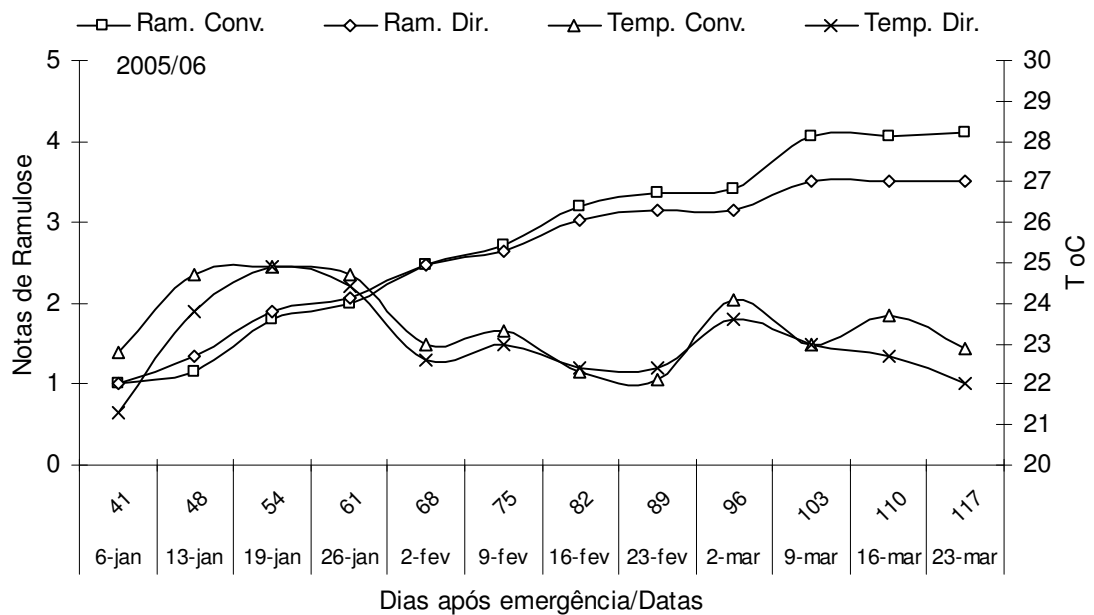


Figura 17 – Progresso de severidade de ramulose X temperatura média, defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2005/06-Piracicaba

As médias de temperatura foram mais amenas, sendo possível observar que no período em que a temperatura começou a subir, aos 41 DAE e chegou ao redor de 25°C proporcionou um crescimento contínuo inicial da doença, que passou a ser menos significativo quando as médias de temperatura começaram a abaixar.

Também para este ano, apenas pelos dados de temperatura nos dois sistemas de semeadura não se pode explicar por que a partir dos 85 DAE, SC passa a ter maior crescimento da doença do que o SD.

Na figura 18 estão as curvas de crescimento da ramulose e os dados de DPM deste ano de 2005/06.

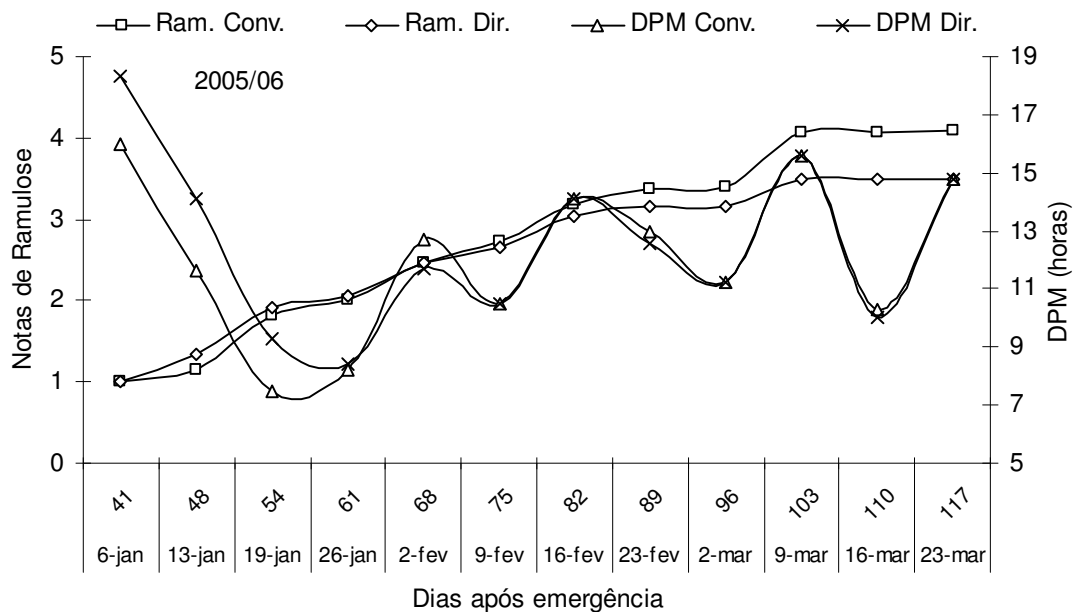


Figura 18 – Progresso de severidade de ramulose X médias de duração do período de molhamento (DPM), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2005/06-Piracicaba

Podemos observar que, embora a DPM esteja em decréscimo desde os 41 DAE em ambos sistemas de semeadura, a média de horas de molhamento foliar atenderia perfeitamente as condições para ocorrer infecção, como relatado por Monteiro (2007), que constatou que o período mínimo de molhamento necessário para que a infecção de ramulose ocorra diminui com o aumento da temperatura, sendo de 4 horas para temperaturas iguais ou maiores que 25°C, 8 h a 20°C e 17 h a 15°C. A intensidade aumenta com a duração do molhamento, de 0 a 34 h.

Mas, para ambos sistemas SC e SD, as médias de DPM permaneceram muito semelhantes, não sendo possível, através desta variável, isoladamente, explicar as diferenças entre a severidade da doença que passaram a ocorrer a partir dos 85 DAE.

#### 4.6. Índice de Favorabilidade temperatura-molhamento (IF-tm) para a ramulose do algodoeiro

Como já citado anteriormente, utilizamos neste trabalho um índice de favorabilidade para a ramulose do algodoeiro, desenvolvido por Monteiro (2007), para correlacionar melhor a doença com os fatores microclimáticos que interferem em seu desenvolvimento. O modelo de índice de favorabilidade de temperatura e molhamento da

ramulose ajustado pelo autor apresentou boa correlação com a taxa de crescimento desta doença no campo, porém, com resultados discrepantes em períodos com condições específicas de precipitação muito baixa ou muito alta.

A maioria dos trabalhos realizados até então sempre preconizaram as variáveis temperatura e molhamento foliar como as principais interferentes no patossistema. Visto que analisando temperatura e DPM não foi possível explicar com precisão as diferenças apresentadas entre os dois sistemas de semeadura ocorridas em alguns períodos, iremos utilizar o índice de favorabilidade temperatura-molhamento (IF-tm).

Na Figura 19 estão os dados de crescimento da doença e IF-tm para o ano agrícola 2004/05.

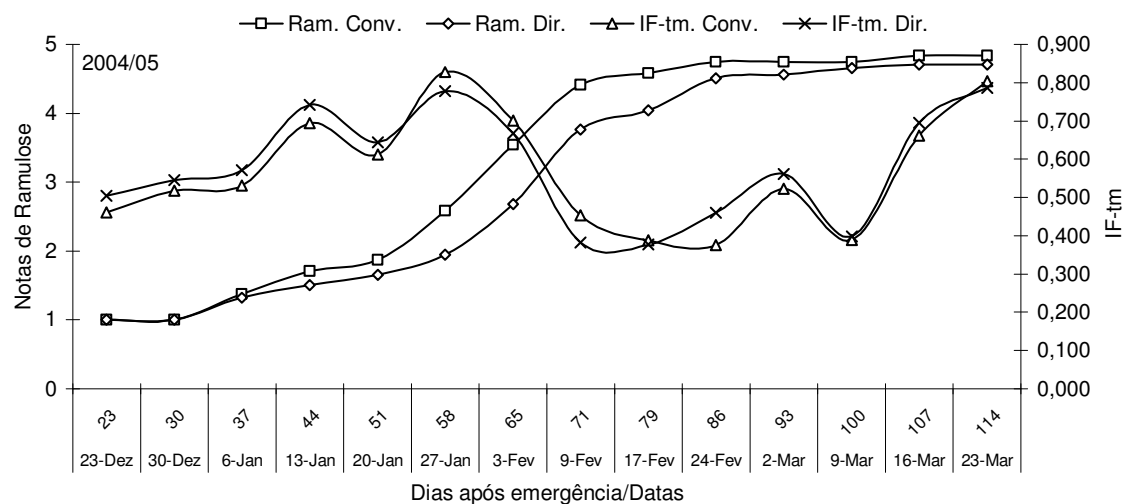


Figura 19 – Progresso de severidade de ramulose X médias de Índice de favorabilidade temperatura-molhamento foliar (IF-tm), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2004/05-Piracicaba

O período compreendido de 55 a 65 DAE, que apresentou diferença estatística na severidade da ramulose entre SC e SD, foi o que apresentou valores de IF-tm mais altos, sendo maior sob semeadura convencional, o que provavelmente proporcionou a diferença na severidade da doença, pois observa-se que para o sistema de semeadura convencional o IF-tm foi um pouco maior.

