

## Epidemiologia do Mofo-Preto e Danos na Produção do Cajueiro



## **República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*

Presidente

## **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

## **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**

### **Conselho de Administração**

*Luis Carlos Guedes Pinto*

Presidente

*Silvio Crestana*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Ernesto Paterniani*

*Hélio Tollini*

*Marcelo Barbosa Saintive*

Membros

### **Diretoria Executiva da Embrapa**

*Silvio Crestana*

Diretor-Presidente

*José Geraldo Eugênio de França*

*Kepler Euclides Filho*

*Tatiana Deane de Abreu Sá*

Diretores-Executivos

## **Embrapa Agroindústria Tropical**

*Lucas Antonio de Sousa Leite*

Chefe-Geral

*Caetano Silva Filho*

Chefe-Adjunto de Administração

*Ricardo Elesbão Alves*

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Vitor Hugo de Oliveira*

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1677-1907

Dezembro, 2005

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 23***

## **Epidemiologia do Mofo-Preto e Danos na Produção do Cajueiro**

José Emilson Cardoso  
Antonio Apoliano dos Santos  
Marlos Alves Bezerra  
José de Souza Neto  
Raimundo Nonato Martins de Souza

Fortaleza, CE  
2005

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agroindústria Tropical**

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

Caixa Postal 3761

Fone: (85) 3299-1800

Fax: (85) 3299-1803

Home page: [www.cnpat.embrapa.br](http://www.cnpat.embrapa.br)

E-mail: [sac@cnpat.embrapa.br](mailto:sac@cnpat.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical**

Presidente: *Valderi Vieira da Silva*

Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Membros: *Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo, Marlos Alves Bezerra, Levi de Moura Barros, José Ednilson de Oliveira Cabral, Oscarina Maria da Silva Andrade, Francisco Nelsieudes Sombra Oliveira*

Supervisor editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Revisão de texto: *Maria Emília de Possídio Marques*

Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*

Foto da capa: *José Emílson Cardoso*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

**1ª edição**

1ª impressão (2006) - 50 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP - Brasil. Catalogação-na-publicação

Embrapa Agroindústria Tropical

---

Epidemiologia do mofo-preto e danos na produção do cajueiro / José Emílson Cardoso...[et al.] – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005.

16p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 23).

ISSN 1677-1907

1. *Anacardium occidentale*. 2. Caju - doença - mofo-preto. I. Cardoso, José Emílson. II. Santos, Antonio Apoliano dos. III. Bezerra, Marlos Alves. IV. Souza Neto, José de. V. Souza, Raimundo Nonato Martins de. VI. Série.

---

CDD 634.5739

© Embrapa 2005

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	7
Introdução .....	9
Material e Métodos .....	10
Resultados e Discussão .....	12
Conclusões .....	15
Referências Bibliográficas .....	15

# Epidemiologia do Mofo-Preto e Danos na Produção do Cajueiro

---

*José Emilson Cardoso<sup>1</sup>*

*Antonio Apoliano dos Santos<sup>2</sup>*

*Marlos Alves Bezerra<sup>3</sup>*

*José de Souza Neto<sup>4</sup>*

*Raimundo Nonato Martins de Souza<sup>5</sup>*

## Resumo

O progresso do mofo-preto e as relações entre a severidade e a produção de castanha foram estudados durante três anos consecutivos. Os trabalhos foram conduzidos em Pacajus, CE, região de elevada incidência da doença. Três níveis de intensidade da doença foram provocados pela aplicação semanal, quinzenal e não aplicação dos fungicidas benomyl e oxicloreto de cobre, alternadamente. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três tratamentos, seis repetições com nove plantas por parcela e bordadura dupla. Antes do início do estudo, todas as plantas da área experimental foram desfolhadas, para se uniformizar o início da epifitotia. Análises de correlação e de regressão linear foram feitas, visando-se examinar as relações entre a produção e o mofo-preto, medido pelo índice de severidade (IS) ou pela área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os níveis máximos de severidade do mofo-preto foram alcançados no final do período chuvoso, o qual coincide com o início da floração do cajueiro. A produção de castanha foi significativamente reduzida pela severidade da doença nos três ciclos estudados. As percentagens de danos entre os três ciclos não foram significativamente diferentes e apresentaram uma média de 33,28%.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale*, *Pilgeriella anacardii*, progresso.

