

**WALÉRIA GUERREIRO LIMA**

**CONTROLE ALTERNATIVO DA RAMULOSE DO ALGODOEIRO VIA UTILIZAÇÃO  
DE ÓLEOS ESSENCIAIS**

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

**RECIFE – PE  
FEVEREIRO – 2007**

**CONTROLE ALTERNATIVO DA RAMULOSE DO ALGODOEIRO VIA UTILIZAÇÃO  
DE ÓLEOS ESSENCIAIS**

**WALÉRIA GUERREIRO LIMA**

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:**

**Prof. Dr. Péricles de Albuquerque Melo Filho**

**Prof. Dra. Cláudia Ulisses de Carvalho Silva**

**Prof. Dr. Gilvan Pio-Ribeiro**

**RECIFE  
FEVEREIRO – 2007**

**CONTROLE ALTERNATIVO DA RAMULOSE DO ALGODOEIRO VIA UTILIZAÇÃO  
DE ÓLEOS ESSENCIAIS**

**WALÉRIA GUERREIRO LIMA**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 27 de fevereiro de 2007

**ORIENTADOR:**

---

Prof. Dr. Péricles de Albuquerque Melo Filho (UFRPE)

**EXAMINADORES:**

---

Dra. Roseane Cavalcanti dos Santos (Embrapa Algodão)

---

Prof. Dr. Marcos Paz Saraiva Câmara (UFRPE)

---

Prof. Dr. Cláudio Augusto Gomes da Câmara (UFRPE)

**RECIFE – PE  
FEVEREIRO – 2007**

## DEDICATÓRIA

*A Deus pela saúde, oportunidade e força de vontade concedidas.*

*À minha avó Aurora e ao meu pai José, pelo carinho, incentivo e dedicação que me permitiram chegar até aqui.*

*À minha mãe Clêufes in memoriam pelo exemplo deixado.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por possibilitarem a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Péricles de Albuquerque Melo Filho pelos ensinamentos, estímulos dados e amizade.

Ao professor Dr. Sami Jorge Michereff pelo seu exemplo de profissionalismo, incentivos e amizade.

Aos professores Dr. Gilvan Pio-Ribeiro, Dr. Marcos Paz Saraiva Câmara, Dr. Cláudio Augusto Gomes da Câmara, Dra. Cláudia Ulisses de Carvalho Silva, Dr. Delson Laranjeira e à Dra. Roseane Cavalcanti dos Santos pelos ensinamentos, colaborações, incentivos e amizade.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia pelos conhecimentos transmitidos.

Às amigas Michelle Jardelina de Oliveira, Jeane Émile de Medeiros, Maria Zilderlânia Alves e Elizabeth Amélia Duarte pelo companheirismo, momentos de descontração e laços de eterna amizade.

Ao amigo Adriano Márcio da Silva pela colaboração profissional e amizade.

A todos os demais colegas do curso de Pós-Graduação em Fitopatologia pelo companheirismo.

Aos estagiários Diego Xavier e Meyre Lima pela colaboração e amizade.

Aos funcionários da Área de Fitossanidade Darci Martins e Luiz Coelho pela colaboração.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho pela ajuda e compreensão.

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>CAPÍTULO I – Revisão de Literatura</b> .....	16
Referências Bibliográficas.....	33
<b>CAPÍTULO II – Controle de <i>Colletotrichum gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i> com óleos vegetais</b> .....	45
Resumo.....	45
Abstract.....	46
Introdução.....	47
Material e Métodos.....	49
Resultado e Discussão.....	51
Agradecimentos.....	55
Referências Bibliográficas.....	56
<b>CAPÍTULO III – Uso do óleo de citronela no controle da ramulose do algodoeiro</b> .....	65
Resumo.....	65
Abstract.....	66
Introdução.....	67
Material e Métodos.....	69
Resultados e Discussão.....	71
Agradecimentos.....	75
Referências Bibliográficas.....	76
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	87

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabela 1. Importância potencial de doenças do algodoeiro em Estados produtores da região meridional do Brasil em 1999.....	20
--	----

### CAPÍTULO II

Tabela 1. Doses letais que provocam inibição do crescimento micelial e da germinação e impedem a esporulação de <i>C. gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i> sob diferentes óleos essenciais .....	62
--	----

Tabela 2. Equações de regressão e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) estimados para o percentual de inibição de crescimento micelial (PIC), germinação (PIG) e formação de apressório (PIFA) de <i>Colletotrichum gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i> considerando o efeito das diferentes dosagens dos óleos essenciais após sete dias de crescimento.....	63
--	----

### CAPÍTULO III

Tabela 1. Componentes epidemiológicos avaliados no tratamento curativo da ramulose com óleo de citronenela.....	81
---	----

Tabela 2: Correlação entre os componentes epidemiológicos da ramulose do algodoeiro em relação ao efeito dos tratamentos curativo com óleo de citronela	82
Tabela 3. Componentes epidemiológicos avaliados no tratamento preventivo da ramulose com óleo de citronela.....	83
Tabela 4: Correlação entre os componentes epidemiológicos da ramulose do algodoeiro em relação ao efeito do tratamento preventivo com óleo de citronela.....	84
Tabela 5. Efeito dos tratamentos curativo e preventivo do óleo de citronela e do fungicida Cercobin na quantidade de botões florais das plantas de algodão submetidas aos mesmos.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

Figura 1. Efeito das concentrações dos óleos essenciais no crescimento micelial de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*..... 60

Figura 2 Percentual de inibição de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* sob diferentes concentrações de óleos essenciais. A. Crescimento micelial; B. Germinação; C Formação de apressórios..... 61

### CAPITULO III

Figura 1. Sintomatologia da doença apresentada pelas plantas de algodão a partir do terceiro dia após a inoculação com *C. gossypii* var. *cephalosporioides*. 80

## RESUMO

*Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa é o agente causal de uma das mais importantes doenças do algodoeiro. Caracteriza-se pelo surgimento de manchas necróticas nas folhas e pecíolos, com predominância nas folhas mais jovens. Ao longo do tempo, também são observados encurtamento dos internódios, morte do broto apical e superbrotamento. A principal via de disseminação do fungo é a semente, podendo ser veiculado externamente, na forma de conídios, ou internamente, na forma de micélio dormente. O controle do patógeno tem sido feito através do uso de sementes saudáveis, cultivares resistentes e controle químico. Entretanto, em função da ineficácia desses métodos de controle e dos malefícios provocados pelo uso dos pesticidas na natureza, a exploração da atividade biológica de compostos secundários, presentes no extrato bruto ou óleos essenciais de plantas, pode constituir uma forma efetiva de controle de doenças em plantas cultivadas. Testes preliminares para avaliar o efeito fungistático e fungicida desses produtos são imprescindíveis para descobertas de novas alternativas de controle. Foram avaliados os efeitos de diferentes dosagens (0, 500, 1000, 1500, 2000 e 2500 ppm) dos óleos essenciais extraídos de folhas de kenaf (*Hibiscus cannabinus*), citronela (*Cymbopogon nardus*), eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), *Piper marginatum*, acerola (*Malpighia glabra*), e lípia (*Lippia gracilllis*) na inibição do crescimento micelial, germinação dos conídios e formação do apressório de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*. Os óleos de piper, lípia e citronela foram os que apresentaram maior efeito na inibição do crescimento do fungo que o de acerola. Os óleos de eucalipto e acerola tiveram comportamento intermediário e semelhantes de inibição de crescimento, apesar do óleo de eucalipto ter apresentado um melhor controle do fungo. Em relação à germinação dos conídios e formação de apressórios, os óleos de citronela, lípia e eucalipto ocasionaram um significativo controle do fungo. Verificou-se

que, para a inibição do crescimento micelial, o óleo de piper foi o que apresentou a menor  $DL_{50}$ , seguido pelo óleo de lípia. Para a formação de apressórios, verificou-se que os valores das  $DL_{50}$  dos óleos de citronela, eucalipto foram os menores em relação aos outros óleos. O óleo de kenaf não apresentou nenhum efeito no crescimento micelial, germinação dos conídios e formação de apressórios. Em um segundo experimento, objetivou-se avaliar o efeito curativo e preventivo do óleo de citronela para controle da ramulose do algodoeiro com base em componentes epidemiológicos, contribuindo assim para redução dos níveis de poluição ambiental decorrentes do uso de agrotóxicos. No que diz respeito à Área Abaixo da Curva de Progresso das Doença (AACPD) e Taxa de Progresso da Doença (TPD), houve diferença significativa quando comparada ao tratamento testemunha. Entretanto, ao avaliar os parâmetros índice de Doença Final (IDF) sob o efeito do tratamento curativo, observa-se que o mesmo não diferiu significativamente da testemunha. Ao analisar as variáveis AACPD, IDF, PI e TPD, observou-se que os tratamentos preventivo do óleo de citronela e fungicida diferiram significativamente da testemunha, verificando assim, que o óleo de citronela apresentou um ótimo efeito preventivo da ramulose do algodoeiro sob condições de casa de vegetação.

## ABSTRACT

*Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa is the causal agent of one of the most important cotton diseases, the ramulosis. The disease is characterized by necrotic lesions on leaves and petioles mainly on young leaves. As the disease progresses, shortening of the internódios, apical death and overbudding are also observed. The main way of fungal dissemination is through the seeds, but also able to be externally propagated, in the form of conidia, or internally, by dormant mycelia. The pathogen control has been achieved through the use of healthy seeds, use of resistant cultivars and chemical control. However, some of these control practices not only of limited efficiency, but also cause unwanted side in natural environments. The use of the biological activity of secondary compounds obtained from plant crude extracts and their essential oils can be an effective way to control plant diseases. Preliminary tests to evaluate the fungistatic and fungicidal effect of these products are essential for revealing new alternatives of control. The effect of different oil dosages (0, 500, 1000, 1500, 2000 and 2500 ppm) prepared from leaves of *Hibiscus cannabinus*, *Cymbopogus nardus*, *Eucalyptus citriodora*, *Pipiper marginatum*, *Malpighia glabra*, and *Lippia gracillis* were evaluated in the inhibition of *C. gossypii* var. *cephalosporioides* mycelia growth, conidia germination, and apressorium formation. The oils of *Pipiper marginatum*, *Lippia gracillis* and *Cymbopogus nardus* presented the greatest mycelia growth inhibition effects. The oils of citronela, lípia, and eucalipto showed significant control when conidial germination and apressorium formation were analyzed. When the mycelia growth inhibition was evaluated, piper oil presented lower DL50, followed by the lípia oil. The best results in the inhibition of apressorium formation were presented by citronela and eucalipto with lower DL50 in relation to other oils. The kenaf oil did not

present any effect on the micelial growth, conidial germination and apressorium formation. In a second experiment it was evaluated the curative and preventive effect of citronela oil on the control of the cotton ramulosis based on epidemiological components. The Area Below the Curve of Disease Progress and Rate of Disease Progress, showed significant differences when compared with the control treatment. However, the parameter Index of Disease Final in the curative treatment did not differ significantly from control treatment. When the variables Area Below the Curve of Disease Progress, Index of Disease Final, and Rate of Disease Progress were analyzed, it was observed that the preventive treatments that used citronela oil and fungicide differed significantly from the control, showing that citronela oil had an excellent preventive effect on the cotton ramulosis under greenhouse conditions.

## *INTRODUÇÃO*

---

---

## INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro tem se comportado, dentre as grandes culturas, como uma das mais importantes no cenário agrícola brasileiro. Nos últimos anos têm ocorrido modificações em relação às principais regiões de cultivo como também, no nível de tecnologia de produção empregado (DEUBER, 1999). As áreas produtoras, antes concentradas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, com sistemas menos tecnificados, hoje ocupam o Centro-Oeste, resultando na retomada do crescimento da cultura. Tal mudança resultou ainda em uma profunda mudança nos paradigmas básicos da cultura, na medida em que reformulou completamente a escala e o sistema de produção e seu processo administrativo e favoreceu o aparecimento de doenças até então inexpressivas. (CARVALHO, 1999).

Diante desses fatores, a cultura algodoeira tem alcançado altas produtividades, êxito no mercado interno e teve expressiva projeção nas exportações, o que levou os grandes produtores a entenderem que o mercado de algodão tem agora um novo perfil, exigente em qualidade, com políticas governamentais e mercados específicos, o que justifica a necessidade da utilização de novas técnicas que possibilitem a melhoria da qualidade do produto, permitindo aumento de produção e produtividade (CIA e SALGADO, 1997).

Embora o consumo de algodão seja crescente nos últimos anos, a cotonicultura brasileira dificuldades de acesso a mercados internacionais, com enorme aparato de subsídios e barreiras comerciais (FNP, 2002). Além disso, os cotonicultores enfrentam também problemas de ordem fitossanitária, como a ocorrência de ramulária e ramulose, até então inexpressivas ou mesmo inexistentes nas novas áreas produtoras (CHIAVEGATO, 1995; COSTA e ANDRADE, 1999).

As doenças constituem uma das causas de grandes perdas na cultura do algodoeiro em todas as regiões produtoras. Na região do Cerrado, onde as condições ambientais são amplamente favoráveis ao desenvolvimento dos principais patógenos que afetam a cultura, tem

sido constatada alta incidência de doenças, inclusive daquelas consideradas, até então, de pouca importância nas regiões tradicionalmente produtoras (CIA et. al., 2001).

Há diversos relatos na literatura sobre patógenos associados à cultura do algodoeiro, entre os quais, 90% são fungos, além de 16 estirpes de vírus, dois micoplasmas, 10 nematóides e uma bactéria (CIA e SALGADO, 1997). No Brasil, as doenças fúngicas mais importantes são: a ramulose, causado por *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* e o falso oídio ou mancha de ramulária, causada por *Ramularia areola* (COSTA, 1941; CIA e SALGADO, 1997).

A incidência da ramulose continua aumentando ao longo dos anos. As principais causas para o agravamento deste problema são: a diminuição do nível de resistência das variedades mais utilizadas e também, o uso de sementes de baixa qualidade, muitas vezes infectadas pelo fungo (CHIAVEGATO, 1995).

O controle químico é apresentado como alternativa para garantir o desenvolvimento da cultura, uma vez que grande parte das cultivares de algodão utilizadas não possui resistência genética a estas doenças. Entretanto, este tipo de controle, massivamente utilizado pelos cotonicultores, muitas vezes é realizado sem critério e informações técnicas suficientes e, sem a análise da relação custo/benefício dos tratamentos utilizados (PAIVA et al., 2001).