Ao confrontarmos esse dado com a ocorrência de chuvas neste período, podemos observar que foi um período chuvoso, o que pode ter colaborado para que a infecção se

agravasse, pois como já citado, diversos autores (KUMAR; SATYAVIR; NIWAS, 1998; CHAKRABORTY; BILLARD, 1995) encontraram boa correlação do desenvolvimento de doenças com número de dias chuvosos e intensidade da chuva em trabalhos de previsão de doenças, porém em relação à ramulose ainda há pouca informação, apesar de existirem muitos relatos em relação ao gênero *Colletotrichum* para diferentes culturas, associando aumento da doença em períodos de chuva intensa com epidemias.

Santos (1993) atribuiu a um período com elevada umidade relativa e temperaturas mínimas diárias muito baixas um aumento pronunciado na incidência da ramulose. A falta de chuvas e o abaixamento da temperatura média coincidiram com a paralisação da doença, demonstrando que essas variáveis climáticas são importantes para o progresso da doença.

Água da chuva bem como a água de irrigação por aspersão são importantes agentes de disseminação, estando envolvidos até mesmo na disseminação de patógenos tipicamente dispersos pelo ar.(FITT; McCARTNEY; WALKLATE, 1989) Contudo, essa variável assume importância crucial na disseminação de patógenos como os do gênero *Colletotrichum*, cujos esporos são envoltos em uma massa mucilaginosa hidrossolúvel. Para esses microorganismos somente respingos de chuva ou água de irrigação são capazes de disseminá-los.

A Tabela 13 contém os dados diários das variáveis T máxima, T mínima, T média, DPM e IF-tm para os dois sistemas de semeadura, e precipitação para o período de 45 a 70 DAE, no ano de 2004/05



Tabela 13 - Dados de T. máxima, mínima e média, IF-tm e DPM em sistema de semeadura convencional e direta e precipitação pluvial para o período de 45 a 70 DAE, ano 2004/05. Piracicaba

DATA	DAE	Convencional					Direta					Precip. mm
		T máx	T mín	T média	IF-tm	DPM	T máx	T mín	T média	IF-tm	DPM	
		oC			horas	oC			horas			
14-Jan	45	36	18	26	0,386	9,0	35	18	25	0,435	10,0	0
15-Jan	46	37	21	27	0,584	11,3	36	20	27	0,567	11,3	0
16-Jan	47	33	23	28	0,681	12,5	33	23	28	0,694	12,8	0
17-Jan	48	30	21	25	0,406	9,5	29	21	25	0,497	11,3	1
18-Jan	49	31	22	26	0,660	13,8	31	22	25	0,613	13,3	0
19-Jan	50	26	21	25	0,803	18,3	26	22	25	0,776	17,5	18
20-Jan	51	27	22	24	0,945	24,0	26	22	24	0,931	24,0	12
21-Jan	52	30	23	25	0,945	23,5	29	22	24	0,933	23,8	2
22-Jan	53	30	22	25	0,836	19,0	30	22	25	0,828	18,8	9
23-Jan	54	34	21	25	0,741	16,0	33	21	25	0,724	16,0	0
24-Jan	55	33	23	27	0,789	15,8	32	23	26	0,740	15,0	0
25-Jan	56	28	22	25	0,882	20,5	29	22	25	0,868	20,0	18
26-Jan	57	23	20	23	0,820	22,0	23	19	22	0,794	21,8	22
27-Jan	58	23	18	20	0,668	22,8	22	18	20	0,563	20,5	4
28-Jan	59	26	19	21	0,750	24,0	26	19	21	0,751	24,0	3
29-Jan	60	24	21	23	0,892	24,0	24	21	23	0,875	24,0	11
30-Jan	61	29	20	23	0,893	24,0	28	20	23	0,863	23,8	1
31-Jan	62	32	17	23	0,753	18,8	32	17	23	0,707	17,5	2
1-Fev	63	31	19	25	0,468	10,8	31	19	25	0,408	10,0	0
2-Fev	64	32	20	25	0,608	13,5	32	20	24	0,519	12,3	4
3-Fev	65	30	21	25	0,578	13,0	30	21	25	0,552	12,5	1
4-Fev	66	31	21	25	0,734	16,5	30	21	24	0,674	15,5	23
5-Fev	67	31	20	25	0,515	12,0	31	20	24	0,423	10,8	0
6-Fev	68	30	17	23	0,435	12,0	30	17	23	0,410	11,5	0
7-Fev	69	31	14	22	0,253	9,3	30	14	22	0,205	8,5	0
8-Fev	70	31	16	23	0,274	9,3	30	15	22	0,218	8,5	0

O período de até 7 dias antes do início da diferença estatística entre os dois tratamentos é responsável pela quantidade de doença que está ocorrendo no início do período em que esta diferença ocorre (de 55 a 65 DAE). E no referido período T máxima sob semeadura convencional se manteve quase 1°C mais alta que sob semeadura direta. Ao incluirmos o IF-tm encontrado através das variáveis obtidas, podemos observar que este índice foi superior para semeadura convencional em todos os dias avaliados, de 49 a 54 DAE. E para o período de 7 dias anteriores ao início do período que apresentou diferença estatística (55 a 65 DAE), houve 4 dias de chuva consecutivos, dos 50 aos 53 DAE. De acordo com Cruz et al. (1970) e Von Pinho et al. (1997) pode ocorrer infestação generalizada da doença na área logo após quedas de temperatura que seguem as chuvas.

Podemos observar que no ano de 2005/06, após a inoculação, a doença cresceu continuamente, porém, como já comentado, neste ano a severidade da ramulose foi menor. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas na severidade da doença entre os dois sistemas de semeadura. Na Figura 20 estão apresentados os dados de crescimento da doença X IF-tm do período.

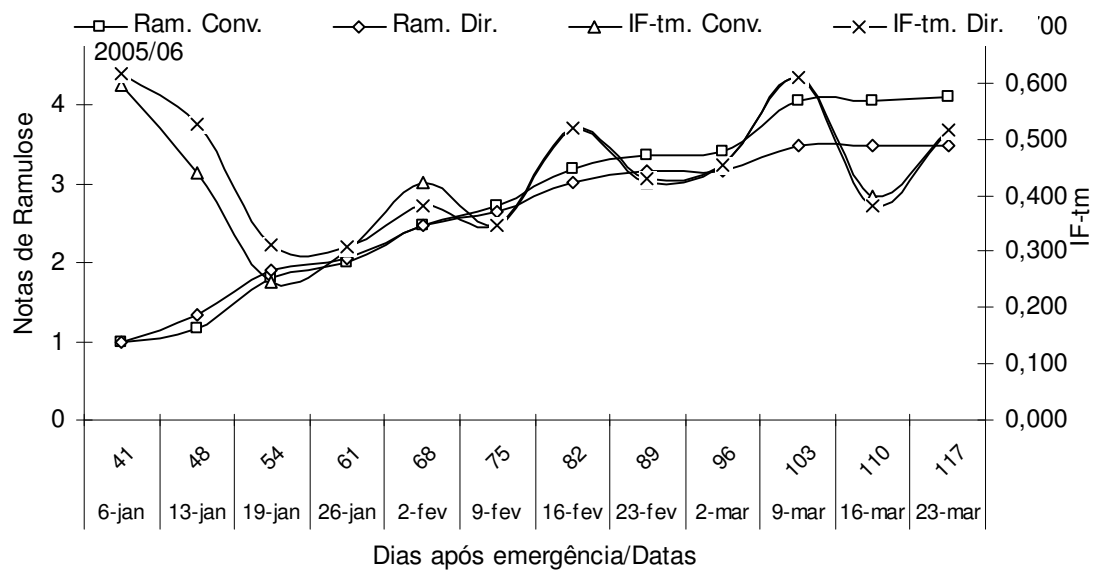


Figura 20 – Progresso de severidade de ramulose X médias de Índice de favorabilidade temperatura-molhamento foliar (IF-tm), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2005/06. Piracicaba

Em relação ao ano anterior, podemos observar que embora as condições proporcionadas pela temperatura e DPM no interior do dossel satisfizessem perfeitamente as condições para ocorrência de infecção pelo *Colletotrichum*, como observado por Monteiro (2007), essas variáveis isoladamente não puderam explicar a menor severidade da ramulose ocorrida neste ano.