---

<sup>1</sup> Eng. agrôn., Ph. D., Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita 2.270, Pici, CEP 60511-110 Fortaleza, CE. E-mail: emilson@cnpat.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. agrôn., M.Sc., Embrapa Agroindústria Tropical. E-mail: apoliano@cnpat.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. agrôn., D.Sc., Embrapa Agroindústria Tropical. E-mail: marlos@cnpat.embrapa.br

<sup>4</sup> Economista, Ph.D., Embrapa Agroindústria Tropical. E-mail: jsneto@cnpat.embrapa.br

<sup>5</sup> Técnico Agrícola, Embrapa Agroindústria Tropical. E-mail: rmartins@cnpat.embrapa.br

# Epidemiology of Black Mould and Its Damage to Cashew Nut

---

## Abstract

The black mould progress and its relationship with cashew nut yield were studied for three consecutive years. The work was undertaken in coastal zone of Northeastern Brazil, highly affected by the disease. Three levels of disease intensity were obtained by weekly, fortnightly spraying of either benomyl or cupper oxichloride and unsprayed. The experiment was laid out in a completely randomized block design with 3 treatments, 6 replications, with 9 plants per plot and with double rows of trees as borders. Before the start of the treatment applications, all trees were completely defoliated to assure uniformity of epidemic starting. Correlation and regression coefficients were performed in order to examine the relationship between nut yield and black mould by using the severity index and the area under disease progress curve (AUDPC). The highest severity of black mould was reached by the end of raining period which coincides with the beginning of the flowering stage of trees. The monomolecular model was the best fitted to the obtained data. The yield was significantly reduced by disease severity in all three cycles. The highest correlation observed was at the beginning of flowering stage. Percentage of loss throughout the three years averaged 33%.

Index terms: *Anacardium occidentale*, *Pilgeriella anacardii*, progress.

## Introdução

O mofo-preto do cajueiro, *Pilgeriella anacardii* Arx & Müller, é uma doença de importância crescente no Litoral nordestino, principalmente com a expansão da área cultivada com o cajueiro-anão, notadamente mais suscetível que o cajueiro comum (Cardoso et al., 1994). Os sintomas da doença são caracterizados pelo crescimento de estruturas do fungo (micélio e conídios) na face inferior das folhas, na forma de colônias radiais, as quais, após coalescerem, assumem uma forma feltrosa, de coloração marrom-escura. A doença ocorre a partir do início do período chuvoso e atinge o ponto mais elevado, exatamente, ao término desse período, que coincide com o início do lançamento foliar do cajueiro (Cardoso et al., 2000).

A pulverização com fungicidas benzimidazoles e cúpricos é o único método de controle, atualmente, recomendado (Freire, 1991; Freire et al., 2002), embora essa prática ainda careça de estudos de otimização técnica e econômica.

Uma das condições básicas do sucesso de um estudo sobre danos à produção, em razão de doenças de plantas, reside na caracterização da epidemia, tendo em vista que os estudos de danos constituem um dos pontos finais da epidemiologia (Zadoks & Schein, 1979). As condições essenciais para os estudos de danos consistem na obtenção de epidemias em diferentes níveis de intensidade e representativas da situação comercial da cultura, preferencialmente em mais de um ciclo epidêmico, com cultivares comumente plantadas na região (Madden, 1983).

Os primeiros estudos epidemiológicos com o mofo-preto revelaram uma dependência do índice de precipitação pluvial para o seu progresso, entretanto, investigações subseqüentes são necessárias para a caracterização das epidemias (Cardoso et al., 2000).