No entanto, nos últimos anos, a retomada dos conceitos de saúde, buscando uma vida mais saudável aliada à preocupação correta e crescente para com o meio ambiente, reativou a agricultura ecologicamente correta, evitando-se ao máximo o uso de produtos químicos sintéticos. Iniciou-se então, uma nova era na agricultura, onde os agricultores buscam aplicar tecnologias que visam não somente a maior produtividade, mas também, melhor qualidade do produto e conservação do meio ambiente (BIRD et. al., 1990).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de óleos vegetais para controle da ramulose do algodoeiro e ainda, contribuir para redução dos níveis de poluição ambiental decorrentes do uso de agrotóxicos

*CAPÍTULO I*

---

---

*REVISÃO DE LITERATURA*

## REVISÃO DE LITERATURA

O algodoeiro *Gossypium hirsutum* L. *R. latifolium* Hutch. faz parte da família Malvaceae contribuindo com 90% da fibra natural produzida em todo o mundo. O gênero agrega mais cinquenta e uma espécies e além dessa, apenas três são cultivadas e economicamente: *G. barbadense* L., *G. herbaceum* L. e *G. arboreum* L. (CARVALHO, 1999).

O algodão está entre as fibras vegetais mais utilizada pelo homem. Como possui poucas exigências em relação a tipo de solo e clima, esta malvácea pode ser produzida, praticamente em todos os continentes, constituindo um dos produtos de maior importância econômica do grupo das fibras e tanto pelo volume, quanto pelo valor da produção. Possui, além disso, grande importância social, devido ao número de empregos gerados direta e indiretamente (RICHETTI e MELO FILHO, 2001).

Suas sementes são ricas em óleo (18 a 25%) contendo cerca de 20 a 25% de proteína bruta. O óleo extraído da mesma é utilizado na alimentação humana e na fabricação de margarina e sabão. Aproveita-se, também, a torta, subproduto da extração do óleo é utilizada na alimentação animal devido possuir alto valor protéico com 40 a 45% de proteínas. E por último aproveita-se ainda, o tegumento, o qual é usado para fabricar certos tipos de plásticos e de borracha sintética (BELTRÃO, 2003; RICHETTI e MELO FILHO, 2001). Também são utilizados vários outros subprodutos do algodoeiro, sendo os mais importantes, o farelo, o caroço e as cascas do caroço do algodão, além da torta, na alimentação animal (BELTRÃO, 1998).

Medeiros (2003) relata que quando os europeus chegaram ao Brasil, os índios já cultivavam esta malvácea, transformando fios em tecidos, e utilizando seu caroço para alimentação e fins medicinais. No século XI, seu cultivo se espalhou pelos Estados da

Bahia, Pernambuco e Maranhão no século XVIII, e mais adiante, se expandindo pelo Nordeste, que se tornou grande região produtora do Brasil (BELTRÃO e SOUZA, 2001). Os mesmos autores afirmam que o eixo da cultura esteve sempre em deslocamento, chegando ao Sul do Brasil, nos Estados do Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Bahia.

Segundo o IBGE (2006), a cultura do algodoeiro é uma das mais importantes do Brasil. Só ano de 2004, a área plantada atingiu 1,159 milhão ha, com produção de 3.798 milhões toneladas de algodão em caroço. A produtividade no Brasil se comporta como uma das maiores do mundo para condições de sequeiro, alcançando índices acima de 1000 kg fibra/ha, sendo que apenas Grécia, China, Israel, Síria, Turquia, Espanha e Austrália produzem acima desse valor, ressaltando que mais de oitenta países cultivam essa fibra. Vale ressaltar que todos os demais países utilizam sistema irrigado, tendo portanto, custo de produção superior aos praticados na região Centro-Oeste do Brasil (BELTRÃO, 1998; BELTRÃO, 2003).

As regiões Centro-Oeste e Nordeste ocupam, atualmente, o lugar de principais regiões produtoras. Por ordem de classificação, os principais estados são: Mato Grosso (1.884.000 t de algodão em caroço, com produtividade de 4.011 kg/ha), Bahia, Goiás, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Segundo o IBGE (2006), Pernambuco ocupa a 15<sup>a</sup> colocação nacional na produção de algodão em caroço, alcançando 2.035 t de algodão herbáceo em caroço, com produtividade média de 618 kg/ha.

A partir da década de oitenta, o cultivo do algodão entrou em crise, inicialmente devido ao impacto do bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman) nos sistemas de produção dos pequenos produtores do Nordeste, e em seguida sendo a principal causa, pela retirada dos subsídios agrícolas por parte do governo e os baixos preços do produto. Essa crise durou aproximadamente dez anos. (BELTRÃO, 1998; BELTRÃO, 2003).

O algodoeiro herbáceo é um dos fitossistemas de maior complexidade que a natureza criou, tendo hábito de crescimento indeterminado (OOSTERHUIS, 1999), apresentando pelo menos dois tipos de ramificação (monopodiais e simpodiais), dois tipos de folhas verdadeiras (dos ramos e dos frutos) e pelo menos duas gemas (axilar e extra-axilar) situadas na base de cada folha (MAUNEY, 1984). Estas características, em conjunto com outros apanágios morfológicos e fisiológicos, conferem a esta planta uma elevada plasticidade fenotípica, ajustando-se aos mais diversos ambientes de clima e solo, sendo cultivado em cerca de 33 milhões de hectares, em áreas de latitude entre 40° N e 30° S e com mais de 50% da área plantada sob irrigação (AMORIN NETO e BELTRÃO, 1999; BELTRÃO e SOUZA, 2001). A planta apresenta metabolismo fotossintético C<sub>3</sub>, tendo elevadas taxas de fotorrespiração, apesar de ser heliófila, não se saturando em condições de campo, mesmo com o máximo de radiação solar de cerca de 1000 W.m<sup>-2</sup> ou 2000 μE.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>, tendo estrutura do dossel plano foliar, com elevadíssimo coeficiente de extinção de luz (BAKER et. al., 1972; BENEDICT, 1984). A taxa de crescimento da cultura (TCC) do algodoeiro herbáceo é baixa, variando em torno de 15 g.m<sup>-2</sup>. dia<sup>-1</sup>, tendo elevado consumo de água para produção de fitomassa, média de 646 g de água por grama de fitomassa. Pode chegar a uma produtividade potencial de 16.500 Kg.ha<sup>-1</sup> de algodão em caroço, ou 300 frutos.m<sup>-2</sup>, caso não houvesse a queda das estruturas de reprodução ou “shedding” (HEARN, 1973). Para o cultivo do algodoeiro, o estabelecimento da melhor época de sementeira em conformidade com o zoneamento agroecológico é de extrema importância, em razão da sensibilidade que a espécie possui frente à variação das condições ambientais (LAZZAROTTO et. al., 2001; CHIAVEGATO, 1995). Por isso, a sementeira é aconselhável em regiões ou épocas em que as temperaturas permaneçam entre 18 e 30°C, nunca ultrapassando o limite inferior de 14°C e superior de 40°C. Dependendo do clima e da duração do ciclo,

o algodoeiro necessita de 700 a 1.300 mm de chuva para atender suas necessidades de água; 50 a 60% dessa água é necessária durante o período de floração (50 a 70 dias), enquanto a massa foliar está completamente desenvolvida. Um déficit hídrico capaz de reduzir 50% a evapotranspiração relativa nesse período pode significar a redução no rendimento de algodão na ordem de 28 a 45%, dependendo da duração do déficit (CHIAVEGATO, 1995).

Em todas as regiões produtoras, as doenças são uma das causas de grandes perdas na cultura do algodoeiro. Os prejuízos causados pelas diversas doenças são difíceis de serem estimados, apesar, dos que lidam com a cultura serem unânimes ao afirmar que a queda de rendimento e sua influência na qualidade da fibra são grandes. Levantamentos realizados nas regiões produtoras dos Estados Unidos entre 1953 e 1977 (WATKINS, 1981) mostraram que, em média, o somatório de todas as doenças causa danos de 10,5% em 1974 e 20,4 em 1961. Wang e Davis (1997) relataram perdas de 180 mil toneladas devido a doenças de plântulas (tombamento) no ano de 1995.

Não existem dados precisos sobre os efeitos somados de todas as doenças sobre a produção de pluma no Brasil. Existem apenas relatos de danos decorrentes da ação de patógenos, individualmente. Entretanto, como muitos patógenos da cultura ocorrem nas regiões produtoras (CIA e SALGADO, 1995), estima-se que as perdas sejam substanciais.

Com a migração das grandes áreas produtoras de algodão para a região do Cerrado, diversos patógenos encontraram ambiente favorável ao seu desenvolvimento. Com isso, foi constatada alta incidência de doenças foliares, inclusive aquelas consideradas, até então, de pouca importância para o algodoeiro (CIA e FUZATO, 1986). Segundo Chiavegato (2001), os cotonicultores começam a enfrentar elevação de custos provocados por doenças nas regiões do Cerrado, como a ramulária, até então

inexpressiva nas áreas tradicionalmente produtoras e, inexistente nas novas áreas, principalmente na Região Centro-Oeste.

Na tabela 1 observa-se um panorama geral sobre a ocorrência das principais doenças do algodão no planalto central.

Tabela 1. Importância potencial de doenças do algodoeiro em Estados produtores da região meridional do Brasil em 1999 <sup>(1)</sup>.

Doença	Estados Produtores						Total
	PR	SP	MG	GO	MT	MS	
Murcha de <i>Fusarium</i> (fungo)	4	5	3	3	1	2	18
Murcha de <i>Verticillium</i> (fungo)	3	3	1	1	1	1	10
Mancha angular (bactéria)	4	3	3	3	3	3	19
Outras manchas foliares	3	2	2	3	4	3	17
<b>Ramulose (fungo)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>24</b>
Nematóides	4	5	4	3	2	2	20
Doença Azul (vírus)	4	5	5	5	5	5	29
Murchamento avermelhado (vírus)	4	5	3	3	3	3	21

Fonte: Chiavegato (2001) modificado por Cia e Fuzatto (1999)

<sup>(1)</sup> Escala de notas: 1 = sem importância; 2 = pequena importância; 3 = medianamente importante, necessitando de precauções e estudos; 4 = importante, demandando medidas de controle; 5 = muito importante, inviabilizando a cultura se não houver controle.

Dentre essas doenças do algodoeiro, a ramulose se destaca como sendo a mais importante, tendo como principal veículo de transmissão e disseminação do patógeno a semente, podendo estar, o mesmo, presente tanto externa quanto internamente. Ele pode sobreviver no solo de uma safra para outra, podendo também causar tombamento de pré e pós-emergência em plântulas (WATKINS, 1981).

A ramulose foi verificada pela primeira vez no Brasil, em 1936, no município de Rancharia, em São Paulo (COSTA e FRAGA JR, 1937) encontrando-se, atualmente, disseminada por todas as regiões do país, onde o algodoeiro é cultivado. A incidência da

doença vem causando sérios problemas nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e algumas localidades do Nordeste, as plantações de algodão, que ocorre também nos Estados de São Paulo e Paraná. Além do Brasil, a doença foi relatada também na Venezuela e Paraguai (CIA e SALGADO, 2005).

Os primeiros sintomas da doença ocorrem nas mais folhas jovens, manchas necróticas de coloração pardo-escuro, quando localizadas entre as nervuras, tornam-se arredondadas, e passam a ser alongadas quando ao longo destas. Há também sintomas no pecíolo ou na haste principal. Essas manchas aumentam de tamanho, possuindo forma estrelada e o tecido necrosado é dilacerado, formando lesões perfuradas. As manchas localizadas nas nervuras podem acarretar o crescimento desigual dos tecidos foliares, ocasionando o enrugamento da superfície do limbo. As lesões que ocorrem no pecíolo ou haste principal da planta, quando progredirem, podem causar a queda da folha ou quebra do ponteiro. Por último, são observadas ramificações dos galhos, internódios curtos e intumescidos, deixando a planta com aspecto ramalhudo, o que define o principal sintoma conhecido, definindo o nome da doença (CIA e MEHTA, 2001; CIA e SALGADO, 2005; LIMA e BATISTA, 1997; PAIVA et. al., 2001).

As gemas terminais podem ser novamente infectadas, quando a doença atinge plantas jovens ocasionando, assim, a sua morte. Em decorrência da morte do meristema apical surgem novas brotações, ocorrendo um grande consumo de energia pela planta para o crescimento vegetativo, em função da formação de estruturas reprodutivas (CIA e SALGADO, 2005). As perdas ocasionadas pela doença podem chegar em 80% ou mais, dependendo da suscetibilidade da cultivar, da idade da planta afetada e das condições climáticas (FREIRE et. al., 1997). A produtividade, o peso do capulho, o comprimento e finura da fibra e o peso de sementes são as características mais afetadas do algodoeiro, em função da doença (CARVALHO et. al., 1984).

A manifestação tardia da doença originou a denominação ramulose tardia, de sintomas muito semelhantes. Entretanto, plantas doentes apresentam superbrotaamento só no ápice, não afetando muito a produtividade (ABRAHÃO, 1961; CIA e SALGADO, 1995).

Segundo Lima et. al. (1985) e Cia e Salgado (2005). A disseminação do patógeno ocorre, principalmente, por meio de sementes contaminadas, podendo ser transportado tanto externamente, na forma de conídios, ou internamente, na forma de micélio dormente. O estágio de desenvolvimento da planta, segundo Lima et. al. (1985), por meio da infecção e pelas condições ambientais, pode influenciar a infecção das sementes por *C. gossypii* var. *cephalosporioides*. O patógeno pode sobreviver no solo de uma safra para a outra, causando tombamento de pré e pós-emergência de plântulas (WATKINS, 1981). Quando transportado pela semente ou presente no solo, o inóculo primário causa lesões em algumas plantas que vão servir como e propagam-se radialmente, formando reboleiras (SANTOS et al., 1994). A taxa de progresso é de um metro a cada cinco dias, aproximadamente, a partir de um foco inicial da ramulose, desde que, as condições climáticas permanecerem favoráveis com alta umidade e temperatura entre 25 e 30°C e boa fertilidade do solo (SANTOS et al., 1994).

As sementes, além de ser o mais importante veículo de disseminação e sobrevivência de *C. gossypii* e *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, têm um papel fundamental no estabelecimento da lavoura. Através delas, o fungo é introduzido em novas áreas, sobrevive através dos anos e se dissemina pela população de plantas, com focos primários de doença (GOULART, 2001). Em condições normais de armazenamento, Kimati (1980) cita que o fungo pode permanecer viável no interior da semente, com o micélio dormente por até três anos. Machado (1988) cita que o mesmo pode permanecer viável nestas condições por até cerca de treze anos.

Portanto, é de fundamental importância conhecer a taxa de transmissão de patógenos via semente, estabelecendo a intensidade com que ela ocorre, apoiados em parâmetros como tipo, quantidade e posição do inóculo associados a sementes do lote e, ainda, à extensão do processo de transferência deste inóculo às plantas emergentes (TEIXEIRA, 1995).

O conceito de transmissão em patologia de sementes implica na transferência do patógeno da planta mãe para a semente ou da semente para a plântula (TANAKA, 1990; MACHADO, 1994). Em ambos os sentidos, a taxa de transmissão é bastante influenciada pelo ambiente e pelas características próprias do patógeno e do hospedeiro (MACHADO, 1994).