As condições favoráveis ao desenvolvimento do fungo são alta pluviosidade e boa fertilidade do solo. A temperatura ótima para o crescimento do fungo in vitro e desenvolvimento está entre 25 e 30°C. (SANTOS et al, 1993; SANTOS, 1994; CIA; SALGADO, 1997). A temperatura ótima para a infecção em campo, segundo Arndt (1944) é 22°C.

Também em relação ao IF-tm, as médias foram inferiores durante todo o ciclo neste ano de 2005/06, em relação à 2004/05, além de uma instabilidade maior, com valores

máximos de 0,600, observado apenas na fase final do ciclo (aos 100 DAE).

Na fase final de desenvolvimento da cultura, a suscetibilidade das plantas ao patógeno já está reduzida, pois de acordo com Santos et al. (1993), as fases de maior suscetibilidade correspondem aos períodos de 25, 35, e 45 dias após a emergência, em ordem decrescente de pré-disposição, porém, quando ocorre infecção nesta fase de maçãs em desenvolvimento, há maior recuperação do fungo nas sementes, menor emergência e maior transmissão semente-plântula.

#### 4.6.1 Proporção de crescimento da ramulose X IF-tm

Os dados apresentados até então, em relação ao desenvolvimento da ramulose no campo, consideram para cada período as notas de sintomas acumuladas até o momento da avaliação, ou seja, como foram avaliadas as mesmas plantas durante todo o ciclo da cultura, o crescimento da doença vai aumentando durante o ciclo, para cada planta avaliada.

Nas Figuras 21 e 22 estão apresentados os dados de IF-tm, para 2004/05 e 2005/06 respectivamente, porém confrontando com a proporção de crescimento da doença, ou seja, a influência do IF-tm no crescimento, sem considerar o quão avançada a doença já se encontrava ou a nota de sintoma que já possuía no dia da avaliação, mas sim, o quanto cresceu de uma avaliação à outra.

Através destes dados é mais simples se avaliar o verdadeiro impacto do IF-tm no processo infeccioso no período de uma avaliação para a outra.

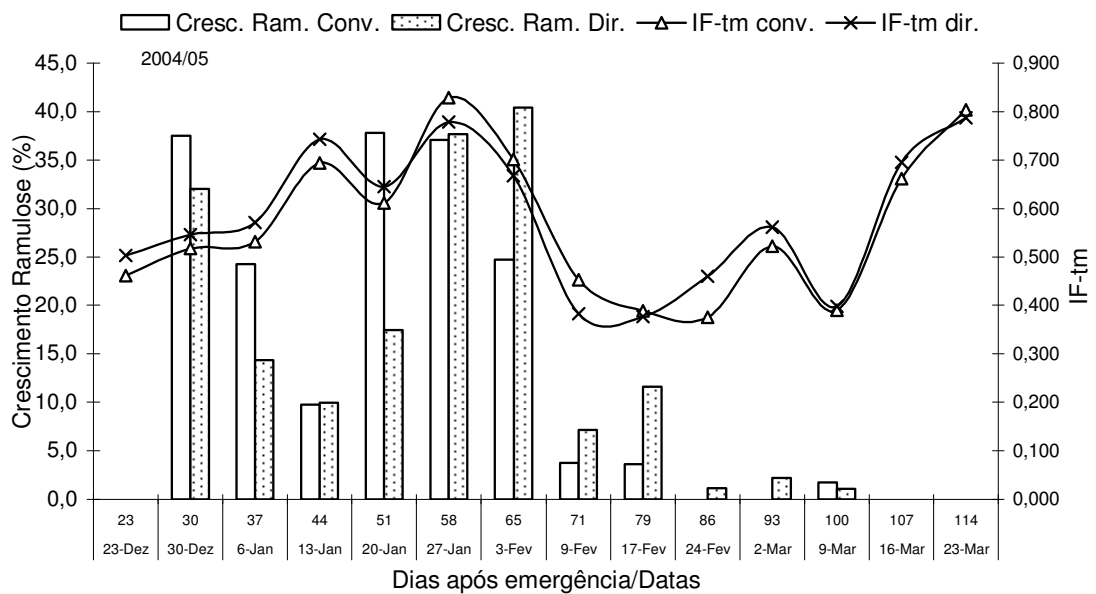


Figura 21 –Porcentagem de crescimento de ramulose X médias de Índice de favorabilidade temperatura-molhamento foliar (IF-tm), defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE),no ano agrícola 2004/05. Piracicaba

De um modo geral, ao analisarmos a proporção do crescimento da doença em cada avaliação X IF-tm, podemos observar que há maior crescimento da doença quando os valores de IF-tm são maiores que 0,500.

Um dado isolado onde isso não ocorreu, foi aos 44 DAE, quando os valores de IF-tm foram ao redor de 0,700 e o crescimento da doença foi de aproximadamente 10% para os dois sistemas de semeadura. Ao analisarmos tudo que ocorreu neste período em relação à todas as variáveis apresentadas, foi um período com pouca ocorrência de chuvas, o que comprova a importância da chuva no processo epidemiológico da ramulose, onde apesar de ter havido IF-tm favorável, a doença não cresceu mais que 10%.

Até os 55 DAE, para cada avaliação, a proporção de crescimento da doença foi maior sob semeadura convencional, onde as diferenças chegaram a 17%, como é o caso da avaliação realizada aos 51 DAE. A partir de 55 DAE, a maior proporção de crescimento da doença ocorreu sob semeadura direta para cada avaliação, embora as maiores proporções de crescimento ocorreram apenas com IF-tm acima de 0,500, sendo que para valores deste índice abaixo de 0,500 a proporção de crescimento não ultrapassou os 10%.

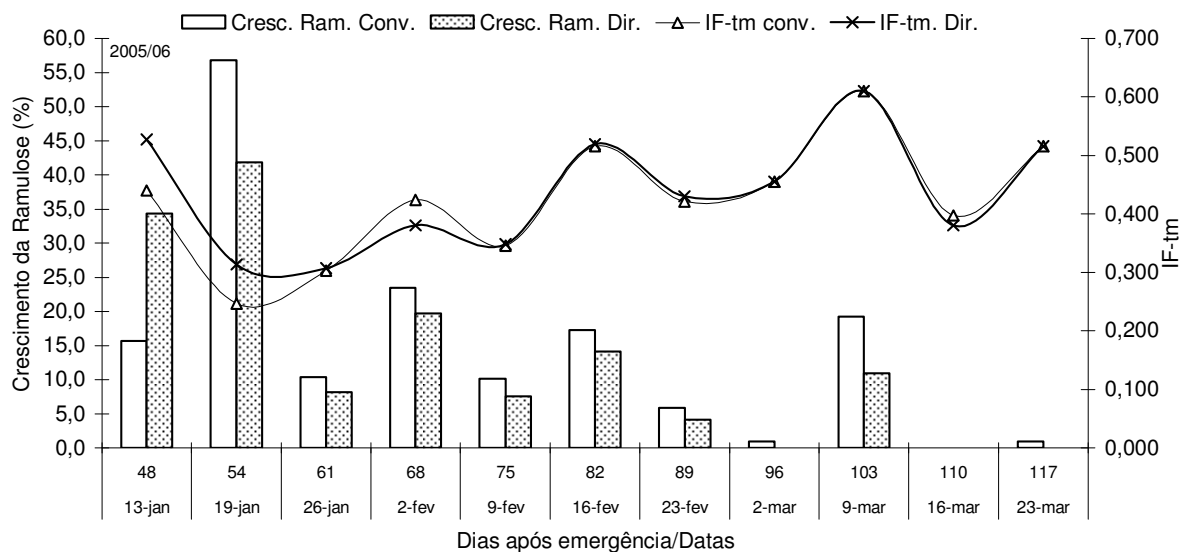


Figura 22– Porcentagem de crescimento de ramulose X médias (IF-tm, defasadas em períodos de 7 dias, nos dois sistemas de semeadura (convencional X direto), dos 23 aos 114 dias após emergência (DAE), no ano agrícola 2005/06. Piracicaba

Em 2005/06, como já mencionado, não houve diferenças significativas para os índices de ramulose entre os dois sistemas de semeadura, mas é pertinente observarmos que as maiores proporções de crescimento da doença ocorreram até aproximadamente 60 DAE, e Santos (1993), encontrou maior suscetibilidade do algodoeiro ao patógeno até 45 DAE.

