

EFEITO DO MÍLDIO NA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS EM FRUTOS DO MELOEIRO

J. EMILSON CARDOSO, ANTONIO A. SANTOS & JULIO C. VIDAL

Embrapa Agroindústria Tropical, Cx. Postal 3761, CEP 60511-110, Fortaleza, CE, e-mail: emilson@cnpat.embrapa.br

(Aceito para publicação em 30/04/2002)

Autor para correspondência: J. Emilson Cardoso

CARDOSO, J.E., SANTOS, A.A. & VIDAL, J.C. Efeito do míldio na concentração de sólidos solúveis em frutos do meloeiro. *Fitopatologia Brasileira* 27:378-383. 2002.

RESUMO

O míldio causado por *Pseudoperonospora cubensis* se constitui em uma das mais importantes doenças do meloeiro (*Cucumis melo*) no Nordeste brasileiro, região que concentra mais de 80% da produção nacional de melão. Epidemias de míldio são referidas, constantemente, causando severas perdas na produção de frutos. O efeito da doença no teor de sólidos solúveis totais (SST), importante fator de aferição qualitativa do fruto, foi determinado em meloeiro do tipo amarelo inodoro sob condições naturais. Intensidades variáveis da doença foram obtidas, variando-se o período de cultivo e a aplicação de

fungicidas recomendados para o controle (tiofanato metílico + chlorotalonil, metalaxyl + mancozeb e oxicloreto de cobre). Os resultados revelaram que o aumento da severidade da doença resulta numa acentuada redução no teor de SST, proporcionando decréscimos de até 49%. Entre os parâmetros usados para se estimar os efeitos relacionados à doença, a área abaixo da curva de progresso da doença foi o mais eficiente, principalmente quando a pressão da doença aumentou.

Palavras-chave adicionais: *Pseudoperonospora cubensis*, *Cucumis melo*.

ABSTRACT

Effect of downy mildew caused by *Pseudoperonospora cubensis* on the total soluble solids content of melon

Downy mildew caused by *Pseudoperonospora cubensis* is one of the most important diseases of the melon (*Cucumis melo*) in the Northeast of Brazil, where more than 80% of national melon production is concentrated. Downy mildew epidemics are constantly occurring, causing severe losses in the production of melon fruits. The effect of the disease on the concentration of total soluble solids (TSS), an important measure of fruit quality, was determined under field conditions using a yellow, odorless type melon naturally infected with downy mildew. Variable

intensities of the disease were obtained by varying cultivation periods and applications of recommended fungicides for the control of the disease (methyl thiophanate + chlorothalonil, metalaxyl + mancozeb and copper oxichloride). The results revealed that increased severity of the disease leads to an accentuated reduction of TSS, causing losses up to 49%. Among the parameters used to estimate the effects of the disease, the area under the disease progress curve was the most efficient, mainly as disease pressure increased.

INTRODUÇÃO

Severas epidemias de míldio causado por *Pseudoperonospora cubensis* (Berk et Curtis) Rostovzev têm resultado na inviabilidade de cultivo do meloeiro (*Cucumis melo* L.), no período chuvoso, nas regiões produtoras do Ceará e Rio Grande do Norte, responsáveis por mais de 80% da produção nacional (Anuário, 1999). Trata-se de uma doença do tipo explosiva, que sob condições de umidade relativa elevada e água livre nas folhas, pode reduzir, sensivelmente, a área foliar e, conseqüentemente, a fotossíntese, provocando danos à produção (LeClerg, 1931; Kurozawa & Pavan, 1997). As medidas de controle recomendadas referem-se a aplicação preventiva dos fungicidas metalaxyl, mancozeb e chlorotalonil (Rego, 1995; Cardoso *et al.*, 2001). A eficácia de fungicidas protetores, entretanto, é reduzida em

cultivares muito suscetíveis, sob alta pressão de inóculo e em condições meteorológicas favoráveis ao patógeno (Thomas, 1998). Plantas não pulverizadas desfolham-se rapidamente, expondo os frutos à intensa insolação, causando danos à produção (LeClerg, 1931). A exposição dos frutos à intensa radiação solar na faixa equatorial, certamente produz queima na epiderme e alterações bioquímicas que podem produzir efeitos deletérios à qualidade dos frutos.