Tanaka (1990) estudando o agente causal da ramulose do algodoeiro concluiu que nem sempre a resistência da planta adulta está relacionada com a resistência do estágio de plântula, com a percentagem do patógeno nas sementes ou com a percentagem de transmissão de semente-plântula.

Machado (1988) comenta que o conhecimento do estágio de desenvolvimento das plantas no qual a infecção se traduz em maior transmissão para as sementes e destas para as plântulas, é um aspecto de grande valor em trabalhos de inspeção sanitária de campos. Com isto, é possível determinar em que época a incidência da doença na planta poderá significar maiores riscos de contaminação e infecção das sementes.

Tanaka (1990) observou que a inoculação de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* no estágio de maçãs formadas, comparada a inoculação trinta dias após a semeadura, resultou em maior associação de patógeno com as sementes produzidas. Assim, o tratamento químico de sementes com fungicidas do ponto de vista de manejo integrado de doenças é um dos métodos mais simples e de baixo custo, e resulta em reflexos altamente positivos para o aumento da produtividade da cultura (GOULART, 2001).

O grande desenvolvimento da epidemiologia nos últimos anos deveu-se, sem dúvida, às possibilidades de seu uso na otimização de controle de doenças. Hoje em dia, se aceita que, para conseguir o controle econômico de doenças de plantas não é necessário baní-las de uma área e, deste modo, é função do epidemiologista encontrar um ponto de compromisso entre nível de doença e medidas de controle a serem utilizadas (ZADOKS e SCHEIN, 1979). Este ponto de compromisso, em essência, é idéia que está por trás do manejo integrado de doenças e implica no conceito de que tanto a falta quanto o excesso de medidas de controle levam a prejuízos semelhantes (LOPES et. al., 1994).

São recomendadas como medidas de controle da ramulose, a utilização de sementes sadias e o tratamento das sementes contaminadas com fungicidas. É necessário que os campos de produção de sementes tenham baixa incidência da doença, principalmente da ramulose tardia, para obtenção de sementes com melhor qualidade sanitária, (PAIVA et. al., 2001). Em São Paulo, campos com mais de 5% de plantas afetadas não são aprovados para produção de sementes (CIA e FUZATTO, 1999; CIA e SALGADO, 2005).

Nos estádios iniciais da ramulose tardia, são recomendadas ainda, as seguintes medidas: inspeção freqüente do campo para localização e erradicação das plantas que possam servir como fonte de inóculo bem como pulverizações preventivas das plantas sadias com fungicidas. Paralelamente, deve-se utilizar o plantio com rotação de culturas e queima de restos culturais (CIA e SALGADO, 2005).

O controle químico também vem sendo bastante utilizado, sendo indicado o uso de oxiclreto de cobre, captan, carbendazim, thiram, entre outros (PAIVA et al., 2001). Grande parte destes produtos é recomendada para tratamento de sementes, podendo ser aplicado o oxiclreto de cobre quando a doença encontra-se na fase inicial de manchas

necróticas, ressaltando que o mesmo não se mostra eficiente quando a doença encontra-se na fase de indução e superbrotamento (PAIVA et al., 2001). Segundo Cia e Salgado (2005), Paiva et al. (2001) e Cia et. al. (2001), a utilização de variedades resistentes é a medida de controle mais indicada para a ramulose do algodoeiro.

A Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo adotou a partir de 1949, a prática de não aproveitar semente oriunda de campos de cooperação com sintomas severos de ramulose, aceitando uma tolerância de 5% de plantas doentes (CIA e SALGADO, 1995; CIA e FUZATTO, 1999).

Em termos epidemiológicos, entende-se como uma epidemia o crescimento de plantas doentes no tempo e no espaço (ZADOKS e SCHEIN, 1979). Dentro desse contexto, a curva de progresso de uma doença mostra o desenvolvimento de uma epidemia num período de tempo sob a influencia de condições ambientais (MADDEN, 1980).

Para Bergamin et al. (1995), a curva de progresso da doença usualmente expressa pela plotagem da proporção de doença versus tempo é a melhor representação de epidemia. Através dela as interações entre patógeno, hospedeiras e ambientes podem ser caracterizadas, estratégias de controle avaliadas, níveis futuros de doença previstos e simuladores verificados.

Em estudos realizados por Santos (1994), envolvendo progresso e o gradiente da ramulose no espaço, foi observado que a doença foi constatada nas plantas adjacentes à fonte de inóculo aos trinta e dois dias após a emergência. Ainda nesse estudo, a curva de progresso apresentou tendência linear até dois metros da fonte de inóculo. Nas áreas localizadas a partir de três metros da fonte de inóculo, o aumento da incidência seguiu tendência sigmoidal.

O progresso de infecção inicia-se quando a unidade de dispersão do patógeno entra em contato com o hospedeiro sob condições favoráveis (ZADOKS e SCHEIN, 1979). O inóculo primário causa lesões primárias em algumas plantas que vão seguir como fonte de inóculo secundário. As lesões secundárias ocorrem nas plantas adjacentes e o patógeno, propagando-se radialmente, resulta em plantas com sintomas mais severos da ramulose próximos dos focos iniciais (KIMATI, 1980).

Abrahão (1961), em observações de campo, verificou que a disseminação da doença em condições normais inicia-se a partir de um reduzido número de plantas, às vezes, uma ou duas que funcionam como centro de irradiação. Há tendência da ramulose disseminar-se em áreas circulares ou elípticas, mas também com o aparecimento simultâneo de novos focos (DRUMMOND, 1961).

Nos estágios iniciais da ramulose tardia, recomendam-se ainda as seguintes medidas: 1) inspeção freqüente do campo para localização e erradicação das plantas-foco; 2) poda e eliminação das extremidades das plantas doentes nas adjacências do foco; 3) pulverização preventiva com tiocarbamatos ou cúpricos nas plantas sadias adjacentes às plantas erradicadas (CIA e SALGADO, 1995).

A sociedade vem exigindo a produção de alimentos com a mínima degradação dos recursos naturais. Entre esses, destacam-se os portadores de selos que garantem a não utilização de agrotóxicos no processo produtivo. Com isso, sistemas de cultivos mais sustentáveis têm sido desenvolvidos, com menos dependência do uso de agrotóxicos.

O conceito de agricultura sustentável envolve o manejo adequado de recursos naturais, evitando a degradação do ambiente de forma a permitir a satisfação das necessidades humanas das gerações atuais e futuras (BIRD et. al., 1990). Esse enfoque altera as propriedades dos sistemas conservacionistas de agricultura em relação ao uso

de fontes não renováveis, principalmente de energia, e muda a visão sobre os níveis adequados do balanço entre a produção de alimentos e os impactos ambientais. As alterações implicam na redução da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e o maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas (BETTIOL e GHINI, 2003).

Um dos principais problemas da agricultura sustentável refere-se ao controle de doenças, pragas e plantas invasoras. Antes das facilidades para aquisição de agrotóxicos, para o controle dos problemas fitossanitários, os agricultores preparavam e utilizavam produtos obtidos a partir de materiais disponíveis nas proximidades de suas propriedades. Com a popularização do uso dos agrotóxicos, aqueles produtos foram quase que totalmente abandonados e hoje, muitos deles são chamados de alternativos (CAMPANHOLA e BETTIOL, 2003). Devido à conscientização dos problemas causados pelos agrotóxicos para o ambiente, a sociedade vem exigindo a redução de seu uso, de forma que a pesquisa vem testando os mais diversos produtos, com muitos destes sendo utilizados pelos agricultores há décadas (BETTIOL, 2003).

Desde que o homem começou a cultivar plantas para sua alimentação, iniciou-se um processo de desequilíbrio ambiental que, de certa forma, favoreceu o aparecimento de pragas e doenças. Na antiguidade, os recursos por ele usados para combater tais moléstias, foram sempre produtos naturais provenientes do próprio meio onde viviam. Assim, foi possível distinguir plantas potencialmente ativas com função de proteger sua cultura. A produção de extratos aquosos de plantas para serem aplicados em defesa de outra planta, seja contra pragas ou doenças, é quase tão antiga quanto a agricultura (INNECCO, 2006).

Atualmente, em todos os lugares do mundo onde se pratica uma agricultura econômica, a intervenção para o controle de doenças de plantas é largamente realizada

via uso de pesticidas (KIMATI et al., 1997). Sem dúvida, o uso racional desses produtos pode ter, em curto prazo, um efeito positivo para o produtor. No entanto, em longo prazo, além do surgimento de isolados dos fitopatógenos resistentes às substâncias químicas utilizadas, os resultados para a sociedade como um todo e para o meio ambiente podem se tornar negativos devido à poluição causada pelos resíduos. Nesse contexto, termos como “agricultura alternativa” ou “agricultura sustentável” obtêm expressão política (ZADOKS, 1992) e estimulam a busca por novas medidas de proteção das plantas contra as doenças.

As plantas aromáticas possuem na sua composição química os óleos essenciais. Estes são misturas de compostos com características especiais. São muito ativos e voláteis. A aferição de sua composição pode ser feita em aparelhos de leitura direta permitindo a avaliação de sua qualidade. Estas substâncias ricas em princípios ativos são hidrofóbicas e, na sua maioria, com densidade inferior a da água, com características semelhantes as dos ácidos graxos (INNECCO, 2006).

Uma planta aromática possui um rendimento em óleo essencial também influenciado pelos diversos fatores ambientais. Este rendimento pode variar normalmente de traços de óleo até 15 mL de óleo por quilo de planta seca. A produção de óleo essencial numa mesma região sob as mesmas condições ambientais e utilizando-se de tecnologia e produção desenvolvida visando o maior rendimento permitirá a produção de princípios ativos concentrados que poderão entrar na formulação de defensivos agrícolas. Esta produção padronizada permitirá a produção de defensivos padronizados com eficiência constante. Isto permitirá a comercialização dos defensivos e sua utilização em outras regiões onde as plantas que o produziram não teriam o mesmo rendimento e eficiência na forma de extratos (INNECCO, 2006).

A exploração da atividade biológica de compostos secundários presentes no extrato bruto ou óleo essencial de plantas medicinais podem se constituir, ao lado da indução de resistência, em mais uma forma potencial de controle alternativo de doenças em plantas cultivadas.

Um extrato vegetal pode ser entendido como o produto obtido pela passagem de um solvente, como a água ou o álcool etílico através da planta moída ou não, de modo a se retirar os princípios ativos nela contidos (TALAMINI e STADNIK, 2004).

Um grande número de plantas apresenta propriedades antifúngicas em seus extratos. Essas propriedades são dependentes de uma série de fatores inerentes às plantas, como órgão utilizado, idade e estágio vegetativo. Fatores do ambiente, como o pH do solo, bem como a estação do ano e diferentes tipos de estresse também devem ser observados. A eficiência do produto também depende da espécie envolvida, do tipo de doença controlada e dos processos tecnológicos utilizados na obtenção e manipulação do extrato (SILVA et al., 2005).

Algumas espécies estudadas sob este aspecto são: *Baccharis trimera*, *Eucalyptus citriodora*, *Cymbopogon citratus*, *C. martinii*, *Ocimum gratissimum* (SHWAN-ESTRADA et. al., 1997). Até o momento, ainda não se conhece quase nada sobre a composição química de 99,6% das plantas de nossa flora, estimadas entre 40 mil a 55 mil espécies (MING, 1996). Além disso, uma grande quantidade de compostos secundários das plantas medicinais já isolados e com estrutura química determinada, ainda não foi estudada com relação a suas atividades biológicas. Esses compostos pertencem a várias classes distintas de substâncias químicas, como alcalóides, terpenos, lignanas, flavonóides, cumarinas, benzenóides, quinonas, xantonas, lactonas e esteróides, entre outras (DI STASI, 1996). Quando esses compostos são extraídos das plantas por processos específicos, como a destilação por arraste de vapor de água,

originam líquidos de consistência semelhante ao óleo, voláteis, dotados de aroma forte, quase sempre agradáveis, insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, denominados de óleos essenciais (SILVA et al., 1995). Compostos secundários de plantas medicinais estão distribuídos em um grande número de famílias botânicas, com muitos deles apresentando atividade antimicrobiana, como é o caso dos alcalóides, com origem biossintética a partir da via metabólica do ácido chiquímico (BENNETT e WALLSGROVE, 1994).

Trabalhos desenvolvidos com extrato bruto ou óleo essencial, obtido a partir de plantas medicinais da flora nativa, têm indicado o potencial das mesmas no controle de fitopatógenos, tanto por sua ação fungitóxica direta, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos, quanto pela indução de fitoalexinas, indicando a presença de composto(s) com característica de elicitor(es). O fracionamento dos metabólitos secundários dessas plantas, bem como a determinação da atividade biológica dessas moléculas, com respeito à atividade elicitora ou antimicrobianos poderá contribuir para a aquisição de maiores conhecimentos que reforcem sua possível utilização como um método alternativo de controle de doença de plantas (SHWAN-ESTRADA, 2002).

Com o crescimento da população mundial e, conseqüentemente, pelo aumento da necessidade de produção de alimentos em maior escala, os agricultores começaram a se especializar, os monocultivos foram ficando cada vez mais freqüentes e ocupando maiores áreas, originando um desequilíbrio ambiental cada vez maior, favorecendo o aumento e surgimento de pragas e doenças (BETTIOL e GHINI, 2003). Nessa nova conjuntura, o homem encontrou dificuldades em controlar suas moléstias a partir de extratos de plantas. Assim, o desenvolvimento da ciência possibilitou inicialmente a identificação dos princípios ativos destes extratos, seu isolamento e finalmente sua síntese e daí surgiram alguns defensivos agrícolas. Outros se baseavam nos produtos da

medicina humana, como anti-sépticos naturais utilizados pela população que, testados contra doenças fitopatogênicas, produziam resultados razoáveis e começaram a ser utilizado (INNECCO, 2006).

A indústria química evoluiu e a diversidade de defensivos ficou cada vez maior, embora suas conseqüências para a natureza e para o homem não tenham sido levadas em consideração no início, pois, o problema era produzir mais alimento para a população e isso poderia ocorrer com o controle de moléstias, que a cada ano se tornava mais freqüentes e diversificadas (ABREU JÚNIOR, 1998).

Nos últimos anos, a retomada dos conceitos de saúde buscando uma alimentação mais saudável aliada à preocupação correta e crescente com o meio ambiente, reativou a agricultura ecologicamente correta, com o não uso de defensivos químicos sintéticos. Iniciou-se então, uma nova era na agricultura, onde os agricultores aplicam tecnologias visando não só a maior produtividade, mas também a qualidade do produto e manutenção do meio ambiente (BETTIOL, 2003).

Os princípios ativos das plantas na sua maioria são produzidos pelo metabolismo secundário. Este por sua vez, é altamente influenciado pelo ambiente, ou seja, dependendo das condições ambientais é desviado para rotas diferenciadas produzindo produtos das mais diversas formas e variações durante a influência desta. Assim sendo, a padronização da composição e dos efeitos de extratos vegetais para o controle pragas e doenças, depende também do conhecimento deste metabolismo em cada espécie a ser utilizada bem como o conhecimento das alterações na sua composição como conseqüência das variações do meio ambiente (ABREU JÚNIOR, 1998).

