

ÍNDICE DE FAVORABILIDADE AGROMETEOROLÓGICA DE DOENÇAS APLICADO A RAMULOSE DO ALGODOEIRO¹

José Eduardo B. A. Monteiro², Paulo C. Sentelhas³, Ederaldo J. Chiavegato⁴, Ariana V. Silva⁵, Daniela M. Kubiak⁵

ABSTRACT - The objective of this work was to propose and test a favorability index for ramulose disease in cotton crop. The agrometeorological favorability index considering temperature and wetness (IF_{tm}) was calculated as the product of daily average temperature (°C) and the DPM (hours). Disease progress data were used to determine the growth rate. The IF_{tm} is a parameter that reduces at the same scale, temperature and wetness from different regions or years. In 2004, 25% of the days presented IF_{tm} equal or bigger than the average, while in 2005, 40% presented IF_{tm} equal or bigger than the average. In 2005 the disease progress growth rate ($r = 0,1849$) was bigger than in 2004 ($r = 0,1003$). The area under disease progress curve was 11,4 in 2004 against 25,8 in 2005. In the same period, the IF_{tm} totalized 10508 in 2004 and 13403 in 2005.

INTRODUÇÃO

A agricultura requer práticas cada vez mais eficientes, onde a tecnologia, na busca da alta produtividade, não prejudique o ambiente ou os seres que o habitam. Para que isto ocorra, é preciso conhecer, entender e respeitar a Ecologia como Ciência e o Agroecossistema como parte dessa Ciência (Zahler, 1991).

A ocorrência de pragas e doenças em áreas agrícolas tem sido agravada pelo uso inadequado de defensivos, o que contribui para o desenvolvimento da resistência dos organismos aos princípios ativos. É função do engenheiro agrônomo manter o equilíbrio entre nível de doença e medidas de controle a serem utilizadas (Zadoks & Schein, 1979). Este equilíbrio é a essência que está por trás do manejo integrado de doenças, no qual tanto falta quanto excesso de medidas de controle levam a prejuízos semelhantes (Lopes, 1994).

Hoje, os sistemas de produção carecem de tecnologias para um manejo mais racional de pragas e doenças, que permitam ou aumentem: a aplicação de defensivos no momento certo e na dosagem recomendada; a preservação dos inimigos naturais dos patógenos; a redução de pulverizações preventivas; a redução da contaminação dos alimentos pelos defensivos; e a redução dos custos de produção (Zahler, 1989).

Para este propósito, é indispensável a integração de diferentes áreas do conhecimento agrônomo, cujo objetivo é alcançar o máximo proveito da cultura com um mínimo de intervenção no ambiente. Este é o princípio da previsão agrometeorológica de doenças de plantas que, segundo Zahler (1991), pode ser conceituada como “a arte de definir em valores quantitativos os fatores que favorecem ou desfavorecem o desenvolvimento de uma doença...”.

orientando a tomada de decisão com relação ao uso de medidas de controle.

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi propor e testar um índice de favorabilidade para doenças de plantas aplicado à ramulose do algodoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em cultura de algodoeiro, cultivar Makina, cultivada em espaçamento de 0,90m e 10 plantas.m⁻¹ na linha, localizado em Piracicaba, SP, Brasil (lat. 22°42'S; long. 47°37'W; alt. 546 m), de dezembro a abril em 2003/2004 e 2004/2005.

Para a inoculação da cultura foram utilizados isolados de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, patógeno causador da ramulose do algodoeiro. A inoculação foi feita após o pôr do Sol, a fim de se favorecer o processo de infecção, com suspensão de inóculo, em concentração aproximada de 10⁵ conídios.mL⁻¹, pulverizada sobre todas as plantas de cada parcela.

A partir da inoculação, as avaliações da doença foram realizadas a cada sete dias, em plantas marcadas e disposição regular abrangendo toda a área experimental, exceto bordaduras, totalizando 120 plantas em 12 parcelas. A intensidade da ramulose foi inferida por meio de chave descritiva (Cia, 1977) considerando-se os graus: 1, ausência de sintomas; 2, apenas lesões necróticas nas folhas ou ramos; 3, comprometimento da região apical; 4, morte do meristema e superbrotaamento apical; 5, superbrotaamento com redução do porte da planta em relação às plantas sadias. Os dados de intensidade foram transformados para proporção de doença (x) de 0,0 (0%) a 1,0 (100%).