A concentração de sólidos solúveis totais (SST) constitui-se em uma das variáveis mais importantes para se medir a qualidade do fruto de melão. Os padrões de SST nos Estados Unidos da América, por exemplo, estabelecidos desde 1920 pelo Departamento de Agricultura (USDA) requerem teores maiores ou iguais a 9º Brix para qualificação comercial Nº 1 de frutos no mercado norte americano (Aulenbach & Worthington, 1974). A infecção

do meloeiro do tipo reticulado (*Cucumis melo* var. *reticulatus* Naudin) por *Alternaria cucumerina* (Ell & Ev.) Elliot alterou o processo de maturação do fruto e, conseqüentemente, reduziu a concentração de SST no suco do fruto fresco (Latin *et al.*, 1994). Investigações sobre o efeito do míldio na qualidade dos frutos do meloeiro, medido pela concentração de SST, são totalmente desconhecidas na literatura, sobretudo nas regiões de maior densidade de cultivo desta cucurbitácea no Brasil.

Estimativas de danos são raras na literatura, embora sejam necessárias para o embasamento de sistemas inteligentes da previsão e controle dessa doença, além de contribuir para racionalizar o uso de defensivos agrícolas, reduzir custos desnecessários à produção de melão, danos ao ambiente e proporcionar maior segurança alimentar ao consumidor.

Este trabalho teve como objetivo determinar o efeito da incidência e da severidade do míldio na concentração de sólidos solúveis totais de frutos do meloeiro em três épocas de cultivo na região Nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Campo Experimental do Curu em Paraipaba, CE, de propriedade da Embrapa Agroindústria Tropical, sob condições de infecção natural e em três períodos de cultivo: 6 de novembro de 2000 (Experimento A), 20 de fevereiro de 2001 (Experimento B) e 11 de maio de 2001 (Experimento C), representando o período inicial, central e final da estação chuvosa, respectivamente.

A área experimental consistiu de 20 fileiras de 20 m, espaçadas de 2 m, constituída de um Latossolo Amarelo, textura arenosa, plano e pH = 6,2. O sistema de irrigação usado foi o de gotejamento, utilizando-se gotejadores do tipo "in line", supridas com água do tipo C3/S1 e pH = 6,0.

As parcelas experimentais consistiram de aproximadamente 40 plantas, distribuídas em duas fileiras de 10 m, com 20 plantas cada. As parcelas foram casualizadas dentro de cada um dos quatro blocos.

As fileiras foram previamente adubadas com 120 g de P₂O₅ sob a forma de superfosfato simples + 10 g de FTE BR 12 (Zn =9%, B =1,8%, Cu =0,8%, Fe =3%, Mn = 2 % e Mo = 0,1%) + 3 l de esterco bovino curtido por metro linear. Duas sementes importadas do híbrido Gold Mine (Petoseed[®]) foram plantadas manualmente diretamente ao lado de cada gotejador. O desbaste foi realizado entre sete a dez dias, deixando-se uma planta por gotejador.

A adubação de cobertura obedeceu à recomendação para a cultura na região (UFC, 1993), sendo feita por água de irrigação, a qual obedeceu a uma planilha elaborada pela Embrapa Agroindústria Tropical, baseada na evaporação no tanque Classe "A". O volume de

precipitação foi medido em pluviógrafos instalados na estação meteorológica do Campo Experimental, distante 100 m da área experimental.

O controle preventivo de pragas resumiu-se a aplicação de 1,5 g de buprofezin (Applaud[®]) por litro, para controle da mosca minadora, de 3 ml de imidacloprid (Confidor[®]) por litro, para controle da mosca branca, no primeiro e segundo experimento e de 1,5 ml de endosulfan (Thiodan[®]) por litro, para controle da lagarta das folhas, no terceiro ensaio. O experimento foi mantido livre de plantas daninhas por capinas manuais.

Variações das intensidades das epidemias foram criadas nas parcelas pela aplicação dos fungicidas tiofanato metílico + chlorotalonil e do oxiclureto de cobre, no primeiro experimento e tiofanato metílico + chlorotalonil e metalaxyl + mancozeb, no segundo e terceiro experimentos, variando-se o número de aplicações (Tabela 1). Buscou-se estabelecer três níveis de intensidade de epidemias por ciclo: máximo de controle possível, controle intermediário e sem nenhum controle.

Os fungicidas foram aplicados via pulverizador costal manual de 20 l, usando hastes manuais de spray, bico J-12 cônico com componentes D3-25, proporcionando volume de 600 a 900 l/ha de calda. Uma fileira disseminadora, não tratada, foi deixada entre cada parcela para constituir a fonte de inóculo.