Segundo Janssen et al. (1987), um composto é considerado biologicamente ativo quando exerce ação específica sobre determinado ser vivo, seja ele animal, vegetal ou microrganismo. Uma vasta gama de compostos orgânicos de origem vegetal é

biologicamente ativa, isto é, tem ação tranqüilizante, analgésica, antiinflamatória, citotóxica, anticoncepcional, antimicrobiana, antiviral, fungicida, inseticida, entre outras. Dentre os fitocompostos, os óleos essenciais encontram maior aplicação biológica como agentes antimicrobianos, o que representa uma extensão do próprio papel que exercem nas plantas, defendendo-as de bactérias e fungos fitopatogênicos.

Segundo LORENZI e MATOS (2002), *Ginkgo biloba* L. e *Mentha piperita* L. possuem propriedades antifúngicas e antibacterianas. O extrato de *C. citriodora* apresentou uma inibição, *in vitro*, no crescimento de *B. cinerea* (ZENI et al., 2004). Segundo DUARTE et al., (2004), o extrato alcóolico de *E. globulus* mostrou-se eficiente *in vitro* contra este patógeno. Bastos e Albuquerque (2004) relataram a eficiência do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana.

Tanto o extrato bruto quanto o óleo essencial de plantas medicinais (alecrim (*Rosmarinus officinalis*), manjerona (*Origanum majorana*), alfavaca (*Ocimum basilicum*), mentrasto (*Ageratum conyzoides*), babosa (*Aloe vera*), mil-folhas (*Achillea millefolium*), orégano (*Origanum vulgare*), cardo santo (*Argemone mexicana*), pitanga (*Stenocalyx michelli*), erva cidreira (*Lippia alba*), poejo (*Mentha pulegium*), hortelã pimenta (*Mentha piperita*), romã (*Punica granatum*), goiabeira vermelha (*Psidium guayava* var. *pomifera*), eucalipto lima (*Eucalyptus citriodora*), manjerição (*Ocimum basilicum*), arruda (*Ruta graveolens*) e carqueja (*Baccharis trimera*)) têm sido utilizados para estudos, *in vitro*, de inibição de crescimento micelial e esporulação de fungos fitopatogênicos (*Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Alternaria alternata*, *Phytophthora* sp. e *C. graminicola*) e em bioensaios para a indução de fitoalexinas em sorgo (deoxiantocianidinas) e soja (gliceolina) (SHWAN-ESTRADA, 2002).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J. Controle da Ramulose tardia do algodoeiro. **O Biológico**, v. 27, n. 6, p.121- 123, 1961.

ABREU JUNIOR, H. Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura: coletânea de receitas. Campinas, EMOPI, 1998, 115 p.

AMORIN NETO, M. S.; BELTRÃO, N.E. M. Zoneamento do algodão herbáceo no Nordeste. In: BELTRÃO, N.E. M. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 211-229.

BAKER, D. N; HESKETH, J. D.; DUNCAN, W. G.; Simulation of growth and yield in cotton. I. Gross photosynthesis, respiration and growth. **Crop Science**, Stanford, v. 12, n. 4, p. 431-435, July-Aug, 1972.

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B.; Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pos-colheita de *Colletotrichum musae* em banana., **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF v. 29, n. 5, p. 555-557. 2004.

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, 1998. cap.3, p. 55-86.

BELTRÃO, N.E. M.; SOUZA, J.G. Fisiologia e ecofisiologia do algodoeiro In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 54-75.

BELTRÃO, N.E.M. Em busca da auto-suficiência. **Revista Brasileira de Agropecuária**, São Paulo, n.18, p.12-15, 2003.

BENEDICT, C.R. Physiology. In: KOHEL, R.J.; LEWIS, C.F. (Ed.). **Cotton**. Madison: American Society of Agronomy. p. 151-200. 1984

BENNETT,R.; WALLSGROVE,R.M. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. **New Phytologist**, v.127, p.617-633, 1994.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, A. **Manual de fitopatologia**. 3a ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p. 602-625.

BETTIOL, W. Controle de doenças de plantas com agentes de controle biológico e outras tecnologias alternativas. In: CAMPANHOLA C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 191-216. 2003.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: CAMPANHOLA C.; BETTIOL, W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. **Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente**, p. 90-96. 2003.

BIRD, G. W.; EDENS, T.; DRUMMOND, F.; GRODEN, E.; Design of pest management systems for sustainable agriculture. In: FRANCIS, C. A.; FLORA, C. B.; KING, L. D. (Ed.) **Sustainable agriculture in temperate zones**. New York, John Wiley. P. 55-110. 1990.

CAMPAHOLA, C.; BETTIOL, W. Situação e principais entraves ao uso de métodos alternativos aos agrotóxicos no controle de pragas e doenças na agricultura. Métodos alternativos de controle fitossanitário. **Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente**, p. 265-279. 2003.

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**, Brasília-DF v.2, n.23, p.593-598, out. 1984.

CARVALHO, L.P. O gênero *Gossypium* e suas espécies cultivadas e silvestres. In: BELTRÃO (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. v.1, Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 1999. p.301-251.

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

CHIAVEGATO, E. J. Importância potencial de doenças do algodoeiro nas regiões produtoras do Brasil. In: **III CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, Campo Grande, p. 27, 2001.

CIA, E.; MEHTA, Y.R. Doenças do algodoeiro. In: MORESCO, E.; YUYAMA, M.M.; CAMARGO, T.V.; MEHTA, Y.R. (Eds.) **Manual de identificação e manejo das doenças do algodoeiro**. Cuiabá: FACTUAL, 2001, p.15-45.

CIA, E.; FUZATTO, M. G. Inspeção de campo visando sanidade de sementes de algodão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2. Campinas, 1986. **Resumos**//Campinas: Fundação Cargill. p.49-56. 1986.

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, p. 121-131. 1999.

CIA, E.; GRIDI-PAPP, I.L.; CHIAVEGATO, E.J.; SABINO, N.P.; KONDO, J.I.; PIZZINATO, M.A.; BORTOLETTO, N.; CARVALHO, L.H. Melhoramento do algodoeiro no Estado de São Paulo: Obtenção da Cultivar IAC 21. **Bragantia**, São Paulo, v. 60, 94 n. 1, p. 9-17, 2001.

CIA, E.; SALGADO, C.L. Doenças do algodoeiro (*Gossypium spp.*). In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres. Vol 2: Doenças das Plantas Cultivadas, p. 331-341. 1995

CIA, E.; SALGADO, C.L. Doenças do algodoeiro (*Gossypium* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.(Ed.) **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p.42-52. 2005.

COSTA, A. S. **Investigações sobre a ramulose**. Campinas: Instituto Agronômico, 1941. 42p. (Relatório da Seção de Algodão).

COSTA, A. S.; ANDRADE, M. R.; Superbrotamento ou ramulose do algodoeiro. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, (**Boletim Técnico**, 29). 1999. 15 p.

DEUBER, R. Manejo integrado de plantas infestantes na cultura do algodoeiro. In: Cultura do algodoeiro, Piracicaba: POTAFÓS, 1999. 286p.

DI STASI, L.C. Química de produtos naturais: principais constituintes ativos. In: DI STASI, L.C. (Ed.). **Plantas Medicinais: Arte e Ciência – Um Guia de Estudos Multidisciplinar**. São Paulo: Ed. Universidade Paulista. 1996b. p.109-127.

DHINGRA, O. D.; COSTA, M. L. N.; SILV JUNIOR, G. J.; MIZUBUTI, E. S. G. Essential oil of mustard to control *Rhizoctonia solani* causing seedling blight in nursery. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF, v. 29. p. 683-686, 2004.

DRUMMOND, O.A. A ramulose em Minas Gerais. **Boletim da Agricultura**, v. 10, n. 3, p. 95-97, 1961.

DUARTE, J. A. S.; ZENI, T. L.; BIZI, R. M.; GRIGOLETTI JR., A. Efeito de extratos de *Eucalyptus globulus* sobre o desenvolvimento dos fungos *Botrytis cinerea* e *Cylindrocladium spathulatum*. In: **II Confies**. Curitiba, PR. 2004.

FNP Consultoria & Comércio. **Agrianual 2002**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo. p. 141-154: 2002. Algodão. Programas incentivam a cotonicultura no Mato Grosso e Bahia.

FREIRE, E.C.; SOARES, J.J.; FARIAS, F.J.C.; ARANTES, E.M.; ANDRADE, F.P.; PARO, H.; LACA-BUENDIA, J.P. **Cultura do algodoeiro no Estado de Mato Grosso**. Campina Grande, (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 23. 1997. 65p.

GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes do algodoeiro com fungicidas. In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Algodão**: tecnologia de produção. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 140-158.

HEARN, A.B. Crop physiology. In: ARNOLD, M.H. (Ed.). **Agricultural research for development**: the namulongue contribution. London: Cambridge University Press, 1973. p. 76-122.

INNECCO, R. Efeito de óleos essenciais de plantas medicinais como defensivos agrícola. **Palestras** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, Belém-PA, 2006. 126p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal.** Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov/bda/tabela/protabl.asp>> Acesso em 12 de dezembro de 2006.

JANSSEN, A. M.; SCHEFFER, J. J. C.; SVENDSEN, A. B. Antimicrobials activities of essential oils. **Pharmac. Weekb.** v. 9, p. 193-197, 1987.

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

KIMATI,H.; GIMENEZ-FERNANDES,N.; SOAVE,J.; KUROZAWA,C.; BRIGNANI NETO,F.; BETTIOL,W. **Guia de Fungicidas Agrícolas – Recomendações por Cultura,** v.1, 2a ed. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, 225p. 1997.

LAZZAROTTO, C.; ARANTES, E.M.; LAMAS, F.M. Época de semeadura e zoneamento agrícola In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Algodão: tecnologia de produção.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 124-134. 2001.

LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S. **Avaliação e seleção de linhagens de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.) visando resistência à ramulose.** Campina Grande, 1997. 11p. (EMBRAPA-CNPA. Comunicado Técnico, 57).

LIMA, E.F.; CARVALHO, J.M.F.C.; CARVALHO, L.P; COSTA, J.N. Transporte e transmissibilidade de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, através de sementes do algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.10, n., p.99-109, 1985.

LOPES, D.B; BERGER, R.D.; BERGAMIN FILHO, A. Absorção da área foliar sadia (HAA): uma nova abordagem para a quantificação de dano e para o manejo integrado de doença. **Summa Phytopathologica**, Botucatu-SP, v. 20, p.143-151, 1994.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. de A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum, 2002. 512p.

MACHADO, J. C. Padrões de tolerância de patógenos associados às sementes. In: LUZ, W. C. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo. v.2, p. 229-263, 1994.

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

MADDEN, L.V. Quantification of disease progression. **Protection Ecology**, 1980. v. 2,p. 159-176, 1980.

MAUNEY, J.R. Anatomy and morphology of cultivated cottons. In: KOHEL, R.J.; LEWIS, C.F. (Ed.). **Cotton**. Madison: American Society of Agronomy, p. 59- 80. 1984.

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

OOSTERHUIS, H. J. W. Growth and development of cotton plant In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, p. 35-56. 1999.

PAIVA, F. A.; ASMUS, G. L.; ARAÚJO, A. E. **Doenças** In: Algodão: tecnologia de produção. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 245-272. 2001.

PASININI, C.; D'AQUILA, F.; CURIR, P.; GULLINO, M. L.; Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew (*Sphaerotheca panrosa* var. *rosae*) in glasshouses. **Crop Protection** 16: 251-256., 1997.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A.; Aspéctos sócio-econômicos do algodoeiro: In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 13-34.

SANTOS, G.R. Progresso da ramulose do algodoeiro e transmissão de *Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa pelas sementes. Viçosa:, 1994. 53p. **Dissertação** (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Potencial de extratos e óleos essenciais de vegetais como indutores de resistência plantas medicinais. In: PASCHOLATI, S. F. (Cord.). **1ª**

**Reunião Brasileira sobre indução de resistência em plantas contra fitopatógenos / Perspectivas para o século XXI.** São Pedro, SP. p. 27-28. 2002.

SILVA, I.; FRANCO, S.L.; MOLINARI, S.L.; CONEGERO, C.I.; MIRANDA NETO, M.H.; CARDOSO, M.L.C.; SANTIANA, D.M.G.; IWANKO, N.S. **Noções Sobre o Organismo Humano e Utilização de Plantas Medicinais.** Cascavel: Assoeste. 1995. 203p.

SILVA, M. B. da; ROSA, M. B.; BRASILEIRO, B. G.; ALMEIDA, V.; SILVA, C. A. Desenvolvimento de produtos à base de extratos de plantas para o controle de doenças de plantas. In: VENEZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; PALLINI, A. (Eds.). **Controle Alternativo de Pragas e Doenças.** Viçosa: EPAMIG/CTZM, p. 221-246, 2005.

TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. (Eds). **Manejo Ecológico de Doenças de Plantas.** Florianópolis, SC: CCA/UFSC, p. 45-62, 2004.

TANAKA, M.A.S. Patogenicidade e transmissão por sementes do agente causal da ramulose do algodoeiro. Piracicaba: ESALQ, 1990. **Tese** (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP.

TEIXEIRA, H. *Colletotrichum gossypii* South. em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.): Transmissibilidade e controle. Lavras: ESAL, 1995. 74p. **Dissertação** (Mestrado) Escola Superior de Agricultura de Lavras.

WANG, H.; DAVIS, R. M. Susceptibility of selected cotton cultivars to seedling disease pathogens and benefits of chemical seed treatments. **Plant Disease**, v. 81, n. 9, p.1085-1088, Mar. 1997.

WATKINS, G. M. **Compendium of cotton diseases**. St. Paul: APS, 1981. 87p.

ZADOKS, J.C.; SCHEIN, R.D. **Epidemiology and plant disease management**. Oxford: University Press, 1979. 427p.

ZADOKS, J.C. The costs of change in plant protection. **Journal of Plant Protection**, v.9, p.151-159, 1992.