Entre as limitações na implementação de programas de manejo integrado de doenças destacam-se a escassez de conhecimentos sobre o progresso da doença e os seus respectivos danos à produção. Danos são definidos como a diferença entre a produção obtida no campo e aquela que seria alcançada na ausência da doença (Zadoks & Schein, 1979).

Diversas metodologias de avaliação de danos relacionados às doenças têm sido relatadas (Romig & Calpouzos, 1970; Schneider et al., 1976; Teng & Johnson, 1988; Bergamin Filho, 1995), destacando-se o método da parcela experimental, que envolve a avaliação da produção com e sem a presença da doença ou, preferencialmente, vários níveis de severidade, como o mais usado (Madden, 1983).

A despeito dos inúmeros trabalhos desenvolvidos na caracterização e manejo do mofo-preto do cajueiro, nenhuma referência sobre os danos à produção, relacionados às epidemias desse patossistema, é encontrada na literatura.

Os objetivos deste trabalho foram estudar o progresso do mofo-preto e as relações entre a severidade e a produção de castanha.

## Material e Métodos

O estudo foi conduzido durante três ciclos epifitóticos (2002, 2003 e 2004) no Campo Experimental de Pacajus (CEP), da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado no Município de Pacajus, Ceará, entre as coordenadas geográficas 4° 10' de latitude, 38° 27' de longitude, com altitude de 60 m acima do nível do mar. O pomar experimental foi composto, integralmente, por plantas de cajueiro-anão, clone CP 76, altamente suscetível ao mofo-preto (Cardoso et al., 1994), plantadas em 30 de março de 1997, espaçadas de 6 x 3 m.

O manejo do solo, da água e das plantas foi estabelecido segundo recomendações consideradas adequadas à cultura (Barros et al., 1984).

Níveis diferenciados de intensidade da doença foram obtidos por meio de pulverizações semanais (Tratamento 1) e quinzenais (Tratamento 2) com benomyl 50% (30 g *i.a.*/100 L) alternado com oxicleto de cobre 50% de cobre metálico (175 g *i.a.*/100 L) e sem aplicação de fungicida (Tratamento 3). Visando uniformizar o período de lançamento foliar e, conseqüentemente, do início da epidemia, em dezembro de 2001 foi efetuada uma desfolha completa. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três tratamentos, seis repetições com nove plantas por parcela e bordadura dupla. As pulverizações foram feitas com pulverizador costal manual de 20 L, bico tipo "J:D12", jato cônico. A cada fungicida foi adicionado, antes da pulverização, 0,04% do espalhante adesivo alquil-fenol-poliglicoleter. As pulverizações foram iniciadas 30 dias após a referida desfolha.

Os dados de ocorrência e severidade da doença foram obtidos, mensalmente, durante cada ciclo epifitótico. Aplicou-se um critério visual de notas atribuídas a cada planta, com base em uma escala descritiva de severidade de sintomas, variando de 0 a 4 (Cardoso et al., 1999), sendo 0 = ausência de sintomas; 1 = presença de pequenas lesões de até 2 cm, cobrindo até 2% da área foliar avaliada; 2 = lesões maiores de 2 cm, cobrindo até 5% da área foliar avaliada; 3 = lesões coalescidas, cobrindo de 5% a 25% da área foliar avaliada e 4 = lesões grandes, maiores de 4 cm, cobrindo mais de 25% da área foliar avaliada. Todas as plantas de cada parcela foram avaliadas, individualmente, observando-se toda a extensão da copa. O índice de severidade do mofo-preto (ISMP) foi calculado pela fórmula  $ISMP = \sum(x_i \cdot n_i)/n$  onde  $x$  representa a nota da doença ( $x = 1, 2, 3$  e  $4$ ),  $n_i$  representa o número de plantas doentes com nota  $i$  na escala e  $n$  é o número total de plantas avaliadas. A média das notas das parcelas, para cada avaliação da doença, foi computada para análise, após transformada em  $\sqrt{x+0,5}$ . A severidade da doença foi plotada versus o tempo, a fim de se gerar a curva de progresso da doença por ciclo. A colheita foi feita, quinzenalmente, durante o período de safra (agosto a dezembro), computando-se a produção de castanha por parcela após o término de cada ciclo reprodutivo pela soma das colheitas.