A incidência e a severidade do míldio foram avaliadas semanalmente, a partir da primeira detecção. Foi empregada uma escala diagramática visual de severidade variando de 0 a 4, cujos valores correspondiam a 0 = sem sintoma, 1 = 0,1 a 10% da área foliar afetada; 2 = 11 a 25% da área foliar afetada; 3 = 26 a 50% da área foliar afetada e 4 = acima de 50% da área foliar afetada. Os valores de severidade foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$

TABELA 1 - Descrição dos tratamentos usados para o estabelecimento de níveis diferenciados de severidade das epidemias nas respectivas épocas de cultivo do meloeiro (*Cucumis melo*)

| Período de cultivo | Abreviatura | Tratamento ^X | Número de aplicações/ciclo |
|---------------------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| Nov/2000 a Jan/2001 | EXP. A | Clor. + T.M. | 7 |
| | | Oxic. Cobre | 7 |
| | | Água | - |
| Fev a Abr/2001 | EXP. B | Met. + Manc. | 7 |
| | | Clor. + T.M | 7 |
| | | Água | - |
| Maio a Jul/2001 | EXP. C | Met. + Manc | 7 |
| | | Met. + Manc | 4 |
| | | Água | - |

^(X) Clor. + T.M. = clorotalonil + tiofanato metílico; Oxic. Cobre = oxiclureto de cobre; Met. Manc. = metalaxyl + mancozeb

para análises posteriores.

Os frutos foram colhidos no estágio ideal de maturação (Dusi, 1992), contados e pesados por parcela. As determinações da concentração de SST foram feitas imediatamente após a colheita, utilizando-se uma fatia do fruto descascado de 4 cm de largura, através de um refratômetro digital manual (Marca: Atago, Modelo N-50E). Em todos os casos, dois frutos de cada parcela foram selecionados para essa determinação.

As parcelas que constituíam o controle máximo, ou seja, com menor índice de severidade da doença em cada ciclo, foram consideradas como padrões para cálculo da proporção de redução da concentração de SST. Modelos de redução da concentração de SST devido ao míldio foram desenvolvidos com base no maior ajuste do coeficiente de determinação (R^2) e do valor F (variância da regressão míldio – SST dividida pela variância do erro).

As variáveis selecionadas para o desenvolvimento dos modelos foram: severidade da doença durante cinco - seis estágios, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e a taxa aparente de infecção (r) (ou taxa de incremento da doença – linearizada) (Campbell & Madden, 1990). As curvas de progresso da doença e os seus respectivos modelos ajustados foram determinados, usando o pacote estatístico SISVAR. As variáveis foram estimadas por epidemia e comparadas por ciclo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros sintomas de míldio foram observados aos 36, 24 e 31 dias após o plantio nos experimentos A, B e C, respectivamente. O volume de precipitação nos períodos de cultivo foram de 40 mm, 426 mm e 112 mm nos experimentos A, B e C, respectivamente, sendo a distribuição concentrada no final do ciclo do EXP. A (oito dias de chuva), por todo o ciclo nos EXP. B (45 dias de chuva) e C (21 dias de chuva). As curvas de progresso da doença foram elaboradas para cada uma das três intensidades de epidemias em cada experimento (Figura 1). Apenas no segundo experimento (EXP. B), o controle do míldio nas parcelas pulverizadas, semanalmente, com metalaxyl + mancozeb foi total durante todo o ciclo.

De acordo com as estimativas do coeficiente de determinação (R^2) e do valor F de significância, após os 40 dias do plantio, houve maior impacto na concentração de SST, principalmente nos EXP.'s B e C (Tabela 2). O valor F não parece ser um bom parâmetro para avaliar o efeito do míldio na concentração de SST, porquanto não revelou grandes diferenças nos intervalos de confiança em nenhum dos estágios do desenvolvimento da epidemia. O estágio ideal para avaliar a severidade do míldio, visando inferir sobre a concentração de SST, parece estar relacionado com o terço final do ciclo que corresponde a fase de maior concentração de açúcares solúveis nos frutos. No EXP. A, a doença iniciou-se muito tardiamente em