Após a inoculação da doença na cultura, observa-se que o IF-tm um pouco superior sob semeadura direta, na fase de maior suscetibilidade da cultura, proporcionou crescimento da doença 20% maior do que o observado sob semeadura convencional. Aos 54 DAE apesar do IF-tm ter sido maior sob semeadura direta, maior proporção de crescimento da doença ocorreu para o sistema sob semeadura convencional. Isto pode ter ocorrido pelo fato de que neste período o IF-tm foi baixo, com valores abaixo de 0,400.

Após ocorrer o fechamento das entrelinhas da cultura devido ao desenvolvimento vegetativo das plantas, o IF-tm passou a ser o mesmo para os dois sistemas de semeadura, e observamos que quando isso ocorreu as proporções de crescimento da doença sempre foram maiores para o sistema sob semeadura convencional.

Podemos inferir com estes dados que, o crescimento da doença sob semeadura direta, aos 48 DAE, devido aos dados de IF-tm ao redor de 0,600, proporcionaram um crescimento inicial maior da doença neste sistema, também pelo fato de ser um período de grande

suscetibilidade das plantas à doença, como observado por Santos (1993). Após este período, a suscetibilidade das plantas diminuem, porém, o crescimento inicial colaborou para que fossem alcançados maiores médias de notas de ramulose, que mesmo depois, com maiores proporções de crescimento da doença sob semeadura convencional, a situação somente se reverteu aos 75 DAE, quando as médias de notas passam a ser superiores sob sistema de semeadura convencional.

Com Índices de Favorabilidade baixos, e sob condições semelhantes de temperatura e DPM, o que poderia explicar o maior crescimento da doença sob semeadura convencional podem ser os seguintes fatores: pré-disposição ou fase de maior suscetibilidade das plantas; estado nutricional, e conseqüentemente performance superior devido às condições de crescimento e desenvolvimento das plantas proporcionadas pelos diferentes sistemas de semeadura .

Ao observar os dados presentes na Figura 23, podemos inferir realmente que no ano agrícola 2004/05, os valores de IF-tm abaixo de 0,500 foram de 38,46 e 37,69% para semeadura convencional e direta, enquanto que os dados acima de 0,500 foram de 61,54 e 62,31% para SC e SD, respectivamente, e no ano agrícola 2005/06 a situação se reverteu, onde os valores de IF-tm abaixo de 0,500 foram superiores, sendo de 65,04% para semeadura convencional e 62,60% para semeadura direta, e os valores de IF-tm acima de 0,500 foram de 34,96% para Semeadura convencional e 37,40% para semeadura direta.

Esses valores explicam o motivo pelo qual em 2005/06 a severidade da ramulose foi menor do que em 2004/05, quando o numero de dias com IF-tm acima de 0,500 foi muito superior.

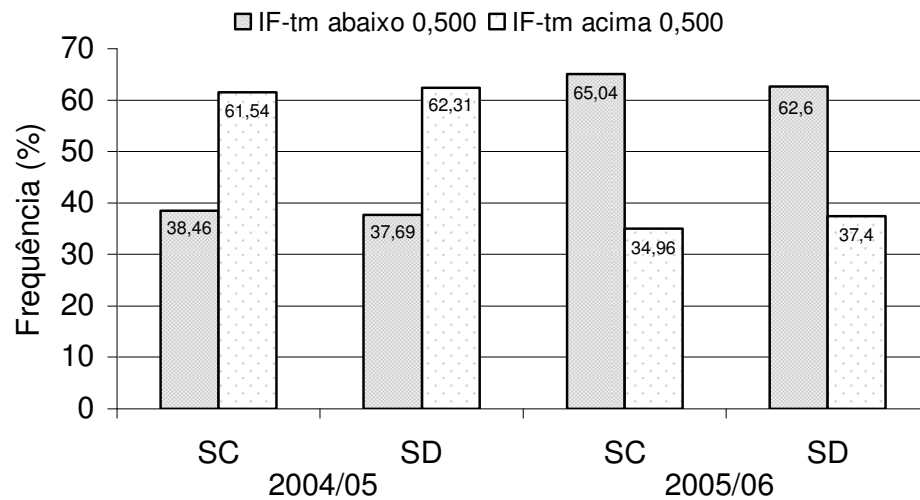


Figura 23- Frequência relativa do IF-tm, abaixo e acima do valor médio de 0,500, obtido junto ao dossel da cultura, após inoculação, nos experimentos de 2004/05 e 2005/06, em Piracicaba

Comparando o IF-tm entre SC e SD para cada ano, podemos observar que a diferença entre os valores não é superior a 1%, sendo que para 2004/05, houve 38,46% de dias com IF-tm abaixo de 0,500 para semeadura convencional contra 37,69% sob semeadura direta. Mas para explicar as pequenas diferenças entre severidade da doença entre os dois sistemas de semeadura, não basta apenas a frequência, mas outros fatores como época observada, suscetibilidade das plantas em determinada época e quantidade de inoculo já presente na área.

#### 4.7. Relações entre a intensidade da doença e produção da cultura

Na Figura 24 estão apresentados os dados de produção para o ano de 2004/05. Para este ano, podemos observar primeiramente que houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem ramulose, mostrando a importância de se manter a cultura livre do patógeno, o que pode ser conseguido através de utilização de cultivar resistente, sementes saudáveis, e medidas como rotação de culturas, para o caso de utilização de plantio direto, e controle químico caso necessário.

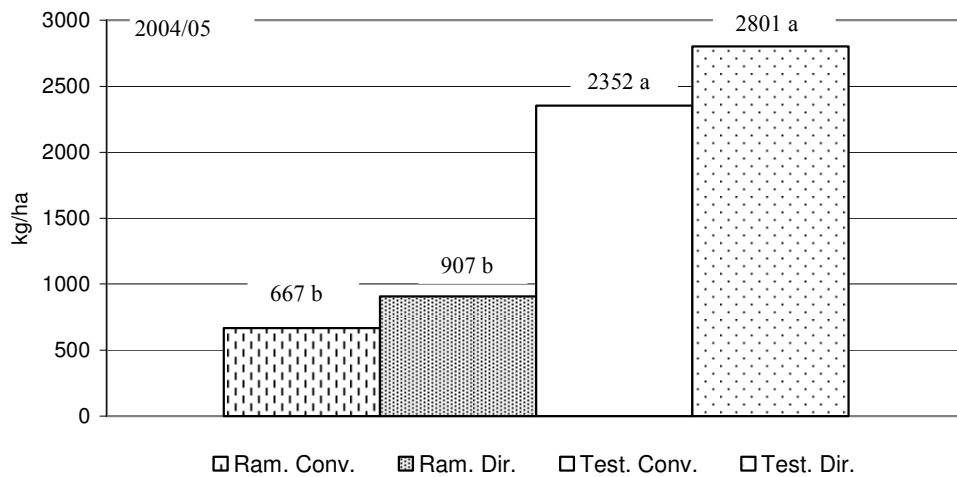


Figura 24- Produção do algodoeiro, em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , nos tratamentos inoculados com ramulose em semeadura convencional e direta e testemunhas em semeadura convencional e direta, para o ano de 2004/05. Piracicaba

Entre os dois sistemas de semeadura (convencional e direta) inoculados, não foram observadas diferenças significativas em relação à produtividade, porém, essa diferença chega a quase  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  ou  $20\text{@}/\text{ha}$ , sendo maior para o sistema de semeadura direta, sendo coerente com os dados de que sob semeadura convencional a doença foi mais severa do que sob semeadura direta, comprometendo a produção.

No ano agrícola 2005/06, como apresentado na Figura 25 houve diferença significativa em relação à produtividade nos tratamentos doentes X testemunhas, como no experimento de 2004/05, porém, entre SC e SD, não houve diferença, tanto inoculado como não inoculado.