Os valores mensais de precipitação foram obtidos na Estação Agrometeorológica do CEP, distante cerca de 200 m da área experimental. Os dados de produção, do ISMP e da AACPD foram correlacionados por ano e em conjunto, usando-se o pacote "Statistic Analysis System" (SAS).

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi calculada pela fórmula (Campbell & Madden, 1990):

$$AACPD = \sum_i^{n-1} (y_i + y_{i+1}) / 2X(t_{i+1} - t_i)$$

onde "n" é o número de avaliações,

"Y" é o índice de severidade do mofo-preto,

e "t" é o tempo (mês) de cada avaliação.

Análises de correlação e de regressão linear foram conduzidas com o objetivo de se examinar as relações entre a produção ou os danos à produção e o mofo-preto. A percentagem de danos foi determinada pela equação:

$$\% \text{Danos} = [( \text{Produção no tratamento 1} - \text{Produção no tratamento 3} ) / \text{Produção no tratamento 1}] \times 100.$$

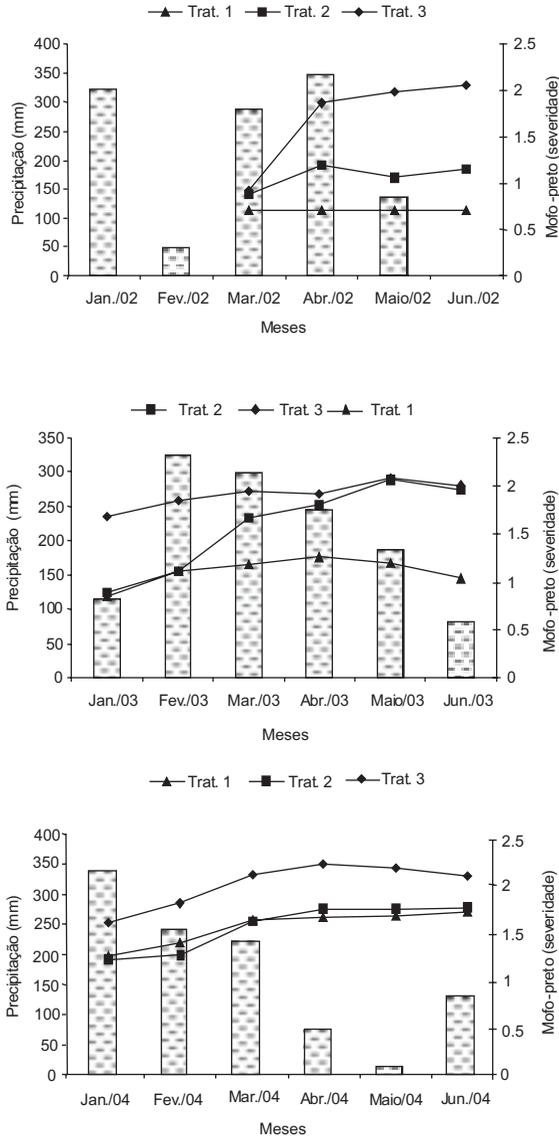
Os dados foram tabulados em planilhas no soft Excel e as análises estatísticas foram feitas, utilizando-se o pacote estatístico SAS.