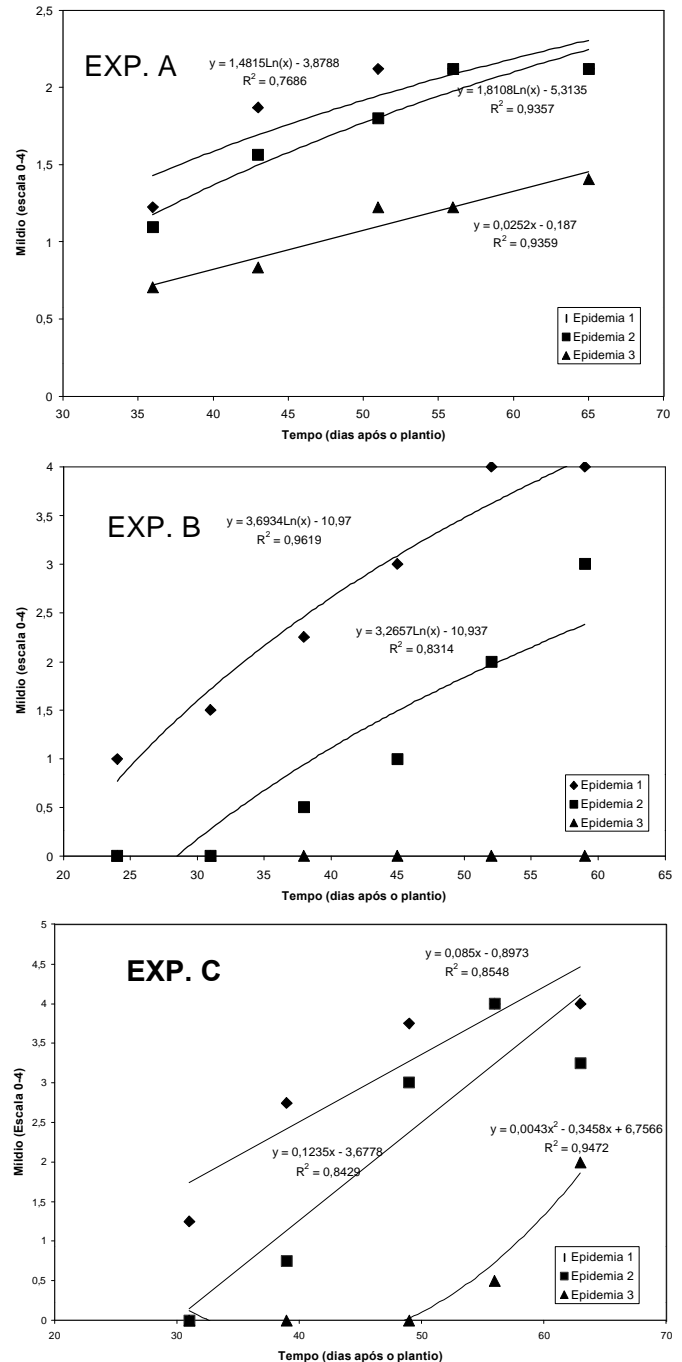


FIG. 1 - Curvas de progresso do míldio em três epidemias e em três épocas de cultivo do meloeiro (*Cucumis melo*): Novembro/2000 a Janeiro/2001 (EXP. A); Fevereiro-Maio/2001 (EXP. B) e Maio-Julho/2001 (EXP. C).

relação aos outros dois, além de alcançar uma menor intensidade, face ao baixo índice de precipitação nesse período. Isto provocou um efeito baixo ou quase nulo do míldio na concentração de SST.

Os valores de r linearizados variaram de zero (EXP. B, controle máximo) a 0,737 (EXP. A, com controle

TABELA 2 - Estimativa de parâmetros estatísticos do impacto da severidade do míldio causado por *Pseudoperonospora cubensis*, por estágio (dias após o plantio) fenológico na concentração de sólidos solúveis de frutos de melão (*Cucumis melo*)

| Estádio fenológico (dias após plantio) | Concentração de Sólidos Solúveis Totais | |
|--|---|---------|
| Experimento A | R ² | F(♦) |
| 36 | 0,4941 | 9,77** |
| 43 | 0,2639 | 3,59ns |
| 51 | 0,3857 | 6,28* |
| 56 | 0,2111 | 2,68ns |
| 65 | 0,2237 | 2,88ns |
| Experimento B | R ² | F |
| 24 | 0,6621 | 50,62** |
| 31 | 0,5791 | 13,76** |
| 38 | 0,5764 | 13,61** |
| 45 | 0,7206 | 25,79** |
| 52 | 0,6838 | 21,62** |
| 59 | 0,5481 | 12,13** |
| Experimento C | R ² | F |
| 31 | 0,4775 | 9,13* |
| 39 | 0,5884 | 14,30** |
| 49 | 0,6838 | 21,63** |
| 56 | 0,6767 | 20,93** |
| 63 | 0,7702 | 33,51** |