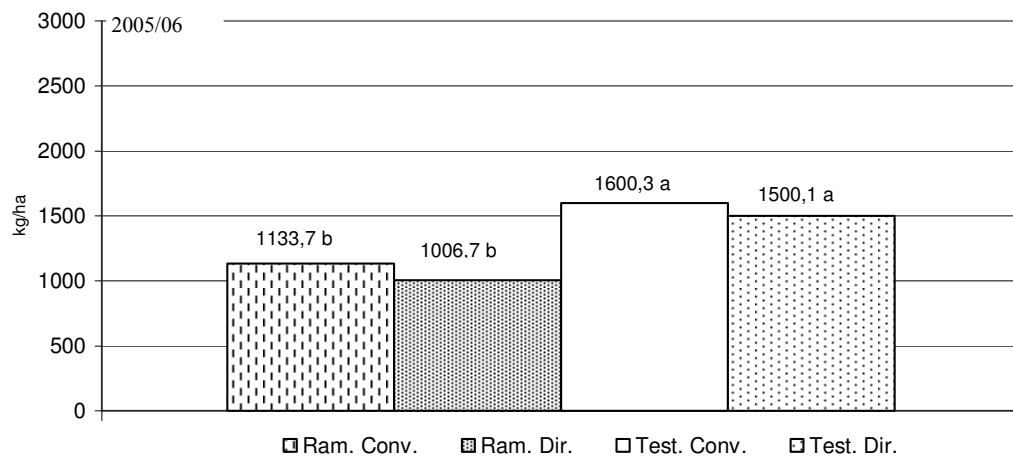


Figura 25 – Produção do algodoeiro, em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , nos tratamentos inoculados com ramulose em sementeira convencional e direta e testemunhas em sementeira convencional e direta, para o ano de 2004/05. Piracicaba

Tanto nos tratamentos inoculados como nos sadios a produtividade foi um pouco maior sob SC. A produtividade, para este ano foi muito inferior à do ano anterior, devido à um ataque generalizado do bicudo, reduzindo a produção para todos os tratamentos.

Ao confrontarmos estes dados de produtividade, com os obtidos pela análise de crescimento da cultura, podemos verificar que neste ano 2005/06, houve grande diferença entre o crescimento e desenvolvimento da cultura entre SC e SD, onde percebemos que foi o ano em que a cultura sob sementeira direta mais teve dificuldades para desenvolver-se, embora estas grandes diferenças no desenvolvimento das plantas não tenha afetado significativamente na produtividade ao considerarmos os dois sistemas de sementeira, onde a produção tanto para os tratamentos inoculados como para os não inoculados, esta foi  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  maior sob sistema de sementeira convencional.

#### 4.8 Radiação Global

Um outro dado que é pertinente de ser observado é o de radiação global pois a cultura do algodoeiro é muito sensível à radiação, sendo que períodos prolongados de chuvas, e conseqüentemente de céu encoberto por nuvens, podem causar queda acentuada de estruturas reprodutivas e alterações no desenvolvimento vegetativo.

Na Tabela 14 podemos observar os dados de radiação, entre os dois anos 2004/05 e 2005/06, para o mesmo período. Estes dados podem ajudar a esclarecer o motivo pelo qual a

produtividade para este ano foi bem mais baixa do que no ano anterior, mesmo sob semeadura convencional e cultura sadia.

Tabela 14 - Dados de Radiação global em MJ/m<sup>2</sup>, para o período de 01/dez/04 a 29/03/05 na área experimental. Piracicaba

Data	MJ/m <sup>2</sup>		Data	MJ/m <sup>2</sup>		Data	MJ/m <sup>2</sup>	
	Qg	2004/05		2005/06	Qg		2004/05	2005/06
1-Dez	26	9	10-Jan	24	23	19-Fev	22	12
2-Dez	27	11	11-Jan	13	20	20-Fev	22	12
3-Dez	13	23	12-Jan	13	19	21-Fev	26	14
4-Dez	19	13	13-Jan	20	21	22-Fev	26	18
5-Dez	56	9	14-Jan	22	24	23-Fev	26	19
6-Dez	24	18	15-Jan	28	19	24-Fev	22	12
7-Dez	13	24	16-Jan	20	26	25-Fev	16	18
8-Dez	22	24	17-Jan	13	25	26-Fev	16	22
9-Dez	52	18	18-Jan	13	20	27-Fev	15	19
10-Dez	28	16	19-Jan	10	17	28-Fev	16	19
11-Dez	14	17	20-Jan	12	24	29-Fev	24	21
12-Dez	22	15	21-Jan	15	26	1-Mar	23	18
13-Dez	32	20	22-Jan	14	24	2-Mar	12	20
14-Dez	28	21	23-Jan	18	21	3-Mar	13	17
15-Dez	27	19	24-Jan	25	22	4-Mar	19	16
16-Dez	24	15	25-Jan	22	23	5-Mar	22	18
17-Dez	14	12	26-Jan	12	11	6-Mar	22	16
18-Dez	21	15	27-Jan	13	11	7-Mar	22	22
19-Dez	14	19	28-Jan	6	11	8-Mar	18	21
20-Dez	18	16	29-Jan	8	12	9-Mar	18	12
21-Dez	57	21	30-Jan	10	14	10-Mar	20	19
22-Dez	16	22	31-Jan	21	22	11-Mar	17	21
23-Dez	21	22	1-Fev	26	25	12-Mar	14	21
24-Dez	12	12	2-Fev	25	23	13-Mar	14	21
25-Dez	27	23	3-Fev	24	23	14-Mar	11	15
26-Dez	17	24	4-Fev	26	22	15-Mar	9	20
27-Dez	13	22	5-Fev	20	17	16-Mar	14	19
28-Dez	24	22	6-Fev	21	20	17-Mar	13	21
29-Dez	25	23	7-Fev	25	21	18-Mar	21	17
30-Dez	27	16	8-Fev	27	13	19-Mar	22	18
31-Dez	24	13	9-Fev	26	15	20-Mar	9	19
1-Jan	21	9	10-Fev	27	8	21-Mar	7	10
2-Jan	31	15	11-Fev	24	6	22-Mar	14	12
3-Jan	24	13	12-Fev	24	9	23-Mar	12	10
4-Jan	31	11	13-Fev	27	17	24-Mar	15	12
5-Jan	17	10	14-Fev	20	18	25-Mar	11	15
6-Jan	23	16	15-Fev	21	13	26-Mar	20	19
7-Jan	27	20	16-Fev	23	12	27-Mar	21	14
8-Jan	55	19	17-Fev	21	11	28-Mar	20	9
9-Jan	25	24	18-Fev	21	14	29-Mar	22	8

Por esta tabela podemos observar que na maioria dos dias do referido período a quantidade de radiação por  $m^2$  na área foi superior para o ano de 2004/05, mostrando que em 2005/06, um ano com altas médias de precipitação pluvial, ocorreram muitos dias com baixa radiação, variável de extrema importância para a cultura do algodoeiro.

## 5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados e discutidos para as condições do presente estudo, foi possível concluir que:

- Sob sistemas de produção agrícola que utilizam palhada, há risco de infecção de plantas pelo *C. gossypii* var *cephalosporioides* pela permanência de fonte de inóculo nos restos de cultura do ano anterior;
- Embora temperatura e duração do período de molhamento sejam as variáveis mais relevantes no processo epidemiológico, principalmente em nível microclimático, não foi possível relacioná-las com o aumento da severidade da ramulose, e diferença entre a severidade desta ocorrida entre os dois sistemas de semeadura, se consideradas as variáveis isoladamente;
- O aumento da severidade da ramulose é decorrente de interações muito particulares para cada período, onde muitas variáveis estão envolvidas, ou seja, características intrínsecas ao patógeno, à fase de desenvolvimento da planta e as condições macro e microclimáticas;
- O Índice de Favorabilidade temperatura-molhamento teve uma boa correlação com o aumento da severidade e diferenças entre a severidade da ramulose entre os dois sistemas de semeadura;
- Pode ocorrer maior severidade da ramulose para sistemas de produção convencionais em maior proporção do que em sistemas com utilização de palhada em períodos onde os valores de IF-tm são mais altos, associados a períodos com chuvas e fase de maior suscetibilidade da cultura ao patógeno;
- Com Índices de Favorabilidade temperatura-molhamento menores que 0,500 não se observa aumento efetivo da severidade da ramulose em quaisquer sistema de semeadura, mesmo havendo outras condições propícias;
- O Sistema de semeadura utilizado não influenciou na produtividade da cultura;

## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. Controle da Ramulose tardia do algodoeiro. **O Biológico**, São Paulo, v. 27, n. 6, p.121-123, 1961.
- ABRAHÃO, J.; COSTA, A.S. Instruções para o reconhecimento da ramulose do algodoeiro. **O Biológico**, São Paulo, v.15, n.3, p.59-60. 1949.
- ADAMS, J. E. Influence of mulches on runoff, erosion and soil moisture depletion. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison., v.30, p.110-114, 1966.
- AGRIOS, G. N. Enviromental effects on disease development. In: AGRIOS, G. N. (Ed.) **Plant Pathology**. New York: Academic Press, 1997. p. 143-172.
- ALDERMAN, S.C.; BEURE, M.K. Influence of temperature and moisture on germination and germ tube elongation of *Cercospora arachidicola*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 76, p. 715-719, 1986.
- ALLEN, S. J.; BROWN, J. F.; KOCHMAN, J. K. Effect of temperature, dew period, and light on the growth and development of *Alternaria helianthi*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 73, p. 793-796, 1982.
- ARAÚJO, A. E. Doenças da cultura do algodoeiro no cerrado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO ALGODÃO,5; SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODÃO. **Palestras...** Cuiabá. 2000. p. 189-195.
- ARMY, T. J.; WIESE, A. F.; HANKS, R. J. Effect of tillage and chemical weed control practices on soil moisture losses during the fallow period. **Soil Science Society Proceedings**, Madison, v. 1, p. 410-413, 1961.
- ARNDT, C.H. Infection of Cotton seedlings by *Colletotrichum gossypii* as affected by temperature. **Phytopathology**, Saint Paul, v.34, p. 861-869, 1944.
- BASHI, E. ; ROTEM, J. Adaptation of four pathogens to semi-arid habitats as conditioned by penetration rate and germinating spore survival, **Phytopathology**, Saint Paul, v. 64, p. 1035-1039, 1974.
- BATSON JUNIOR. W. E.; CACERES, J. Evaluation of seedling disease control strategies for cotton planted in conventional and stale bed tillage systems. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, 2000, Orlando. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of América, 2000. 1 CD-ROM
- BEDENDO, I. P. Ambiente e doença. In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, A. **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 331-341.
- BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. Fitologia do algodão herbáceo In: BELTRÃO, N. E. M.; BARRETO, A. N.; SILVA, C. A. D. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 1999. cap.3, p. 55-86.
- BENOIT, G. R.; LINDSTROM, M. J. Interpreting tillage-residue management effects. **Journal of Soil and Water Conservation** Ankeny, v. 1, p. 87-90, 1987.
- BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996, 289p.

BROWN, E. A.; McCARTER, S. M. Effect of a seedling disease caused by *Rhizoctonia solani* on subsequent growth and yield of cotton. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 66, p.111-115, 1976.

BROWN, S.M.; WHITWELL, T.; TOUCHTON, J.T.; BURMESTER, C.H. Conservation tillage systems for cotton production. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.49, p.1256-1260, 1995.

BUTLER, D.R.; WADIA, K.D.R.; JADHAV, D.R. Effects of leaf wetness and temperature on late leaf-spot infection on groundnut. **Plant Pathology**, Saint Paul, Reading, v.43, p. 112-120, 1994.

CAPELLARI JUNIOR, L.; RODRIGUES, R.R.; SOUZA, V. C.; ROCHELLE, L.A. **Botânica sistemática**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Ciências Biológicas, 2002, 76p.

CARVALHO, L. P. O Gênero *Gossypium* e suas espécies cultivadas e silvestres In: BELTRÃO, N. E. M.; BARRETO, A. N.; SILVA, C. A. D. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 1999. cap.8, p. 232-251.

CARVALHO, L. P.; CAVARANTI, F. R.; LIMA, E. F.; SANTOS, E. O. Influência da Ramulose nas características de fibra e produção do algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.2, n.23, p.593-598, out. 1984.

CARVALHO, M.A.C.; ATAHYDE, M.L.F.; SORATTO, R.P.; ALVES, M.C; SÁ, M.E. Adubação verde e sistemas de manejo do solo na produtividade do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.12, p. 1205-1211, 2004.

CASTOR, L.L.; AYRES, J.E.; NELSON, R.R. Controlled environment studies of epidemiology of yellow leaf blight of corn. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, p. 85-90, 1977.

CHAKRABORTY, S.; BILLARD, L. Quantitative relationships between *Colletotrichum gloeosporioides* infection of *Stylosanthes scabra* and weather under field conditions. **Plant Pathology**, New York, Reading, v. 44, p. 63-72, 1995.

CHIAVEGATO, E. J. **Efeito do ambiente e de cultivares nos componentes da produção e nas características tecnológicas da fibra e do fio de algodão**. 1995. 115p. Tese (Doutorado na área de Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CHIAVEGATO, E.J. Importância potencial de doenças do algodoeiro nas regiões produtoras do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2001, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EMBRAPA Algodão, 2001. p. 215-218

CIA, E.; FUZATTO, M. G. Manejo de doenças na cultura do algodão. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafôs, 1999. p. 121-131.

CIA, E.; FUZATTO, M. G.; Doenças da cultura do algodoeiro no Brasil. In: Congresso Internacional do Agronegócio do algodão, I Seminário estadual da cultura do Algodão, 2000, Cuiabá. I Congresso Internacional do Agronegócio do algodão/V Seminário estadual da cultura do Algodão, Cuiabá: Fundação Mato Grosso, 2000. p.175-187.

CIA, E.; FUZATTO, M. G.; GRIDI-PAPP, I. L.; SOAVE, J.; CIONE, J. Avaliação da incidência de Ramulose do algodoeiro através de inoculação artificial. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 2., 1982, Salvador. **Resumos...** Salvador: Editora, 1982. p. 241.

CIA, E.; SALGADO, C. L. Doenças do Algodoeiro. In: \_\_\_\_ **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 1997. p. 33-48.

CIA, E.; SALGADO, C. L. Doenças do Algodoeiro. In: \_\_\_\_ **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 2005. p. 41-52.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 21 jan. 2008.

CORRÊA, J.C.; SHARMA, R.D. Produtividade do algodoeiro herbáceo em Plantio Direto no Cerrado com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.1, p.41-46, Jan 2004.

COSTA, A.S. Infestação de sementes de algodoeiro com *Colletotrichum gossypii* South. E *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. **Jornal de Agronomia**, Piracicaba, v.2, p. 265-272, 1939.

COSTA, A.S.; FRAGA Jr., C.G. Superbrotamento ou ramulose do algodoeiro. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1937. 15p. (**IAC. Boletim Técnico**, 29).

COYLER, P.D.; VERNON, P.R. Effect of tillage on cotton seedling diseases. In: BELTWISE COTTON CONFERENCE, 2000, Orlando. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of América, 2000.

CRUZ, B.P.B.; SILVEIRA, A.P.; ABRAHÃO, J.; SILVEIRA, S.G.P. Comportamento de variedades de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) com vistas aos fungos *Colletotrichum gossypii* South e *Rhizoctonia solani* Kuhn, causadores do estiolamento das sementeiras. **O Biológico**, São Paulo, v.36, p.221-228, 1970.

DALLA PRIA, M. **Quantificação de parâmetros monocíclicos de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e da mancha angular (*Phaesariopsis griseola*) do feijoeiro**. 1997. 82p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

FIORIN, J.E. Plantas recuperadoras de fertilidade do solo. In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO EM PLANTIO DIRETO: **Resumos de palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p.39-55.

FITT, B.D.L.; McCARTNEY, H.A.; WALKLATE, P.J. The role of rain in dispersal of pathogen inoculum. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 27, p. 241-270, 1989.

FOWLER, R.; ROCKSTROM, J. Conservation tillage for sustainable agriculture; Na agrarian revolution gathers momentum in Africa. **Soil and Tillage Research**, Texas v. 61, p. 93-107, 2001.

FREIRE, E.C.; FARIAS, F.J.C.; AGUIAR, P.; ARAUJO, A.E. Comportamento de novas cultivares e linhagens com relação à doenças no Centro-Oeste-safra 1998/99. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2., 1999, Ribeirão Preto, **Resumos...**Ribeirão Preto. p. 454-457.

FUZATTO, M.G.; CIA, E.; CHIAVEGATO, E.J.; PIZZINATO, M.A.; ERISMANN, N.M.; ZIMBACK, L. Variabilidade genética e potencial de seleção para resistência à ramulose em cultivares e linhagens avançadas de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2. 1999, Ribeirão Preto. **Resumos...**, Ribeirão Preto: EMBRAPA-Algodão, 1999. p. 473-475.