## **Resultados e Discussão**

No primeiro ano do estudo, os sintomas iniciais do mofo-preto foram observados no final do mês de fevereiro, cerca de dois meses após a desfolha total das plantas, revelando a operação de desfolha como um método eficiente de uniformização do ciclo epifitótico, uma vez que, além de estabelecer o início da epidemia, certamente eliminou a interferência entre os tratamentos nos primeiros meses do estudo. Estudos anteriores relatam que a epidemia do mofo-preto é altamente relacionada com a precipitação pluvial (Cardoso et al., 2000), informações que sugerem que a desfolha deve ser feita no início do período chuvoso, a fim de que possam ser obtidos os resultados esperados. Os dados obtidos confirmam essa relação, sobretudo no primeiro ciclo (Fig. 1), quando foi feita a desfolha em dezembro, o volume de chuva foi elevado (> 300 mm) em janeiro, baixo em fevereiro (< 50 mm) e, conseqüentemente, a epidemia foi sustada em seu início até o retorno das chuvas (março).

Os níveis máximos de severidade do mofo-preto foram alcançados no final do período chuvoso, o qual coincide com o pico da floração do cajueiro. Esse aspecto sinaliza para severas perdas, pois uma maior demanda por fotossintatos certamente ocorre nesse período e, sendo o mofo-preto uma doença causada por um fungo biotrófico, os danos fisiológicos são mais intensos do que os físicos (Fig. 1).

A ocorrência do mofo-preto, medida tanto pelo índice de severidade como pela área abaixo da curva de progresso, bem como a produção de castanha atingiram resultados diferentes conforme os tratamentos. No que se refere à doença, apresenta-se de uma forma mais clara nos dois primeiros anos e à produção após o segundo ano (Tabela 1). Três níveis de intensidade foram obtidos com sucesso a partir dos tratamentos impostos às plantas, confirmando o efeito dos fungicidas benomyl e oxicloreto de cobre e suas freqüências de aplicações no controle da doença (Freire, 1991). A ocorrência da doença foi significativamente diferente entre os três tratamentos estudados durante os três anos. Os dados de



**Fig. 1.** Níveis de severidade do mofo-preto relacionados com a precipitação pluvial mensal nos anos estudados, 2002, 2003 e 2004. Trat. 1: parcelas submetidas a pulverizações semanais com fungicidas (benomyl e oxicloreto de cobre, alternados); Trat. 2: parcelas submetidas a pulverizações quinzenais; Trat. 3: em parcelas sem pulverizações.

severidade revelaram significantes diferenças entre o tratamento com pulverização semanal com fungicidas e o sem pulverização (Tabela 1).

A produção de castanha foi significativamente diferente entre os três tratamentos, destacando-se as parcelas não pulverizadas como as de produtividade inferior em todos os ciclos (Tabela 1).

A relação entre a severidade do mofo-preto e a produtividade do cajueiro pode ser usada na estimativa de ganhos decorrente do manejo (*e. g.* aplicação de fungicidas), para tanto uma fórmula para essa estimativa desenvolvida anteriormente (Bhathal et al., 2003) pode ser usada para esse patossistema. A fórmula é " $Y_t - Y_n = b(D_t - D_n)$ ", onde  $Y_t$  e  $Y_n$  são os rendimentos das parcelas tratadas e não tratadas, respectivamente;  $D_t$  e  $D_n$  são os valores da severidade da doença (valor da AACPD) das parcelas tratadas e não tratadas, respectivamente; e " $b$ " é a taxa de incremento da doença (no presente estudo é -0,107). As porcentagens de danos entre os três ciclos não foram significativamente diferentes e apresentaram uma média de 33,28%.

Os modelos de estimativa de danos causados pelo mofo-preto aqui apresentados podem ser incorporados a um sistema de manejo integrado, visando a tomada de decisão em programas de produção integrada de caju.

**Tabela 1.** Ocorrência de mofo-preto, medida em índice de severidade (ISMP) e área abaixo da curva de progresso (AACPD), e produção de castanha.