***CAPÍTULO II***

---

---

**Controle de *Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa  
com uso de óleos essenciais**

**Controle de *Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa  
com uso de óleos essenciais**

Waléria Guerreiro Lima<sup>1</sup>, Marcos Paz Saraiva Câmara<sup>1</sup>, Roseane Cavalcante dos Santos<sup>2</sup>,  
Cláudio Augusto Gomes da Câmara<sup>1</sup>, Adriano Márcio da Silva<sup>1</sup>, Péricles de Albuquerque Melo  
Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamentos de Agronomia e de Química – Áreas de Fitossanidade e Fitotecnia,  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP. 52171-900, Recife, PE. Brasil.  
wagueli@hotmail.com; mcamara@depa.ufrpe.br; camara@ufrpe.br; amfsilva@bol.com.br ;  
pericles@depa.ufrpe.br

<sup>2</sup>Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143 – Centenário, Caixa Postal 174, CEP. 58107-720 –  
Campina Grande – PB. caval@cnpa.embrapa.br

Autor para correspondência: Péricles de Albuquerque Melo Filho

Aceito para publicação em:

---

**RESUMO**

*Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa é o agente causal da ramulose do algodoeiro. O controle desse patógeno é feito via uso de sementes sadias, cultivares resistentes e controle químico. Este último tem provocado malefícios ao meio ambiente. A exploração da atividade biológica de compostos secundários presentes no extrato bruto ou óleos essenciais de plantas, pode constituir uma forma efetiva de controle de doenças em plantas cultivadas. Óleos essenciais extraídos de folhas de kenaf (*Hibiscus cannabinus*), citronela (*Cymbopogon nardus*), eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), *Pipper marginatum*, acerola (*Malpighia glabra*) e lípia (*Lippia gracilis*) foram avaliados quanto à inibição do crescimento micelial, germinação dos conídios e

formação do apressório de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*. As dosagens testadas foram: 0, 500, 1000, 1500, 2000 e 2500 ppm. Os óleos de piper, lípia e citronela apresentaram maior efeito sobre a inibição do crescimento do fungo. Eucalipto e acerola tiveram comportamento intermediário, sendo o primeiro mais eficiente. Em relação à germinação dos conídios e formação de apressório os óleos de citronela, lípia e eucalipto foram efetivos no controle do fungo, principalmente a partir de 1500 ppm. Para a inibição do crescimento micelial, o óleo de piper foi o que apresentou a menor DL<sub>50</sub>, sendo acompanhado pelo óleo de lípia. Com relação à formação do apressórios, verificou-se que os valores das DL<sub>50</sub> dos óleos de citronela, eucalipto e lípia foram os que apresentaram menor dosagem e que o óleo de kenaf não apresentou nenhum efeito. Ainda sobre este último, não houve efeito significativo sobre o crescimento micelial, germinação de conídios e formação de apressório.

---

#### **ABSTRACT**

*Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa is the causal agent of ramulosis of the cotton plant. The control of this pathogen is made way use of healthy seeds, to cultivate resistant and has controlled chemistry. This last one has provoked curses to the environment. The exploration of the biological activity of secondary composites gifts in the rude extract or essential oils of plants, can constitute a form accomplishes of control of disease in cultivated plants. Extracted essential leaf oils of kenaf (*Hibiscus cannabinus*), citronela (*Cymbopogus nardus*), eucalyptus (*Eucalptus citriodora*), *Pipper marginatum*, acerola (*Malpighia glabra*) and lípia (*Lippia gracilis*) had been evaluated how much to the inhibition of the micelial growth, germination of the conidia and formation of the apressorium of *C. gossypii* tvar. *cephalosporioides*. The tested dosages had been: 0, 500, 1000, 1500, 2000 and 2500 ppm. The oils of piper, lípia and citronela had presented greater effect on the inhibition of the growth of fungus. Eucalyptus and acerola had had intermediate behavior, being first the most efficient one.

In relation to the germination of the conidia and formation of apressorium the oils of citronela, lípia and eucalipto had been effective in the control of fungum, mainly from 1500 ppm. For the inhibition of the micelial growth, the oil of piper what it presented minor DL50, being was folloied by the lípia oil. With regard to the one for the formation of the apressosium, it was verified that the values of the DL50 of oils of citronela, eucalyptus and lipia had been the ones that had presented minor dosage and that the oil of kenaf did not present no effect. Still on this last one, it did not have significant effect on the micelial growth, germination of conidia and formation of apressorium.

---

## INTRODUÇÃO

Dentre as principais doenças do algodoeiro no Brasil, destaca-se a ramulose, causada pelo fungo *Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa, como uma das mais importantes dentre as de origem fúngica e bacteriana, principalmente na região do Cerrado (CIA e FUZATTO, 1999).

A doença atualmente encontra-se disseminada por todas as regiões do país, onde o algodoeiro é cultivado. Nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e algumas localidades do Nordeste, as plantações de algodão vêm sofrendo sérios problemas devido à incidência da doença, que ocorre também nos Estados de São Paulo e Paraná. Na América do Sul, foi relatada também na Venezuela e Paraguai (CIA e SALGADO, 2005).

O patógeno causa o aparecimento de manchas necróticas nas folhas. O tecido necrosado rasga-se e destaca-se, originando lesões perfuradas. Por último, são observadas ramificações dos galhos, internódios curtos e intumescidos, deixando a planta com aspecto ramalhudo, caracterizando o principal sintoma conhecido que define o nome da doença (CIA e MEHTA, 2001; CIA e SALGADO, 2005; PAIVA et. al., 2001).

A utilização de sementes saudáveis e o tratamento das sementes com fungicidas são medidas recomendadas para o controle da ramulose do algodoeiro (CIA e SALGADO, 2005). Em decorrência dos malefícios que os pesticidas vêm causando ao homem e à natureza, torna-se imprescindível buscar medidas alternativas de controle, como o uso de produtos naturais, os quais devem ser eficientes e de baixo impacto ambiental.

A exploração da atividade biológica de compostos secundários presentes no extrato bruto ou óleos essenciais de plantas, pode constituir, ao lado da indução da resistência, como uma forma efetiva de controle de doenças em plantas cultivadas (DIAS, 1993). A grande vantagem do uso desse sistema de proteção de plantas, em desenvolvimento nos laboratórios das grandes empresas do ramo, é o largo espectro de ação, aliado à estabilidade e eficiência prolongada desses novos produtos. Sabe-se, contudo, que alguns deles, especialmente os encontrados em óleos vegetais, têm demonstrado papel importante no controle de alguns microrganismos.

Relatos na literatura têm indicado que os óleos essenciais das plantas medicinais *Lippia sidoides*, *Carapa guianensis*, *Copaifera reticulata* e *Piper aduncum* foram eficientes no controle de *Fusarium* spp. em sementes de milho, embora o óleo de *L. sidoides* tenha apresentado efeito alelopático, inibindo a germinação das mesmas (PESSOA, 1998). Óleos essenciais e hidrolato de *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus citriodora*, *Lavandula sp.* e *Ocimum basilicum* foram eficientes no controle de *Curvularia* sp., *Cercospora kikuchii*, *Fusarium semitectum*, *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. em sementes de soja (CRUZ, 1999). Zambonelli, 1996 reporta que os óleos essenciais de *Thymus vulgaris*, *Lavandula sp.* e *Mentha piperita* inibiram o crescimento micelial de *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum* var. *ultimum*, *Fusarium solani* e *Colletotrichum lindemuthianum*. Potencialmente, esses produtos poderiam ser utilizados no controle de fitopatógenos, pela ação fungitóxica direta ou fungistática, ou pela inibição do crescimento micelial e germinação de esporos (FURLAN, 1998).

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de óleos essenciais de cinco espécies vegetais na inibição do crescimento micelial, germinação de conídios e formação de apressórios de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, visando gerar conhecimentos que possibilitem uma posterior alternativa de controle do fungo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Micologia e Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram utilizados óleos essenciais extraídos de folhas de kenaf (*Hibiscus cannabinus*), citronela (*C. nardus*), eucalipto (*E. citriodora*) *Pipiper marginatum*, acerola (*Malpighia glabra*) e *Lippia gracilis*. A extração foi realizada usando um aparelho Clevenger de acordo com a metodologia descrita por Rassoli e Mirmostafa (2003).

Foi utilizado o isolado de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* Cgc 287, obtido da cultivar de algodão BRS Aroeira exibindo sintomas típicos da doença e proveniente do município de Montvidéu – GO. Para isolamento do patógeno, empregou-se o meio batata-dextrose-ágar (BDA) em placas de Petri, transferindo para as mesmas, fragmentos de folhas com sintomas e previamente desinfestados em hipoclorito de sódio 1,5%. As placas foram incubadas a 25 °C por sete dias. Posteriormente, o fungo obtido no crescimento in vitro foi inoculado em plantas saudáveis de algodão suscetível para reprodução dos sintomas típicos da doença.

Para avaliar a inibição do crescimento micelial, os óleos essenciais foram adicionados em meio de cultura BDA fundente (45 – 50 °C) o qual foi vertido em placas de Petri. Os tratamentos foram compostos por seis dosagens de cada óleo nas concentrações 0, 500, 1000, 1500, 2000 e 2500 ppm, com sete repetições cada e obedeceu ao delineamento inteiramente casualizado.

No centro de cada placa foi depositado um disco de diâmetro 0.8 cm de meio BDA contendo micélio de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* com sete dias de idade. As placas foram

incubadas à temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. A partir da incubação, foi mensurado o diâmetro médio das colônias a cada 24 horas, através da medição em dois sentidos diametralmente opostos e até a testemunha alcançar as bordas da placa. A percentagem de inibição do crescimento micelial foi estimada segundo metodologia descrita em Edginton et. al. (1971).

Para avaliar a germinação e formação de apressórios dos conídios, utilizaram-se as mesmas concentrações testadas no ensaio anterior e a metodologia para adição dos óleos ao meio. Em seguida, preparou-se uma suspensão de conídios na concentração de  $2 \times 10^4$ /conídios/ml. Alíquotas de 100 ul dessa suspensão foram pipetadas nas placas contendo o meio com a concentração do óleo. Para cada concentração, utilizou-se uma placa contendo cinco laminulas nas quais contou-se, aleatoriamente, 50 esporos em cada uma. As placas foram incubadas à temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas durante 24 horas. Foram considerados como esporos germinados somente aqueles que apresentaram comprimento do tubo germinativo correspondente a 50% ou mais do comprimento do mesmo.

Através dos dados obtidos pela avaliação do efeito das diferentes dosagens dos óleos essenciais no percentual de inibição de crescimento micelial, germinação e formação do apressório, calculou-se as  $DL_{50}$  para cada óleo pela análise de Probit. Os valores das  $DL_{50}$  foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$  e submetidos à análise de variância, sendo a separação de médias efetuada pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Em ambos os experimentos procedeu-se a análise de regressão linear visando selecionar os modelos que propiciassem os melhores ajustes às curvas de percentual de inibição de crescimento, germinação e formação do apressório, com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no quadrado médio do resíduo (QMR). Todas as análises foram efetuadas com auxílio do programa SAEG 9.01 (Sistema de Análises Estatística e Genética, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se pela análise da regressão que houve uma redução do crescimento micelial de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* em função da concentração da maioria dos óleos estudados (Figura 1). Os óleos de piper, lipia e citronela apresentaram maior efeito na redução do crescimento do fungo, sendo que nas concentrações de 1500 a 2500 ppm, apenas para os óleos de lipia e citronela, não se observou crescimento micelial (Figura 2A). Os óleos de eucalipto e acerola apresentaram comportamento intermediário de inibição de crescimento micelial, apesar do óleo de eucalipto ter apresentado melhor controle do fungo (Figura 2A). Já para o óleo de kenaf, a inibição foi insignificante.

Resultados promissores utilizando plantas medicinais no controle de doenças de plantas têm sido estudados e relatados por vários pesquisadores. Valarini et al. (1994) trabalhando com óleo essencial de *C. citratus* (capim-limão) a 10%, observaram inibição total do crescimento micelial de *F. solani* f.sp. *phaseoli*, *S. sclerotiorum* e *R. solani*, enquanto *S. rolfsii* apresentou-se menos sensível. Gasparin et. al. (1998) alcançou a inibição do crescimento micelial dos fungos *R. solani*, *S. rolfsii*, *C. graminicola*, *Phytophthora* sp. e *A. alternata* em diferentes concentrações de extrato bruto de *Lippia. alba* e de *Rosmarinus officinalis*, bem como o efeito da mistura dos mesmos. No caso de óleos de eucalipto, existem alguns relatos do seu uso contra fitopatógenos. Salvatori et al. (2002), reportaram a ação antifúngica do óleo de *E. citriodora*, testados in vitro através do crescimento micelial, no controle de alguns fitopatógenos. Segundo Zeni et al., (2004), foi verificado efeito inibidor do óleo de *E. citriodora* sobre *Botrytis cinerea*. Em consonância com esses autores, o mesmo foi aqui verificado no controle do agente etiológico da ramulose (Figura 1).

Bonaldo et. al. (1998), utilizando óleos essenciais de *O. basilicum*, *Baccharis trimera* e *Ruta graveolens* para inibição do crescimento micelial de *C. graminicola*, verificaram que houve

100% de inibição do crescimento micelial dos fungos testados com uso do óleo de manjeriço (*O. basilicum*). Em óleo de carqueja (*Baccharis trimera*), houve crescimento de todos os fungos até a alíquota de 100 ppm e inibição de 100% para as demais alíquotas (500 e 1000 ppm). Em óleo de arruda (*Ruta graveolens*), apenas *A. alternata* apresentou crescimento micelial até a alíquota de 40 ppm (inibição de 74%). Quando em presença do extrato bruto, *R. graveolens* e *O. basilicum* inibiram totalmente o crescimento micelial de *S. rolfsii* em concentrações acima de 10%. Para *Dydimella bryoniae*, tanto o extrato bruto quanto os óleos essenciais de *E. citriodora*, *Ageratum conyzoides* e *C. citratus*, inibiram completamente o crescimento micelial e a germinação de conídios (FIORI et al., 2000). No presente estudo, *E. citriodora* também inibiu o crescimento micelial e a germinação de conídios (Figuras 2A e 2B)

As doses letais de inibição do crescimento micelial determinadas pela análise de Probit a partir das concentrações estudadas encontram-se na Tabela 1. Verifica-se que, no aspecto da inibição micelial, a menor dose letal indicada para reduzir o crescimento do fungo foi do piper (0,008 ppm). Isso é interessante no aspecto econômico, uma vez que, as menores concentrações do produto podem ser obtidas de modo mais competitivo. O óleo de lípia também foi efetivo, com  $DL_{50}$  de 0,91 ppm. Os menos efetivos foram acerola e kenaf (Tabela 1). Para este último, segundo Webber III e Bledsoe (2002), há atividade positiva do óleo desta planta no controle de *C. gloesporioides*, entretanto, aqui não foi verificado o mesmo para *C. gossypii* var. *cephalosporioides*. Para o kenaf, a  $DL_{50}$  foi considerada alta e principalmente quando se compara aos demais óleos (Tabela 1).

No ensaio para inibição da germinação e formação do apressórios, observou-se que em todos os casos analisados houve aumento da inibição em função do aumento das concentrações dos óleos (Figura 2B e 2C). Observou-se que os óleos de eucalipto, lípia e citronela foram os mais eficientes. Entretanto, o maior percentual de inibição foi observado para o óleo de citronela (Figuras 2B e 2C).

As análises de Probit mostraram que, tanto para a germinação quanto para a formação de apressórios, o óleo de citronela foi o que apresentou a menor dose letal, 3,37 e 3,2 ppm, respectivamente, seguidos pelos óleos de eucalipto (3,84 e 3,6 ppm) e lipia (4,19 e 3,57 ppm).