Os dados de temperatura e duração do período de molhamento (DPM) foram obtidos ao nível do dossel da cultura a partir de sensores eletrônicos, instalados na região central da área, conectados a um sistema automático de aquisição de dados, programado para leituras a cada 10 s e resumo pela média a cada 15 minutos.

O índice de favorabilidade agrometeorológica temperatura e molhamento (IF_{tm}) de cada dia foi calculado como o produto entre a temperatura média em graus Celsius e a DPM em horas do mesmo dia (Eq.1).

$$IF_{tm} = DPM \times T_{med} \text{ (hora.}^{\circ}\text{C)} \quad (1)$$

Para as análises comparativas entre 2004 e de 2005, o IF_{tm} foi dividido em 7 classes de frequência, para efeitos de análise de distribuição. Cada classe foi definida entre um intervalo de 79 unidades. Assim, a primeira classe, quando o valor do IF_{tm} diário é considerado “muito baixo”, está entre 0 e 79 hora.°C. A última classe entre 474 e 553 hora.°C, foi denominada

¹ Trabalho financiado pela FAPESP, SP, Brasil. (Processo: 013 590-3)

² Eng. Agrônomo MS, Doutorando (Física do Ambiente Agrícola), bolsista FAPESP. Depto. de Ciências Exatas, ESALQ, USP, CP 09, 13418-900, Piracicaba, SP, Brazil. (eduardo@esalq.usp.br)

³ Prof. Associado do Depto. de Ciências Exatas, ESALQ, USP. (pccsentel@esalq.usp.br) Bolsista CNPq.

⁴ Prof. Dr. do Depto. de Produção Vegetal, ESALQ, USP. (ejchiave@esalq.usp.br)

⁵ Eng. Agrônomo MS, Doutorando (Fitotecnia), Depto. de Produção Vegetal, ESALQ, USP. (avsilva@esalq.usp.br)

IF_{tm} "muito alto".

Foi utilizado o logito de x (Eq.2) para linearização da curva de progresso da doença e, conseqüentemente, para a determinação da taxa de crescimento da doença.

$$\text{Logito} = \text{Ln} \left[\frac{x}{1-x} \right] \quad (2)$$

Em seguida, foi ajustado o modelo logístico (Eq.3) para determinação da curva de progresso de doença estimada (x') e teste de ajuste (R²) aos dados observados por regressão linear simples.

$$x' = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{x_0} - 1 \right) \cdot e^{-rt}} \quad (3)$$

em que x' é a doença estimada, x₀ é a proporção inicial de doença, r é a taxa de crescimento da doença e t é o tempo em dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de molhamento e temperatura podem variar muito de um dia para outro, de modo que o IF_{tm} varia proporcionalmente, dificultando sua interpretação na escala diária. Por outro lado, é possível acumular o IF_{tm} para períodos maiores. A Figura 1 ilustra a variação do IF_{tm} acumulado nos 7 dias anteriores a cada data considerada (dias após inoculação). O resumo dos dados pelo total dos últimos 7 dias suavizou as oscilações diárias. No entanto, é interessante enfatizar, porém, que para aplicações práticas, o ideal é considerar o IF_{tm} na escala diária.

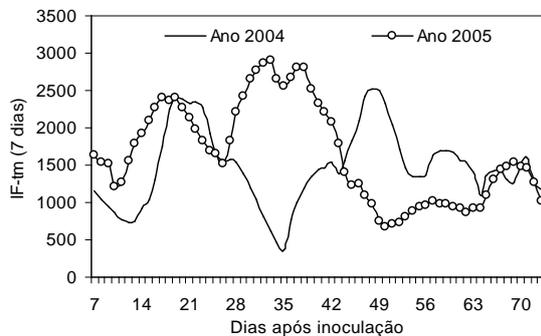


Figura 1. IF_{tm} medido junto ao dossel da cultura do algodoeiro, acumulado de 7 dias precedentes ao "n" dia após a inoculação.