Tratamento <sup>(a)</sup>	ISMP <sup>(b)</sup>			AACPD			Produção (kg/ha)		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
T 1	0,710 A	1,110 A	1,417 A	0,99 A	38,63 A	89,39 A	1.028 A	1.719 A	1.791 A
T 2	1,076 B	1,638 B	1,424 A	18,20 B	133,72 B	105,71 B	907 AB	1.433 B	1.459 B
T 3	1,706 C	1,909 C	1,855 B	133,69 C	153,63 B	150,34 C	708 B	1.223 C	1.061 C

<sup>(a)</sup> T 1: parcelas submetidas a pulverizações semanais com fungicidas (benomyl e oxicleto de cobre, alternados); T 2: parcelas submetidas a pulverizações quinzenais; T 3: parcelas sem pulverizações.

<sup>(b)</sup> Médias seguidas verticalmente pela mesma letra não diferem estatisticamente de acordo com o teste Tukey ( $p=0,05$ ).

## Conclusões

O mofo-preto reduz, significativamente, a produção do cajueiro.

Os níveis máximos de severidade do mofo-preto são alcançados no final do período chuvoso (maio e junho).

## Referências Bibliográficas

BARROS, L.M.; ARAÚJO, F.E.; ALMEIDA, J.I.L.; TEIXEIRA, L.M.S. **A cultura do cajueiro anão**. Fortaleza: EPACE, 1984. 15p. (EPACE. Documentos, 3).

BHATHAL, J.S.; LOUGHMAN, R.; SPEIJERS, J. Yield reduction in wheat in relation to leaf disease from yellow (tan)spot and septoria nodorum blotch. **European Journal of Plant Pathology**, Kluwer, v.109, n.1, p.435-443, 2003.

BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos e perdas. In: BERGAMIN FILHO, A; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1995. v.1, cap. 33, p.672-709.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 1990. v.1, 532p.

CARDOSO, J.E.; CAVALCANTE, M.J.B.; CAVALCANTI, J.J.V., VIEIRA, A.C.F. Identificação de fontes de resistência em clones de cajueiro anão precoce às principais doenças foliares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. p.297.

CARDOSO, J.E.; CAVALCANTI, J.J.V.; CAVALCANTE, M.J.B.; ARAGÃO, M.L.; FELIPE, E.M. Genetic resistance of dwarf cashew (*Anacardium occidentale* L.) to anthracnose, black mold, and angular leaf spot. **Crop Protection**, Oxford, v.18, n.1, p.23-27, 1999.

CARDOSO, J.E. ; FELIPE, E.M.; CAVALCANTE, M.J.B.; FREIRE, F. das C.O.; CAVALCANTI, J.J.V. Precipitação pluvial e progresso da antracnose e do mofo-

preto do cajueiro (*Anacardium occidentale*). **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.26, n. 4, p.413-416, 2000.

FREIRE, F. das C.O. Controle químico do mofo preto (*Diplodidium anacardiacearum* Bat. & Cav. ) **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.4, p.53-55, 1991.

FREIRE, F. das C.O.; CARDOSO, J.E.; SANTOS, A.A.; VIANA, F.M.P. Diseases of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Brazil. **Crop Protection**, London, v.21, n.1, p.489-494, 2002.

MADDEN, L.V. Measuring and modeling crop losses at the field level. **Phytopathology**, St. Paul, v.73, p.1591-1596, 1983.

ROMIG, R.J.; CALPOUZOS, L. The relationship between stem rust and loss in yield of spring wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v.60, n.3, p.1801-1805, 1970.

SCHNEIDER, R.W.; WILLIAMS, R.J.; SIWCLAIR, J.B. Cercospora leaf spot of cowpea: Model for estimating yield loss. **Phytopathology**, St. Paul, v.66, n.1, p.384-388, 1976.

TENG, P.S.; JOHNSON, K.B. Analysis of epidemiological components in yield loss assessment. In: KRANZ J., ROTENS J. **Experimental techniques in plant disease epidemiology**, Heidelberg: Springer-verlag. 1988. p.179-189.

ZADOKS, J.C.; SCHEIN, R.D. **Epidemiology and plant disease management**. New York: Oxford University Press, 1979. v.1, 427p.

**Embrapa**

---

***Agroindústria Tropical***

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