Considerando a inibição do crescimento micelial do fungo como um efeito fungistático e a inibição da germinação e formação de apressórios como efeito fungicida, se verifica que, in vitro, o óleo de citronela apresenta ambos os efeitos, uma vez que foi capaz de atuar tanto na inibição do crescimento micelial, como na inibição da germinação e formação de apressório pelo fungo. Com menos eficiência, o mesmo comportamento é observado para os óleos de lipia e eucalipto (Figuras 2A, B e C). Para o óleo de piper, observou-se apenas um efeito fungistático, uma vez que, não foi eficiente na redução da germinação e formação de apressórios (Figura 2A, B e C).

Quando extrato bruto aquoso de *E. citriodora* foi utilizado por Bernardo et. al. (1998) para controle de *C. graminicola*, ocorreu um estímulo à germinação dos esporos, embora tenha reduzido entre 14 e 34% a formação de apressórios em concentrações do extrato acima de 10% (BONALDO et. al 1998). No presente estudo, o primeiro efeito não foi verificado sobre *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, havendo redução na germinação de conídios a partir de 1000 ppm.

Souza et. al (2005), avaliando a eficiência de fungicidas e óleos essenciais de eucalipto e citronela na inibição in vitro de *Monilinia fruticola*, observaram que o óleo essencial de citronela apresentou potencial para controle da doença nas doses mais elevadas, semelhante aos fungicidas triazóis e superior ao azoxystrobin e ao óleo de eucalipto. Em se tratando apenas dos óleos de citronela e eucalipto, esses resultados se repetem no presente estudo. Entretanto, segundo a escala proposta por Edgington et. al. (1971), os óleos essenciais de eucalipto e citronela são considerados ineficientes. Isso é questionável quando se exclui os benefícios

ecológicos e principalmente por ser esta escala apropriada por produtos sintéticos, os quais são geralmente concentrados.

Estudos *in vitro* realizados por Albuquerque et al. (2006), testando o óleo bruto de lípia no controle de fungos contaminantes de laboratório mostraram que *Geotrichum candidum*; *Trichoderma viride*; *Torula herbarum*; *Paecilomyces* sp.; *P. aeruginens*; *Aspergillus nidulans*; *A. flavus*; *Fusiococcum* sp. foram inibidos totalmente pela concentração mínima de 420 ppm do óleo bruto.

Bastos e Albuquerque (2004) citam que espécies do gênero *Piper* (Piperaceae), são amplamente utilizadas na medicina popular em função das propriedades antimicrobianas exibidas por seus constituintes. Segundo esses mesmos autores, o óleo essencial de *Piper aduncum* L. , *in vitro*, inibiu 100% do crescimento micelial e da germinação de conídios de *Colletotrichum musae* em concentrações de 100 e 150 µg/ml. Aqui, esse óleo apresentou inibição do crescimento micelial de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* desde a menor concentração testada (500 ppm). Isto sugere que o mesmo pode ser também eficiente em dosagens inferiores a esta.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio institucional e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro e à Embrapa Algodão pela concessão das sementes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. C.; CAMARA, T. R.; MARIANO, R. L. R.; WILLADINO, L.; MARCELINO JR. C.; ULISSES, C. Antimicrobial action of the essential oil of *Lippia gracillis* Schauer. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, v. 49, n. 3, p. 527-535. 2006.

BASTOS, N. B.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle de pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 555 – 557, 2004.

BERNARDO, R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S.; PASCHOLATI, S.F. Fungitoxicidade de alguns óleos essenciais contra fungos fitopatogênicos. **Fitopatologia Brasileira** , v.23 (Suplem.), p. 227. 1998.

BONALDO, S.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; J.R.; CRUZ, M.E.S.; PASCHOLATI, S.F. Inibição do crescimento micelial de fungos fitopatogênicos e indução de fitoalexinas por *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira** , v.23 (Suplem.), p. 229. 1998.

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: Potafós, p. 121-131. 1999.

CIA, E.; MEHTA, Y.R. Doenças do algodoeiro. In: MORESCO, E.; YUYAMA, M.M.; CAMARGO, T.V.; MEHTA, Y.R. (Eds.) **Manual de identificação e manejo das doenças do algodoeiro**. Cuiabá: FACTUAL , , p.15-45. 2001

CIA, E.; SALGADO, C.L. Doenças do algodoeiro (*Gossypium* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.(Ed.) **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p.42-52. 2005.

CRUZ, M.E.S. Potencial de plantas medicinais no controle de patógenos que incidem sobre sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa, p. 459. 1999.

DIAS, F. L. Estudo da genotoxicidade in vivo e in vitro dos cercaricidas naturais óleo de sucupira e cremantina em células de mamíferos. **Tese de Doutorado**. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, São Paulo. 105 p. 1993.

EDGINTON, L.V.; KHEW, K.L.; BARRON, G.L. Fungitoxic spectrun of benzimidazole compounds. **Phytopathology**, v.61, n.1, p.42-44, 1971.

FIORI, A.C.F.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; VIDA, J.B.; SCAPIM, C.A.; CRUZ, M.E.S.; PASCHOLATI, S.F. Antifungal activity of leaf extracts and essential oilsof some medicinal plants against *Dydimella bryoniae*. **Journal of Phytopathology**, v.148, n.7/8, p. 483- 488, 2000.

FURLAN, M. R. Cultivo de plantas medicinais. Vol. XIII. **Coleção Agroindústria. Sebrae-MT**, Cuiabá. 137 p. 1998.

GASPARIN, M.D.G.; MORAES, L.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. Efeito do óleo essencial e do extrato bruto de alho (*Allium sativum*) no crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* e

*Alternaria steviae*. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 21, Botucatu. (Resumos), p.102. 1998.

PAIVA, F. A.; ASMUS, G. L.; ARAÚJO, A. E. Doenças In: **Algodão: tecnologia de produção. Dourados**: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 245-272.

PESSOA, M.N.G. Efeito de óleos essenciais de plantas medicinais sobre *Fusarium* spp. em sementes de milho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 5., 1998, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 1998.

RASSOLI, I.; MIRMOSTAFA, S. A. Bacterial susceptibility to and chemical composition of essential oils from *Thymus kotschyanus* and *Thymus persicus*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 2200-2205. 2003

SALVATORI, R. K.; POVH, F. P.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; BERNARDO, R. Atividade antifúngica do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora*. In: **XXV Congresso Paulista de fitopatologia**, 2002, Esp. Santo do Pinhal. Programa e Resumos. Esp. Santo do Pinhal: CREUPI, v.1. p. 143-143. 2002.

SOUZA, D.C.; LOURENÇO, S.A.; BASSETTO, E.; AMORIM, L. Progresso temporal da podridão parda do pessegueiro em áreas não tratadas e tratadas com fungicidas. (Resumo) **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32 (suplemento), p.32, 2005.

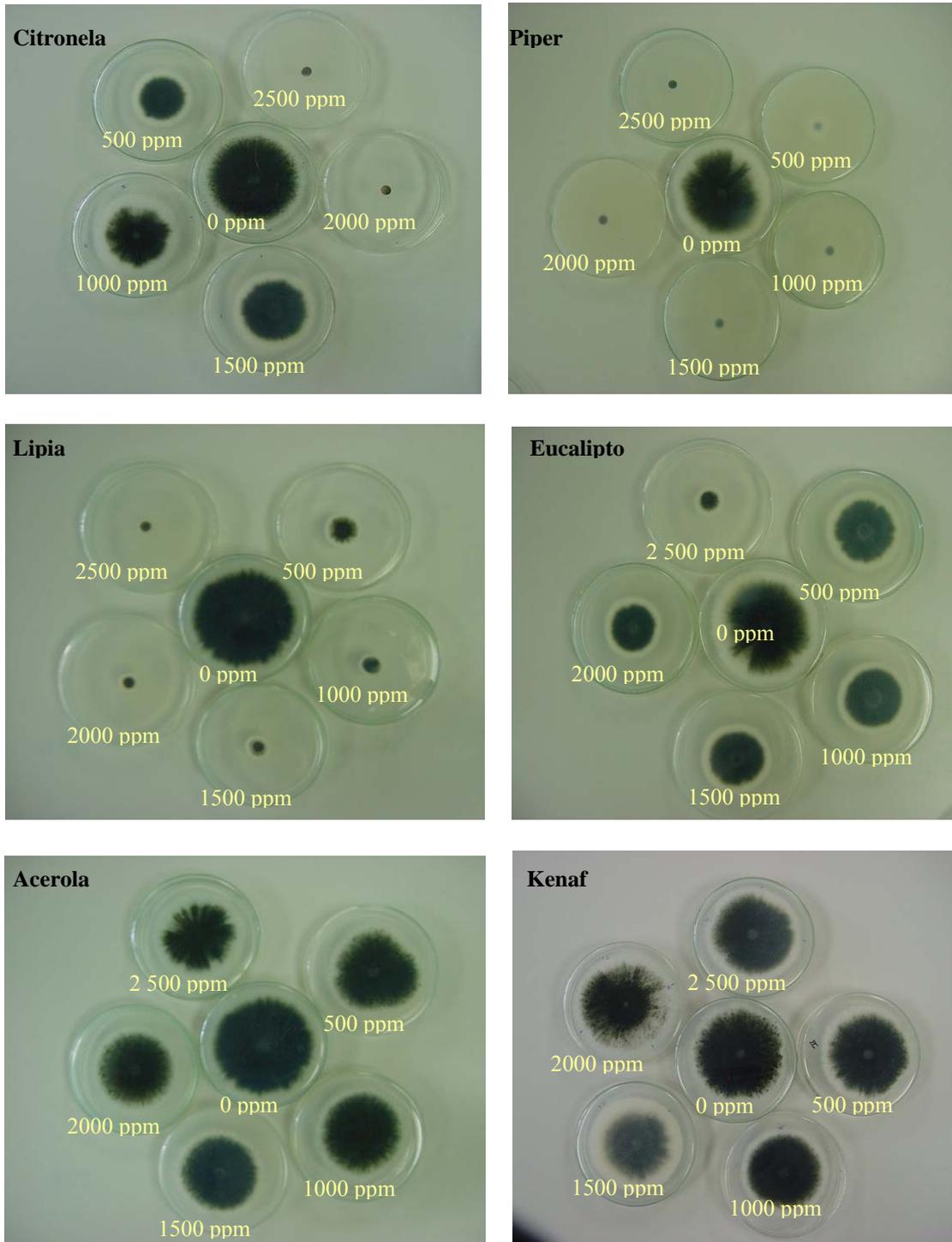
VALARINI, P.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; MELO, I.S. Potencial da erva medicinal *Cymbopogon citratus* no controle de fitopatógenos do feijoeiro. **Revista de Agricultura**, v. 69, n. 2, p. 139-50, 1994.

WEBBER III, C. L.; BLEDSOE, V. K. Kenaf yeld components and plant composition. P. 348-357. IN: J . Javanick and A. Whipkey (eds.). **Trens in new crops and new uses**. ASHS Press, Alexandria, V. A. p. 1-12. 2002.

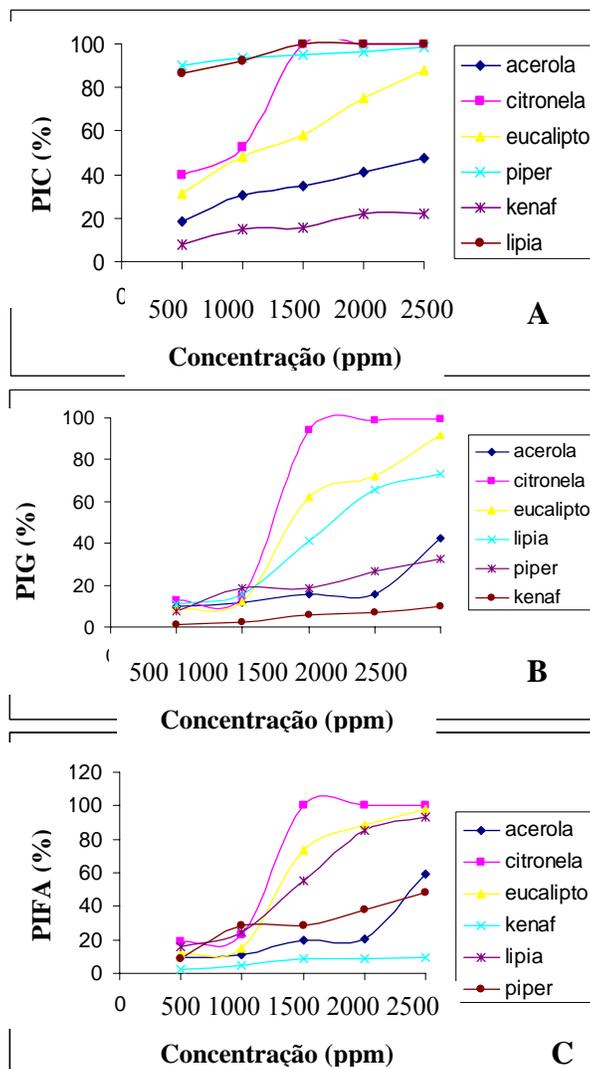
ZAMBONELLI, A. *et al.* Effects of essential oils on phytopathogenic fungi *in vitro*. **J. Phytopathol.**, Berlin, v. 144, p. 491-494, 1996.

ZENI, T. L.; GRIGOLETTI JR., A.; AUER, C. G.; MAGALHÃES, W. L. E.; DUARTE, J. A. S.; BIZI, R. M. Uso de extrato aquoso e óleo de eucaliptos no controle de fungos fitopatogênicos *in vitro*. In: **III Evento de iniciação científica da Embrapa Florestas**. Colombo, PR. 2004.

**Figura 1:** Efeito das concentrações dos óleos essenciais no crescimento micelial de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*.



**Figura 2:** Percentual de inibição de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* sob diferentes concentrações de óleos essenciais. A. Crescimento micelial; B. Germinação; C Formação de apressórios.



**Tabela 1:** Doses letais que provocam inibição do crescimento micelial e da germinação e impedem a esporulação de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* sob efeito de diferentes óleos essenciais.

Tratamento	DL <sub>50</sub> (ppm) Crescimento	DL <sub>50</sub> (ppm) Germinação	DL <sub>50</sub> (ppm) Formação do apressório
Píper	0,008 (0,0071-0,0083)	7,66 (7,45-7,68)	5,71 (5,68-5,74)
Lípia	0,91 (0,88-0,95)	4,19 (4,15-4,22)	3,57 (3,52-3,61)
Citronela	6,08 (6,03-6,12)	3,37 (3,34-3,41)	3,20 (3,17-3,24)
Eucalipto	8,45 (8,3-8,52)	3,84 (3,68-3,9)	3,60 (3,57-3,66)
Acerola	20,01 (9,97-20,09)	10,32 (10,25-10,36)	6,14 (6,11-6,18)
Kenaf	100,23 (100,17-100,28)	50,23 ( 50,17-50,28)	45,71 (45,67-45,76)
C. V. (%)	13,98	15,11	11,46

Para efeito de análise, os valores originais foram transformados em raiz (x + 0,5).