GASPAROTTO, L. **Epidemiologia do mal das folhas (*Microcyclus ulei* (P. Henn) v. Arx) da seringueira (*Hevea spp.*)**. 1988. 124 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

GASSEN, D.; GASSEN, F. **Plantio direto, o caminho do futuro**. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. cap. 1, p. 19-26: Teoria e princípios sobre plantio direto

GODOY, C.V. **Influência de variáveis climáticas no desenvolvimento da ferrugem polysora na cultura do milho**. 2000. 79p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

GRIDI-PAPP, I. L.; CIA, E.; FUZATTO, M. G. Ou cita todos ou tira o et. **Al. Manual do produtor de algodão**. São Paulo: BM & F, 1992. cap. 8, p.89-101: Doenças

GUPTA, S. C.; LARSON, W. E.; LINDEN, D. R. Tillage and surface residue effects on soil upper boundary temperatures. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, p.1212-1218, 1983.

GUPTA, S. C.; LARSON, W. E.; ALLMARAS, R.R. Predicting soil temperature and soil heat flux under different tillage-surface residue conditions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, n. 2, p. 223-232, 1984.

HAYMAN, D. S. The influence of temperature on the exudation of nutrients from cotton seeds and on preemergence damping-off by *Rhizoctonia solani*. **Canadian Journal of Botany**, Truro, v. 47, n. 3, p. 1663-1669, 1969.

HERNANI, L.C.; FABRICIO, A.C.; LAMAS, F.M.; ALVES JUNIOR, M. Culturas de cobertura, produtividade do algodoeiro a atributos físicos do solo em plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO,5., 2005, Salvador. **Anais....** Salvador, 2005. 1 CD-ROM

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C. **Manejo e conservação do solo**. Dourados: EMBRAPA, 1998. 267p.

HOLLIER, C.A.; KING, S.B. Effect of dew period and temperature on infection of seedling maize plants by *Puccinia polysora*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 69, p. 219-220, 1985.

HOSFORD, R. M.; LAREZ, C. R.; HAMMOND, J. J. Interaction of wet period and temperature on *Pyrenophora tritici-repentis* infection and development in wheats of differing resistance. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 77, n. 7, p. 1021-1027, 1987.

HUBER, L.; GILLESPIE, T.J. Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.30, p. 553-577, 1992.

IAMAMOTO, M.M., **Doenças do Algodoeiro-Interação Patógeno Hospedeiro**. Jaboticabal: Funep, 2007. 62p.

IMHOFF, M.W.; LEONARD, K.J.; MAIN, C.E. Analysis of disease progress curves, gradients and incidence severity relationships for field and phytotron bean rust epidemics. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 72, p. 72-80, 1982.

JACOME, L.H.; schuh, w. Effects of leaf wetness duration and temperature on development of Black Sigatoka disease on banana infected by *Mycosphaerella fijiensis* var. Difformis. **Phytopathology**, Saint Paul, v.82, n.5, p.515-520, 1992.



KAUFMAN, H. W.; WHEELER, T. A. Conservation tillage practices in Texas and their effects on seedling disease severity. In: BELT WIDE COTTON CONFERENCE, 1995, San Antonio. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1995. v.1, p. 204.

KIMATI, H. Doenças do algodoeiro. In: GALLI, F. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 1980. v. 2, p. 29-48.

KIRKEGAARD, J.A.; SO, H.B.; TROEDSON, R.J. Effect of compactation on the growth of pigeon pea on clay soils: III. Effect of soil type and water regime on plant response. **Soil and Tillage Research**, v.26, p. 163-178, 1993.

KLUTHCOUSKI, J. **Efeito do manejo de alguns atributos de um Latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas do milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de Plantio Direto**. 1998. 179p. Tese de (Doutorado na área de ) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

KUBIAK, D.M. **Influência da palhada de milho na ocorrência de ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* Costa) no algodoeiro**. 2003. 68p. Dissertação (Mestrado na área de Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

KUMAR, A.; SATYAVIR; NIWAS, R. Prediction of red rot *Colletotrichum falcatum* incidence in sugarcane under field conditions using climatic variables. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PHYTOPATHOLOGY, 7., 1998, Edinburgh. **Abstracts...** Edinburgh: Academic Press, 1998. p. 333-335

LENNÉ, J. M.; SONODA, R. M.; PARBERY, D. G. Production of conidia by setae of *Colletotrichum* species. **Mycologia**, v. 76, n. 2, p. 359-362, 1984.

LIMA, E.F.; CARVALHO, J.M.F.C.; CARVALHO, L.P. Sobrevivência de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, n.3, p. 247-248, 1988.

LIMA, E.F.; CARVALHO, J.M.F.C.; CARVALHO, L.P.; COSTA, J.N. transporte e transmissividade de *Colletotrichum gossypii*. South var. *cephalosporioides* A. S. Costa, através da semente do algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.10, p.99-109, 1985.

MACHADO, J. A. Efeito dos sistemas de cultivo reduzido e convencional na alteração de algumas propriedades físicas e químicas do solo. Santa Maria: UFSM, 1976 (Tese de Livre-Docência), 207p.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: MEC, FAEPE, ESAL, 1988. 107 p.

MALAGUTI, G. La escobilla del algodón en Venezuela. **Agronomia Tropical**, Caracas, v.5, n.2, p. 73-86, 1955.

MATHIESON, J.T.; MANGANO, V. Ramulose, a new cotton disease in Paraguai, caused by *Colletotrichum gossypii* var. *Cephalosporioides*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.11, jan-jun, p. 115-118, 1985.

MEDEIROS, G. B. O algodoeiro em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., Goiânia, 2003. **Minicurso plantio direto em algodão**. Goiânia: 2003. p. 1-14.

MEDEIROS, G.B. Importância da rotação de culturas para o cultivo do algodoeiro em Sistema de Plantio Direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Resumos...** Campina Grande: EMBRAPA, CNPA, 2005. 1 CD-ROM

METHA, Y.R.; PAES, W.A.; FREIRE, E.C. Reação de algumas cultivares do algodoeiro à *Colletotrichum gossypii* var *cephalosporioides*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2001., p. 584-586.

MENDES, B.M.J. **Influência de parâmetros de clima e do hospedeiro no desenvolvimento da ferrugem do feijoeiro (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth.)**. 1987. 102 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

MENEZES, L.A.S. **Alterações de propriedades químicas do solo em função da fitomassa de plantas de cobertura** 2002. 73p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Goiânia, Goiânia, 2002.

MENTEN, J. O. M. Importância da semente na transmissão de patógenos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., **Resumos...**, Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 27-40.

MIYASAKA, S. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no estado de São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill., 1983. 138p

MIYASAWA, M. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.3, p.411-416, 1993.

MONROE, J.S.; SANTINI, J.B.; LATIN, R. A model defining the relationship between temperature and leaf wetness duration, and infection of watermelon by *Colletotrichum orbiculare*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 81, n.7, p. 739-742, 1997.

MONTEIRO, J. E. B. A. **Microclima e ocorrência de Ramulose no algodoeiro em diferentes densidades populacionais**. 2002. 99p. Dissertação (Mestrado na área de Agrometeorologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MONTEIRO, J.E.B.A. **Índice de favorabilidade agrometeorológica da ramulose (*Colletotrichum gossypii* pv. *Cephalosporioides*) e da mancha angular (*Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*) do algodoeiro**. P2007. 109p. Tese (Doutorado em Física do ambiente agrícola) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MONTEIRO, J.E.B.A.; SENTELHAS, P.C.; CHIAVEGATO, E.J. Microclima da cultura do algodoeiro em três densidades populacionais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 257-264, 2004.

MONTEIRO, J.E.B.A.; SENTELHAS, P.C.; CHIAVEGATO, E.J.; SILVA, A.V.; KUBIAK, D.M. Índice de favorabilidade agrometeorológica de doenças aplicado à Ramulose do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005. Campinas . **Resumos...** Campinas, 2005. p. 1 CD-ROM

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p. 95-102, 1983.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: The Macmillan, 1979. 839p.

NICHOLSON, R.L.; MORAES, R.C. Survival of *Colletotrichum graminicola*: importance of the spore matrix. **Phitopathology**, Saint Paul, v. 70, p. 255-261. 1980.