As curvas de IF_{tm} apresentaram padrão semelhante às de DPM (dados não apresentados), já que, normalmente a magnitude de variação da DPM é maior que a da temperatura. Logo, o grau de favorabilidade à ocorrência de doenças depende mais da DPM do que da temperatura, embora esta última não possa ser desconsiderada.

A Figura 2 apresenta uma análise de distribuição de freqüência do IF_{tm} ao longo do ciclo do algodoeiro nos anos 2004 e 2005.

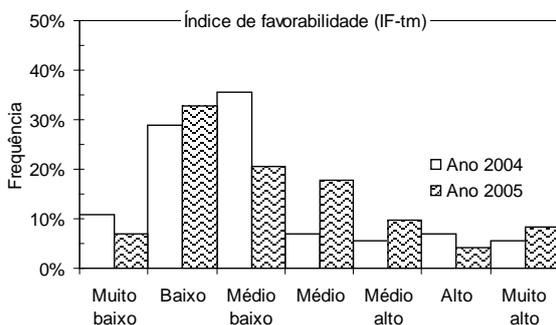


Figura 2. Freqüência relativa do IF_{tm}, medido junto ao

dossel da cultura, aos n dias após aparecimento dos primeiros sintomas, ano 2004 e 2005.

A freqüência foi dividida em sete classes de acordo com o IF_{tm} em 2004 e 2005. A análise em classes de distribuição de freqüência mostra claramente a diferença entre as condições dos dois anos analisados, em termos de dias com favorabilidade (IF_{tm}) acima e abaixo do IF_{tm} médio. Em 2004, do total de dias analisados após a inoculação, apenas 25% apresentaram IF_{tm} maior igual a média, enquanto que em 2005, 40% apresentaram IF_{tm} maior igual a média.

A Figura 3 ilustra a curva de progresso de ramulose observada e a estimada por modelo logístico nos experimentos de 2004 e 2005, ambos com bom ajuste, de R² = 0,9937 e R² = 0,9613, respectivamente.

Observa-se claramente que em 2005 a doença evoluiu muito mais rapidamente que em 2004. Nesse ano, a taxa de crescimento (r) da doença (x) determinada foi r = 0,1849, enquanto que em 2004 esta foi de apenas r = 0,1003.

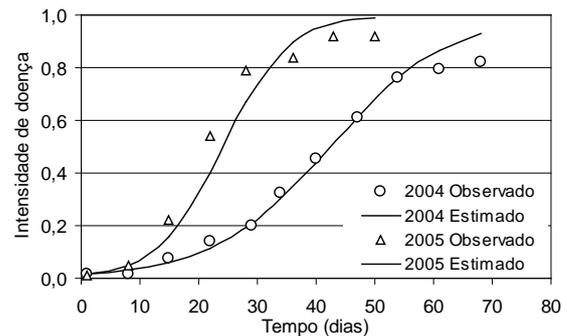


Figura 3. Intensidade de ramulose observada e estimada (modelo logístico) na cultura do algodoeiro, cultivar Makina, em 2004 e 2005, cidade de Piracicaba, SP.

Cinquenta dias após o aparecimento dos primeiros sintomas, a área sob a curva de progresso da doença totalizava 11,4 em 2004 contra 25,8 em 2005. No mesmo período, o IF_{tm} foi de 10508 hora.°C em 2004 e 13403 hora.°C em 2005.

O IF_{tm} se apresenta como uma ferramenta de análise que permite reduzir a uma mesma escala, condições distintas de temperatura e molhamento de anos e locais diferentes, podendo ser utilizado como parâmetro de comparação padrão entre as condições registradas em diferentes regiões ou safras.

REFERÊNCIAS

- Cia, E. Ocorrência e conhecimento das doenças de algodoeiro anual *Gossypium hirsutum* L. no Brasil. *Summa Phytopathologia* 3:167-193. 1977.
- Zadoks, J.C.; Schein, R.D. *Epidemiology and plant disease management*. Oxford: University Press, 1979. 427p.
- 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*, v. 20, p.143-151, 1994.
- Zahler, P.M.; Mota, F.S.; Agendes, M.O.O. *Previsão agrometeorológica no controle de doenças e pragas*. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1991. 54p.