**Tabela 2:** Equações de regressão e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) estimados para o percentual de inibição de crescimento micelial (PIC), germinação (PIG) e formação de apressório (PIFA) de *Colletotrichum gossypii var. cephalosporioides* considerando o efeito das diferentes dosagens dos óleos essenciais após sete dias de crescimento.

Óleo essencial	Equação para inibição do crescimento micelial (PIC)	$R^2$ (%)
Acerola	$PIC = -2,92 + 5,59 \text{ conc} - 0,28 \text{ conc}^2 + 0,0057 \text{ conc}^3$	99
Citronela	$PIC = 38,95 - 3,77 \text{ conc} + 0,81 \text{ conc}^2 - 0,022 \text{ conc}^3$	93
Eucalipto	$PIC = 12,43 + 4,23 \text{ conc} - 0,10 \text{ conc}^2 + 0,002 \text{ conc}^3$	99
Lipia	$PIC = 84,33 + 1,55 \text{ conc} - 0,081 \text{ conc}^2 + 0,0016 \text{ conc}^3$	100
Piper	$PIC = 2,24 + 1,27 \text{ conc} - 0,014 \text{ conc}^2 + 0,00019 \text{ conc}^3$	94
Kenaf	$PIC = 78,59 + 1,43 \text{ conc} - 0,01 \text{ conc}^2 + 0,0015 \text{ conc}^3$	96
Equação para inibição da germinação (PIG)		
Acerola	$PIG = -13,73 + 7,24 \text{ conc} - 0,61 \text{ conc}^2 - 0,020 \text{ conc}^3$	97
Citronela	$PIG = 62,70 - 20,38 \text{ conc} + 2,23 \text{ conc}^2 - 0,054 \text{ conc}^3$	91
Eucalipto	$PIG = 30,2 - 9,53 \text{ conc} + 1,09 \text{ conc}^2 - 0,024 \text{ conc}^3$	95
Lipia	$PIG = 44,87 - 11,87 \text{ conc} + 1,15 \text{ conc}^2 - 0,025 \text{ conc}^3$	99
Piper	$PIG = -10,97 + 4,99 \text{ conc} - 0,27 \text{ conc}^2 + 0,27 \text{ conc}^3$	96
Kenaf	$PIG = -0,004 + 4,38 \text{ conc} + 2,90 \text{ conc}^2 - 0,00062 \text{ conc}^3$	90
Equação para inibição da formação de apressório (PIFA)		
Acerola	$PIFA = -18,97 + 8,59 \text{ conc} - 0,73 \text{ conc}^2 - 0,020 \text{ conc}^3$	97
Citronela	$PIFA = 56,10 - 16,09 \text{ conc} + 1,71 \text{ conc}^2 - 0,048 \text{ conc}^3$	90
Eucalipto	$PIFA = 52,54 - 16,09 \text{ conc} + 1,71 \text{ conc}^2 - 0,039 \text{ conc}^3$	95
Lipia	$PIFA = 1,40 + 0,051 \text{ conc} + 0,043 \text{ conc}^2 - 0,0013 \text{ conc}^3$	95
Piper	$PIFA = 49,80 - 12,52 \text{ conc} - 1,29 \text{ conc}^2 - 0,028 \text{ conc}^3$	99
Kenaf	$PIFA = -28,83 + 10,47 \text{ conc} - 0,63 \text{ conc}^2 + 0,013 \text{ conc}^3$	97

### *CAPÍTULO III*

---

---

#### **Uso do óleo de citronela no controle da ramulose do algodoeiro**

## Uso do óleo de citronela no controle da ramulose do algodoeiro

Waléria Guerreiro Lima<sup>1</sup>, Marcos Paz Saraiva Câmara<sup>1</sup>, Roseane Cavalcanti dos Santos<sup>2</sup>,  
Cláudio Augusto Gomes da Câmara<sup>1</sup>, Adriano Márcio da Silva<sup>1</sup>, Péricles de Albuquerque  
Melo Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamentos de Agronomia e Química – Área de Fitossanidade e Fitotecnia,  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP. 52171-900, Recife, PE. Brasil.  
wagueli@hotmail.com; mcamara@depa.ufrpe.br, camara@ufrpe.br,  
pericles@depa.ufrpe.br, amfsilva@bol.com.br; pericles@depa.ufrpe.br.

<sup>2</sup>Embrapa Algodão, CP 174, CEP. 58107-720, Campina Grande, PB. E-mail:  
caval@cnpa.embrapa.br

Autor para correspondência: Péricles de Albuquerque Melo Filho

Aceito para publicação em:

---

### RESUMO

A ramulose, causada pelo fungo *Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa é considerada a principal doença do algodoeiro. O uso de sementes sadias, cultivares resistentes e controle químico são as principais formas de controle do patógeno. O uso de agrotóxicos quando empregado indevidamente tem gerado prejuízos ecológicos. A exploração da atividade biológica de compostos secundários presentes no extrato bruto ou óleos essenciais de plantas pode constituir, uma forma efetiva de controle de doenças em plantas cultivadas. Baseando-se neste princípio, este trabalho teve como objetivo avaliar o

efeito curativo e preventivo do óleo de citronela para controle da ramulose do algodoeiro com base em componentes epidemiológicos, contribuindo assim para redução dos níveis de poluição ambiental decorrentes do uso de agrotóxicos. Avaliando o efeito do parâmetro AACPD sob o tratamento curativo do óleo de citronela, verificou-se que houve diferença significativa do mesmo quando comparada ao tratamento da testemunha. Entretanto, ao avaliar os parâmetros IDF e TPD sob o efeito do tratamento curativo observa-se que o mesmo não diferiu significativamente da testemunha. Ao analisar as variáveis AACPD, IDF, PI e TPD observou-se que os tratamentos preventivo do óleo de citronela e fungicida diferiram significativamente da testemunha, verificando assim, que o óleo de citronela apresentou um ótimo efeito preventivo da ramulose do algodoeiro sob condições de casa-de-vegetação.

---

#### ABSTRACT

Ramulosis, caused for fungum *Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* Costa is considered the main disease of the cotton plant. The use of healthy seeds, cultivate resistant and it has controlled chemistry are the main forms of control of the pathogen. The use of pesticides when used improperly it has generated ecological damages. The exploration of the biological activity of secondary composites gifts in the rude extract or essential oils of plants can constitute, a form accomplishes of control of disease in cultivated plants. Being based on this principle, this work had as objective to evaluate the effect on the basis of dressing and preventive of the oil of citronela for control of ramulose of the cotton plant component epidemiologists, thus contributing for reduction of the

decurrent levels of ambient pollution of the use of agrotóxicos. Evaluating the effect of parameter ABCDP under the treatment dressing of the oil of citronela, it was verified that it had significant difference of the same when compared with the treatment of the witness. However, when evaluating parameters IDF and RDP under the effect of the treatment dressing are observed that the same it did not differ significantly from the witness. When analyzing variable ABCDP, IDF, IP and RDP were observed that the treatments preventive of the oil of citronela and fungicide had differed significantly from the witness, thus verifying, that the oil of citronela presented an excellent preventive effect of ramulosis of the cotton plant under green house conditions.

---

## INTRODUÇÃO

A ramulose (*Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides*) é uma das principais doenças fúngicas que ocorre na lavoura do algodoeiro. Os danos ocorrem em toda planta, sendo os maiores prejuízos causados nas plantas jovens uma vez que as gemas terminais podem ser reinfectedas e elevar os danos fisiológicos em função da redução do crescimento vegetativo (CIA e SALGADO, 2005). As perdas ocasionadas pela doença podem chegar em 80% ou mais, dependendo da suscetibilidade da cultivar, da idade da planta afetada e das condições climáticas (FREIRE et. al., 1997). A produtividade, o peso do capulho, o comprimento e finura da fibra e o peso de sementes são as características mais afetadas no algodoeiro (CARVALHO et. al., 1984).

A principal via de controle é o plantio de sementes sadias ou o tratamento das sementes com fungicidas uma vez que a disponibilidade de cultivares comerciais com resistência ampla a esta doença é limitada (PAIVA et. al., 2001).

A despeito da eficiência de fungicidas químicos para o controle desta doença, o uso de tais produtos pelos agricultores é, algumas vezes, feito sem critério e informações técnicas suficientes, provocando danos à saúde humana, ao meio ambiente, além de favorecer o aparecimento de novas populações de fungo resistentes ao produto utilizado (PAIVA et al., 2001).

Nos últimos anos, a intensificação dos conceitos de saúde pela sociedade, buscando alternativas mais saudáveis no meio agrícola, aliadas à preservação do meio ambiente, tem motivado um manejo agrícola mais ecológico, minimizando o uso de insumos químicos sintéticos (BIRD et. al., 1990).

Assim, o controle alternativo, entendido como a integração de medidas não poluentes, aplicadas preventivamente, visando à redução da intensidade de doença e ao aumento da produção, da produtividade e da qualidade dos produtos agrícolas, enfatiza o emprego de táticas e métodos sejam eles culturais, mecânicos, físicos, legislativos, biológicos, de resistência genética entre outros, com vistas à prevenção e à redução da intensidade das doenças (PAULA JÚNIOR et al., 2005).

Dentre os fitocompostos, os óleos essenciais encontram maior aplicação biológica como agentes antimicrobianos, o que representa uma extensão do próprio papel que exercem nas plantas, defendendo-as de bactérias e fungos fitopatogênicos. Existem inúmeros relatos da atuação desses compostos no controle de fitopatógenos (VALARINI et. al., 1994; BONALDO et. al., 1998; GASPARIN et. al., 1998; SALVATORI et. al., 2002).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito curativo e preventivo do óleo de citronela no controle da ramulose do algodoeiro com base em componentes epidemiológicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Plantio e inoculação das mudas

Sementes de algodão da cv. suscetível BRS 187 (CNPA 8H), cedidas pela Embrapa Algodão (Campina Grande, PB), foram deslintadas e desinfetadas segundo Sawahel (2001). Estas foram plantadas em vasos plásticos com capacidade de 8 L, contendo solo previamente esterilizado e adubado, mantendo-se 5 plantas/vaso. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Agronomia, da UFRPE, durante os meses de julho a setembro de 2006. As médias de temperatura diurna e noturna e umidade relativa do ar durante o ensaio foram de: 28 °C, 19 °C e 85%, respectivamente.

O isolado de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* Cgc 287 foi obtido da cultivar BRS Aroeira, com sintomas da doença, originado do município de Montvidéu – GO. Fragmentos de folhas com sintomas foram esterilizados com hipoclorito de sódio 1,5%, plaqueados em BDA e incubados a 25 °C por uma semana. Posteriormente, foram confirmados os postulados de Cock com a reinoculação e reprodução dos sintomas.

O óleo essencial de citronela foi obtido pela extração a vapor em um aparelho Clevenger, seguindo metodologia descrita em Rassoli e Mirmostafa (2003).

Aos 25 dias após o plantio, quando as plantas apresentavam cerca de quatro folhas definitivas, diferenciou-se os tratamentos que consistiram em testar os efeitos preventivo e curativo do óleo de citronela sob a incidência e severidade da ramulose, sendo o efeito preventivo do óleo comparado ao efeito preventivo do fungicida Cercobin.

A concentração da suspensão de conídios utilizada em todos os tratamentos foi de  $1,0 \times 10^6$  conídios/mL. Para o óleo de citronela foi utilizada a concentração de 2000 ppm.

Os tratamentos empregados foram: 1 - Planta inoculada com uma suspensão de conídios (testemunha), 2 - Plantas inoculadas com o fungo e posteriormente tratadas com o óleo de citronela (tratamento curativo), 3 - Plantas tratadas com citronela e posteriormente inoculadas com o fungo (tratamento preventivo com o óleo) e 4 - Plantas tratadas com fungicida e posteriormente inoculadas com o fungo (tratamento preventivo com fungicida).

O tratamento curativo foi procedido aos 28 dias após o plantio, com três dias após a inoculação das plantas, quando as mesmas começaram a apresentar os primeiros sintomas. As plantas do tratamento preventivo (tratamentos 3 e 4) foram pulverizadas com óleo de citronela ou com o fungicida Cercobin (5g do produto comercial/litro de água, segundo recomendação do fabricante), 25 dias após o plantio. Vinte e quatro horas após, as plantas foram inoculadas com a suspensão de conídios e submetidas a câmara úmida por um período de 72 horas.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições apresentando com cinco plantas por vaso.

### **Avaliação da incidência e severidade da ramulose**

As avaliações foram realizadas a intervalos de três dias após a inoculação e durante 30 dias, calculando-se os seguintes componentes epidemiológicos:

- a) Índice de Doença Inicial (IDI), aos 28 dias após a emergência, calculado de acordo com McKinnney (1923), pela fórmula  $ID = \frac{\sum(\text{grau da escala} \times \text{frequência}) \times 100}{n^{\circ} \text{ total de unidade} \times \text{grau máximo da escala}}$ , utilizando os graus de severidade da doença, estimada com o auxílio de uma escala de notas descritiva variando de 0 a 4 (CIA et. al., 1999);

- b) Índice de Doença Final (IDF), aos 55 dias após a emergência, calculado pela mesma forma que o IDI;
- c) Taxa de Progresso da Doença (TPD), estimada pelo parâmetro  $b$  da equação de regressão linear simples. O modelo linear foi escolhido com base no maior coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ) para reciprocidade entre valores observados e previstos da incidência da doença, menor quadrado médio do resíduo e ausência de tendências indesejáveis no gráfico de dispersão de resíduos para a maioria das curvas;
- d) Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), calculada pela expressão:  $AACPD = \sum(y_i + y_{i+1}) \cdot 2 \cdot d_{ti}$ , onde:  $y_i$  e  $y_{i+1}$  são os valores da severidade observados em duas avaliações consecutivas e  $d_{ti}$  o intervalo entre as avaliações (SHANER e FINNEY, 1977).

Os dados foram transformados em  $\sqrt{(x + 0,5)}$  e submetidos a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Adicionalmente, foi avaliada isoladamente a correlação entre as variáveis dos tratamentos curativo e preventivo do óleo de citronela pela análise de correlação de Pearson a 5% de probabilidade. Essas análises foram efetuadas com auxílio do programa SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas, Universidade Federal de Viçosa, MG, 2003).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O início do aparecimento dos sintomas do fungo ocorreu três dias após a inoculação, caracterizado pelo surgimento de manchas necróticas nas folhas e pecíolos, com predominância das manchas nas folhas mais jovens. Mais tarde, foram observados

encurtamento dos internódios, morte do broto apical e superbrotamento (Figura 1). Nenhum efeito fitotóxico do óleo foi verificado sobre as plantas na concentração utilizada.