- OOSTERHUIS, H. J. W. Growth and development of cotton plant In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; PAIVA, F.A.; ASMUS, G.L.; ARAÚJO, A.E. Doenças In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados, 1999. p. 245-272.
- PEDRO JUNIOR, M. J. Aspectos microclimáticos e epidemiologia. In: CURSO PRÁTICO INTERNACIONAL DE AGROMETEOROLOGIA PARA OTIMIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO, 3., Campinas, 1989. **Resumos...** Campinas: Instituto Agrônomo, 1989. 13p.
- PEDRO JR, M.J.; PEZZOPANE, J.E.M.; ALFONSI, R.R.; MARTINS, F.P. Duração do período de molhamento em videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 1991, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: UFV; SBA, 1991. p. 151-153.
- PEREIRA, A. R., ANGELOCCI, L. R., SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia, fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- PETTIGREW, W.T.; JONES, M.A. Cotton growth under no-till production in the lower Mississippi river valley Alluvial flood plain. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 1398-1404, 2001.
- PIZZINATTO, M. A.; CIA, E.; FUZATTO, M. G. Relação entre a severidade de Ramulose do algodoeiro em condições de campo e a presença de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* nas sementes produzidas. **Fitopatologia Brasileira**. Fortaleza, v.19, n.1, p. 50-54, 1994
- POLITOWSKI, K.; BROWNING, J.A. Effect of temperature light and dew duration on relative numbers of infection structures of *Puccinia coronata* avenae. **Phitopathology**, Saint Paul, v. 65, p. 1400-1404, 1975.
- ROTEM, J. Climatic and weather influences on epidemics. In: HORSFAL, J. G.; COWLING, E. B. (Ed.) **Plant disease**. An advanced treatise. New York: Academic Press, 1978. v. 2, p. 317-334.
- ROTEM, J. Techniques of controlled condition experiments. In: KRANZ J.; ROTEM J. (Ed.). **Experimental techniques on plant disease epidemiology**. Berlin: Springer-Verlag, 1988. p. 279-289.
- ROTEM, J.; PALTI, J. Irrigation and plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 7, p. 267-288, 1969.
- SÁ, J.C. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro, Fundação ABC, 1993. 96p.
- SANCHEZ, P.A.; BANDY, D.E.; FILLACHICA, J.H.; NICHOLAIDES, J.J. Amazon basin soils: management for continous crop production. **Science**, Washington, n. 216, p. 821-824, 1982
- SANTOS, G. R. **Progresso da Ramulose do algodoeiro e transmissão de *Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa pelas sementes**. Viçosa, 1993. 53p. Dissertação (Mestrado na área de Patologia de Sementes) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- SANTOS, G. R.; ZAMBOLIM, L.; BATISTA, U. G. Transmissão de *Colletotrichum Gossypii* var. *cephalosporioides* por sementes do algodoeiro em função do período de inoculação das plantas. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v. 19, n. 3, p. 177-180, 1993.
- SANTOS, G. R.; ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO, F. X.; MAFFIA, L. A.; VIEIRA, J. M. Progresso e gradiente da Ramulose do algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**. Fortaleza, v.19, n. 3, p. 390-393. 1994.

SANTOS, V. Evolução do Sistema de plantio direto de algodão no oeste da Bahia. Em busca de sustentabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005. Salvador. **Anais...** 1 a 5 de Setembro de 2005 Salvador: EMBRAPA Algodão., 2005. 1 CD-ROM.

SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1999. p. 35-56.

SARRANTONIO, M.; GALLANDT, E. The role of cover crops in North American Cropping Systems. In: SHRESTHA, A. (Ed.). **Cropping systems-** Trends and advances. New York: 2003, chap. 4, p.53-74.

SENTELHAS, P.C.; MONTEIRO, J.E.B.A.; GILLESPIE, T.J. Electronic leaf wetness duration sensor: Why it should be painted. **International Journal of Biometeoroly**, Berlin, v.48, p. 2002-205, 2004.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p. 249-254, 1985.

SILVEIRA, A.P. **Fungos e Bactérias**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa. Cultura e adubação do Algodoeiro., 1965. p.417-419.

SOUZA, C.M. **Efeito do uso contínuo de grade pesada sobre algumas características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, e sobre o desenvolvimento das plantas e absorção de nutrientes pela cultura da soja**. 1988. 105p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

SOUZA, J.G.; BELTRAO, N.E.M. Fisiologia. In: BELTRÃO, N. E. M.; BARRETO, A. N.; ,SILVA, C. A. D. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 1999. cap.4, p. 87-116.

SUASSUNA, N.D. Doenças emergentes na cultura do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO,5., 2005, Salvador. **Anais....** Salvador, 2005. 1 CD-ROM

SUMNER, D. R.; DOWLER, C. C.; JOHNSON, A.W.; BAKER, S. H. Conservation tillage and seedling diseases in cotton and soybean double-cropped with triticale. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 79, p.372-375, 1995.

SUTTON, J. C.; GILLESPIE, T. J.; HILDEBRAND, P. D. Monitoring weather factors in relation to plant disease. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 68, n. 1, p. 78-84, 1984.

TAKIZAWA, E.K.; GUERRA, J. Tecnologia de manejo do algodoeiro nos Cerrados. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODÃO, 4.; ENCONTRO ALGODÃO MATO GROSSO 2000, 1., 1998, Cuiabá. **Anais...** Rondonópolis: Fundação MT, 1998. p. 61-66.

TANAKA, M.A.S. **Patogenicidade e transmissão por sementes do agente causal da ramulose do algodoeiro**. 1990. 111p. Tese (Doutorado - Área de Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

TANAKA, M.A.S.; MARIANNO, M.I.A.; MENTEN, J.O.M. Inoculação artificial de sementes de algodão com *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* e infecção das sementes em função do tempo de exposição ao patógeno. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.15, n. ¾, p.232-237, 1989.

- TEIXEIRA, I.R. Variação dos valores de pH e dos teores de carbono orgânico, cobre, manganês, zinco e ferro em profundidade em Argissolo Vermelho-amarelo, sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Bragantia**, Piracicaba, v.62, p. 119-126, 2003.
- TONDOLO FILHO, R.J.; LEANDRO, W.M.; CORRECHEL, V. OLIVEIRA JUNIOR, J.P. FERREIRA, A.C.B. ; MELO, A.V. Longevidade da palhada de espécies (consoiciadas e isoladas) com potencial de utilização em Sistema de palntio direto do algodoeiro em Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO,5, 2005,Salvador. **Anais...** Salvador, 2005. CD
- VALE, F.X.R.; ZAMBOLIN, L.; COSTA, L.C.; LIBERATO, J.R.; DIAS, A.P.S. Influência do clima no desenvolvimento de doenças de plantas. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIN, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perfil, 2004. p.48-87
- VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Impr. Univ., 1991. p.395-399.
- VON ARX, J.A. Die Arten der gattung *Colletotrichum*. **Phitopathology**, Saint Paul, v.29, p.413-468, 1957.
- VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. R.; FRAGA, A. C.; MACHADO, J. C. Avaliação de fontes de resisitência à Ramulose causada por *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. **Ciência e Agrotecnologia**.Lavras, v. 21, n.3, p.253-259, jul./set., 1997.
- WALLER, J.M. *Colletotrichum* diseases of perinnial and other cash crops, In: BARLEY, J.A.; JEGER, M>J> (Ed.). **Colletotrichum: Biology, pathology and control**. London: CAB International, 1992. chap. 8, p. 167-185.
- WANG, H.; DAVIS, R. M. Susceptibility of selected cotton cultivars to seedling disease pathogens and benefits of chemical seed treatments. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 81, n. 9, p.1085-1088, Mar. 1997.
- WANG, J.; HESKETH, J.D.; WOOLLEY, J.T. Preexisting channels and soybean rooting patterns. **Soil science**, New Brunswick v. 141, p. 432-437, 1986
- WUTKE, E.B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E.B.; BULISANE, E.A.; MASCARENHAS, H.A.A.(coord.). **Curso sobre adubação verde do Instituto agrônômico**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1993. p.17-29. (Documentos, 35).
- YAMAOKA, R. **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1991. 241p. (Circular Técnica, 23).
- YARWOOD, C. E. Humidity requeriments of foliage pathogens. **Plant Disease Reporter**, Maryland v.58, n. 2, p. 133-135, 1956.
- YOUNG, J. Conservation tillage practices in Louisiana. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE, Orlando, 1995. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1995. 1v
- ZADOCKS, J.C.; SCHEIN, R.D. **Epidemiology and plant disease management**. Oxford: Oxford University Press, 1979. 427 p.
- ZAHLER, P.M.; MOTA, F.S.; AGENDES, M.O.O. **Previsão agrometeorológica no controle de doenças e pragas**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1991. 54p.
- ZANÃO JUNIOR, L.A.; LANA, R.M.Q.; GUIMARÃES, E.C. Variabilidade espacial do pH, teores de matéria orgânica e micronutrientes em profundidades de amostragem num Latossolo Vermelho sob sementeira direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.1000-1007, 2007.

ZANDONADI, B. Algodão no Plantio “ Semi Direto” no Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO,5., 2005,Salvador. **Anais...** Salvador, 2005. 1 CD-ROM.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)