Os componentes epidemiológicos da doença obtidos a partir do tratamento curativo encontram-se na Tabela 1. Observou-se diferença estatística significativa para as variáveis Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e Taxa de Progresso da Doença (TPD), sendo ambos maior na testemunha. O Índice de Doença Final (IDF) foi elevado para ambos tratamentos e auxiliado pelas condições de temperatura ( $28 \pm 2$  °C) e umidade ( $85 \pm 5\%$ ), favoráveis para o desenvolvimento do fungo. Carvalho (1971) estudou a fisiologia de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* utilizando isolados coletados em regiões algodoeiras do Estado de Goiás e verificou que a melhor temperatura para crescimento do fungo é de 28 °C e que abaixo de 15 °C e acima de 33 °C, o crescimento foi acentuadamente reduzido. Santos et al (1994), em Viçosa, Minas Gerais, observou que o maior aumento da incidência da ramulose em condições de campo foi verificado, aos 81 dias após a emergência, quando a umidade relativa e a temperatura mínima atingiram valores máximos de 90% e 18 °C, respectivamente. A paralisação da doença coincidiu com a escassez das chuvas e a redução da temperatura para 12,8 °C, demonstrando que tais variáveis climáticas são importantes no desenvolvimento da doença (SANTOS et. al., 1994). Aos 81 dias a severidade máxima da doença verificada foi igual para todos os tratamentos. Considerando a volatilidade dos óleos essenciais de plantas, uma nova aplicação do produto antes dessa data, poderia, teoricamente, implicar em um menor IDF que o verificado no tratamento testemunha.

Considerando-se os dados obtidos, verifica-se que, para fins curativos, o óleo de citronela tem efeito limitado na concentração utilizada neste estudo (2000 ppm), quando se observa o IDF (Tabela 1). Isso pode ter ocorrido devida a não atuação do óleo sobre as estruturas fúngicas quando no interior do tecido vegetal, colaborando para elevação do IDF.

A TPD obtida foi baixa para o tratamento curativo (2,9%) foi muito baixa em relação à testemunha (72,7%), verificando que a doença progrediu muito mais lentamente no tratamento cujas plantas entraram em contato com o óleo de citronela. Segundo Parlevliet (1979), valores baixos da taxa de progresso da doença (TPD) implicam em maior tempo para que a doença alcance níveis epidêmicos, caracterizando, desta forma, o comportamento de plantas com alta resistência horizontal.

Análises de correlações foram procedidas no ensaio curativo, verificando-se resposta positiva e significativa apenas entre AACPD x IDF (Tabela 2). Isso permite afirmar que ambos componentes epidemiológicos podem ser utilizados para avaliar o efeito curativo do óleo de citronela no controle da ramulose.

Não foi possível avaliar o período de incubação (PI) e o índice de doença inicial (IDI) para o tratamento curativo uma vez que as plantas tratadas apresentaram comportamento similar à testemunha, pois em ambos os casos, os sintomas começaram a aparecer ao terceiro dia após a inoculação, logo após a retirada da câmara úmida.

Os componentes epidemiológicos obtidos no ensaio de tratamento preventivo encontram-se na Tabela 3. Verificou-se diferença estatística significativa para todas variáveis estudadas entre os tratamentos e a testemunha. Com relação ao IDI o tratamento com óleo foi estatisticamente diferente do tratamento fungicida, sendo o primeiro mais eficiente que o segundo (Tabela 3). No geral, e considerando uma redução dos riscos à saúde humana e ao meio ambiente, o óleo de citronela foi mais eficiente que o fungicida, pela menor IDI e tão eficaz quanto ele pela semelhança nos valores dos demais componentes epidemiológicos (Tabela 3).

Através das correlações de Pearson, verificou-se que todas as variáveis avaliadas para o tratamento preventivo com óleo de citronela foram significativamente

correlacionadas com valores de  $r$  acima de 95% (Tabela 4). Este fato poderia indicar que qualquer uma das variáveis utilizadas neste trabalho poderia ser usada para avaliar o efeito do óleo de citronela sobre a ramulose do algodoeiro. Excepcionalmente, o período de incubação PI se correlacionou negativamente com todas as outras variáveis.

Adicionalmente, visando verificar se o uso preventivo do óleo de citronela influencia na produção de botões forais, registrou-se a produção dos mesmos pela planta durante a condução do ensaio. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística (Tabela 5) onde se verificou que o número de botões florais no tratamento preventivo com óleo de citronela foi estatisticamente semelhante ao tratamento com fungicida. O aumento na quantidade de botões florais com relação à testemunha foi de 87% e 69% para o tratamento preventivo com óleo de citronela e com fungicida, respectivamente. Neste aspecto, baseado nos dados obtidos, verifica-se que o óleo de citronela configura-se como uma alternativa interessante no controle preventivo de ramulose.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio institucional, a Embrapa Algodão pela concessão das sementes e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIRD, G. W.; EDENS, T.; DRUMMOND, F.; GRODEN, E.; Design of pest management systems for sustainable agriculture. In: FRANCIS, C. A.; FLORA, C. B.; KING, L. D. (Ed.) **Sustainable agriculture in temperate zones**. New York, John Wiley. P. 55-110. 1990.

BONALDO, S.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; J.R.; CRUZ, M.E.S.; PASCHOLATI, S.F. Inibição do crescimento micelial de fungos fitopatogênicos e indução de fitoalexinas por *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, v.23 (Suplem.), p. 229. 1998.

CARVALHO, L. P.; CARVALHO, J. M. F. C.; LIMA, E. F.; CAVALCANTE, F. B. Influência da concentração de esporos e da patogenicidade de *Colletotrichum gossypii* South. Var. *cephalosporioides* A. S. Costa e avaliação da resistência de cultivares e linhagens de algodoeiro herbáceo à ramulose. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 3, p. 395-402, 1971.

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**, v.2, n.23, p.593-598, out. 1984.

CIA, E.; FUZATTO, M. G.; PIZINATTO, M. A.; PETTINELLI, Jr., A.; PAULO, E. M.; ZIMBACK, L.; SILVA, M. A.; BORTOLETTO, N.; VASCONCELOS, A. S. A. Comportamento de novas linhagens na presença de doenças que ocorrem na cotonicultura

da região meridional do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 2., 1999, Ribeirão-Preto. **Anais**, Campina Grande: Embrapa – CNPA, 1999. p. 441-443.

CIA, E.; SALGADO, C.L. Doenças do algodoeiro (*Gossypium* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.(Ed.) **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p.42-52. 2005.

FREIRE, E.C.; SOARES, J.J.; FARIAS, F.J.C.; ARANTES, E.M.; ANDRADE, F.P.; PARO, H.; LACA-BUENDIA, J.P. **Cultura do algodoeiro no Estado de Mato Grosso**. Campina Grande, (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 23. 1997. 65p.

GASPARIN, M.D.G.; MORAES, L.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. Efeito do óleo essencial e do extrato bruto de alho (*Allium sativum*) no crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* e *Alternaria steviae*. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 21, Botucatu. (**Resumos**), p.102. 1998.

MCKINNEY, H. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 26, n. 5, p. 195-219, 1923.

PAIVA, F. A.; ASMUS, G. L.; ARAÚJO, A. E. **Doenças In: Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. p. 245-272. 2001.

PARLEVLIET, J. E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 17, p. 203-222, 1979.

PAULA JÚNIOR, T. J. de; MORANDI, M. A. B.; ZAMBOLIM, L.; SILVA, M. B. da. Controle Alternativo de Doenças de Plantas – Histórico. In: VENEZON, M; PAULA JÚNIOR, T. J. de; PALLINI, A. (Eds.). **Controle Alternativo de Pragas e Doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, p. 135-162, 2005.

RASSOLI, I.; MIRMOSTAFA, S. A. Bacterial susceptibility to and chemical composition of essential oils from *Thymus kotschyanus* and *Thymus persicus*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 2200-2205. 2003

SANTOS, G. R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; MAFFIA, L. A.; VIEIRA, J. M. Progresso e gradiente da ramulose do algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 390-393, 1994.

SALVATORI, R. K.; POVH, F. P.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; BERNARDO, R. Atividade antifúngica do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora*. In: **XXV Congresso Paulista de fitopatologia**, 2002, Esp. Santo do Pinhal. Programa e Resumos. Esp. Santo do Pinhal: CREUPI, v.1. p. 143-143. 2002.

SAWAHEL, W.A. Stable Genetic Transformation of Cotton Plants Using Polybrene-Spermidine Treatment. **Plant Molecular Biology Reporter**, v.19, p.377–377, 2001.

SHANER, G.; FINNEY, R. E.. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, St. Pauç, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

VALARINI, P.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; MELO, I.S. Potencial da erva medicinal *Cymbopogon citratus* no controle de fitopatógenos do feijoeiro. **Revista de Agricultura**, v. 69, n. 2, p. 139-50, 1994.

Figura 1: Sintomatologia da doença apresentada pelas plantas de algodão a partir do terceiro dia após a inoculação com *C. gossypii* var. *cephalosporioides*.



Tabela 1. Componentes epidemiológicos avaliados no tratamento curativo da ramulose com óleo de citronela

Tratamento	AACPD <sup>1</sup>	IDF (%) <sup>2</sup>	TPD (%) <sup>3</sup>
Curativo	67.76a	98 a	0.0298a
Testemunha	72.62 b	100a	0.7279b
C. V. (%)	17,06	11,04	10,89

<sup>1</sup>Área abaixo da curva de progresso da doença; <sup>2</sup>Índice de doença final (IDF); <sup>3</sup>Taxa de progresso da doença.

Tabela 2: Correlação entre os componentes epidemiológicos da ramulose do algodoeiro em relação ao efeito dos tratamentos curativo com óleo de citronela.

	AACPD	IDF	TPD
AACPD	-	0,63*	-0,33
IDF	-	-	0,31
TPD	-	-	-

\* Coeficiente de correlação de Pearson significativa a 5% de probabilidade.

Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Índice de doença final (IDF). Taxa de progresso da doença (TPD).

Tabela 3. Componentes epidemiológicos avaliados no tratamento preventivo da ramulose com óleo de citronela.

Tratamento	AACPD	PI	IDI (%)	IDF (%)	TPD
Preventivo	5.98 <sup>a</sup>	2.a	1a	11 <sup>a</sup>	0.7096a
Fungicida	16.64 <sup>a</sup>	4.7290a	8.b	20 <sup>a</sup>	0.7110a
Testemunha	72.62b	5.3160 b	50c	100 b	0.7279 b
C. V. (%)	26,20	12,21	17,97	26,60	29,89

Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Período de incubação (PI). Índice de doença inicial (IDI). Índice de doença final (IDF). Taxa de progresso da doença (TPD). Médias seguidas de mesma letra na coluna diferem significativamente (p=0,05) entre si pelo teste de Duncan.

Tabela 4: Correlação entre os componentes epidemiológicos da ramulose do algodoeiro em relação ao efeito do tratamento preventivo com óleo de citronela.

	AACPD	PI	IDI	IDF	TPD
AACPD	-	-0,98*	0,98*	0,99*	0,98*
PI	-	-	-0,95*	-0,98*	-0,97*
IDI	-	-	-	0,98*	0,97*
IDF	-	-	-	-	0,99*
TPD	-	-	-	-	-

\* Coeficiente de correlação de Pearson significativa a 5% de probabilidade.

Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Período de incubação (PI). Índice de doença inicial (IDI). Índice de doença final (IDF). Taxa de progresso da doença (TPD).

Tabela 5: Efeito dos tratamentos curativo e preventivo do óleo de citronela e do fungicida Cercobin na quantidade de botões florais das plantas de algodão submetidas aos mesmos.

Tratamento	Número de botões florais
Preventivo	8,6 a
Fungicida	7,8 a
Curativo	4,8 b
Testemunha	4,6 b
C. V. (%)	11,7

\*Para efeito de análise, os dados foram transformados em  $\sqrt{(X + 0,5)}$ .

Médias seguidas de mesma letra na coluna diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de Duncan.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ramulose se destaca como a principal doença fúngica que ocorre no algodoeiro em função das grandes perdas que tem ocasionado à cultura. A doença caracteriza-se pelo surgimento de manchas necróticas nas folhas e pecíolos, encurtamento dos internódios, morte do broto apical e superbrotamento. Seu agente etiológico sobrevive no solo de uma safra para outra, podendo também causar tombamento de pré e pós-emergência em plântulas.

Além do uso de cultivares resistentes, o controle da ramulose geralmente tem sido feito com plantio de sementes saudáveis ou com tratamento de sementes e plantas via utilização de fungicidas. Entretanto, em função da difícil disponibilidade de fontes de resistência e dos problemas sócio-ambientais provocados pelo uso indevido de agrotóxicos, novas alternativas de controle são investigadas como forma de minimizar esses efeitos.

O controle alternativo de doenças de plantas é visto como uma integração de medidas não poluentes que devem ser aplicadas de maneira preventiva objetivando a redução da intensidade de doença, aumento da produção, produtividade e melhoria na qualidade dos produtos agrícolas. Desta forma, muitas pesquisas têm objetivado a exploração da atividade biológica de compostos secundários presentes no extrato bruto ou óleos essenciais de plantas como uma forma efetiva de controle de doenças em plantas cultivadas. Nesse estudo, a maioria dos óleos testados atuou controlando o crescimento do patógeno com ação fungicida e/ou fungistática. O óleo de citronela foi o que mais se destacou apresentando um efeito significativo protegendo a planta de forma preventiva e tão eficiente quanto o fungicida testado. Inclusive permitindo um índice inicial da doença menor que nas plantas tratadas com fungicida.

Embora a maneira preventiva seja a mais recomendada para as medidas alternativas de controle, também se avaliou o efeito curativo do óleo de citronela em plantas com sintomas da ramulose. Nesse caso, apesar das plantas terem apresentado um índice final da doença igual ao tratamento testemunha, o óleo de citronela reduziu a área abaixo da curva e o progresso da doença, o que implica que o óleo atuou sobre a doença influenciando importantes componentes epidemiológicos que são levados em conta no que se refere ao controle de doenças de plantas.

Os resultados aqui obtidos contribuem de forma significativa para a redução dos riscos de intoxicação por parte dos agricultores que, muitas vezes, manuseiam produtos sintéticos sem nenhum treinamento que os qualifiquem para esse tipo de atividade.

No que se refere ao meio ambiente, como consequência da inabilidade de grande parte dos usuários de agrotóxicos, prejuízos ecológicos podem ser aqui também minimizados face aos óleos essenciais serem menos concentrados que os produtos sintéticos, serem orgânicos e facilmente degradados. Esse diferencial apresenta uma correlação positiva para com os anseios da sociedade em busca de melhor qualidade de vida.

Estudos adicionais necessitam agora ser realizados para comprovar a eficácia desse óleo sob condições de campo, quando então serão consideradas a atuação dos componentes ambientais que possam afetar tanto no desenvolvimento do patógeno quanto na eficácia do óleo.