♦ Valores de F seguidos por um e dois asteriscos representam limites de confiança acima de 95% e 99%, respectivamente, enquanto que os seguidos por "ns" não foram significativos.

parcial) e os valores da AACPD variaram de zero (Exp. B, controle máximo) a 441 (EXP. C, sem controle) (Tabela 3). As perdas na concentração de SST guardam uma estreita correlação positiva tanto com a AACPD (coeficientes de regressão de 0,763; 0,931 e 0,995, nos EXP. A, EXP. B e EXP. C, respectivamente) como com a *r* (coeficientes de regressão de 0,911; 0,629 e 0,996, nos EXP. A, Exp. B e Exp. C, respectivamente). Embora a *r* possa ser usada na representação do modelo de relacionamento entre danos e doenças aqui encontrado, a AACPD é a melhor variável, pela precisão, em todas as epidemias. Latin (1992) apresentou como limitação deste modelo a impossibilidade de distinguir entre epidemias de diferentes severidades com valores da AACPD semelhantes, tais como epidemias leves durante todo o ciclo em relação a epidemias severas que iniciam ao final do ciclo. Este inconveniente, porém, não parece ser importante neste trabalho, posto que, o efeito maior do míldio na concentração de SST foi observado quando a severidade ocorreu no terço final do ciclo. Uma maior severidade da doença resultou na redução da concentração de SST. Este fato, evidentemente, decorre da menor interferência relativa de outros fatores

TABELA 3 - Descrição dos tratamentos e caracterização das epidemias, usando a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), a taxa aparente de infecção (*r*), as concentrações de sólidos solúveis totais (SST) e as reduções dos SST nos frutos de melão (*Cucumis melo*)

| Experimento | Tratamento | AACPD | <i>r</i> | SST (°Brix) | % Redução SST |
|-------------|--------------|--------|----------|-------------|---------------|
| EXP. A | S/CONTROL | 287,76 | 0,091 | 7,5 | 20,65 |
| | CONT.PARCIAL | 266,02 | 0,737 | 8,2 | 42,39 |
| | CONT.MÁXIMO | 162,07 | 0,025 | 9,2 | 0,00 |
| EXP. B | S/CONTROL | 308,59 | 0,140 | 7,7 | 49,62 |
| | CONT.PARCIAL | 196,43 | 0,087 | 9,7 | 27,11 |
| | CONT.MÁXIMO | 0,00 | 0,000 | 10,5 | 0,00 |
| EXP. C | S/CONTROL | 441,89 | 0,445 | 4,9 | 27,32 |
| | CONT.PARCIAL | 350,99 | 0,328 | 7,1 | 8,08 |
| | CONT.MÁXIMO | 200,36 | 0,394 | 9,8 | 0,00 |

relacionados com a produção e qualidade do fruto, à medida que a severidade do míldio aumenta. Os valores encontrados de SST variaram de 4,9 a 10,5 °Brix (Tabela 3), variando conforme a severidade da doença. Os tratamentos com controle máximo do míldio sempre apresentaram valores superiores ao exigido pelo mercado internacional (Aulenbach & Worthington, 1974).

A análise de regressão entre a severidade do míldio e a concentração de SST em frutos revelou uma relação inversa em todas as epidemias analisadas, sugerindo a plotagem dos parâmetros referente à doença como a severidade média durante todo o ciclo e a AACPD versus a proporção de redução da concentração de SST, considerando as médias com menores índices como zero (Figura 2). Todas essas regressões revelaram valores do coeficiente de crescimento linearizado significativamente maior do que zero ($P = 0,05$), demonstrando uma relação altamente positiva entre a redução da concentração de SST e a doença. O experimento conduzido no final do período chuvoso (EXP. C) apresentou o maior grau de determinação medido pelo R² em relação aos experimentos nos outros dois períodos (Figura 2).

Independentemente de qual variável for usada para comparação entre a severidade do míldio e a concentração de SST, torna-se evidente que o aumento da severidade resulta numa acentuada redução na concentração de SST, principalmente sob uma maior pressão da doença.

O emprego do termo proporção (ou porcentagem) de danos baseado na concentração de SST das parcelas experimentais com menor severidade da doença tem sido relatado na literatura (Latin, 1992; Latin *et al.*, 1994). Trabalhos anteriores registram danos quantitativos associadas às doenças do meloeiro (Middleton & Whitaker 1946; Thomas, 1983), entretanto, apenas Latin *et al.* (1994) desenvolveram trabalhos visando estimar perdas

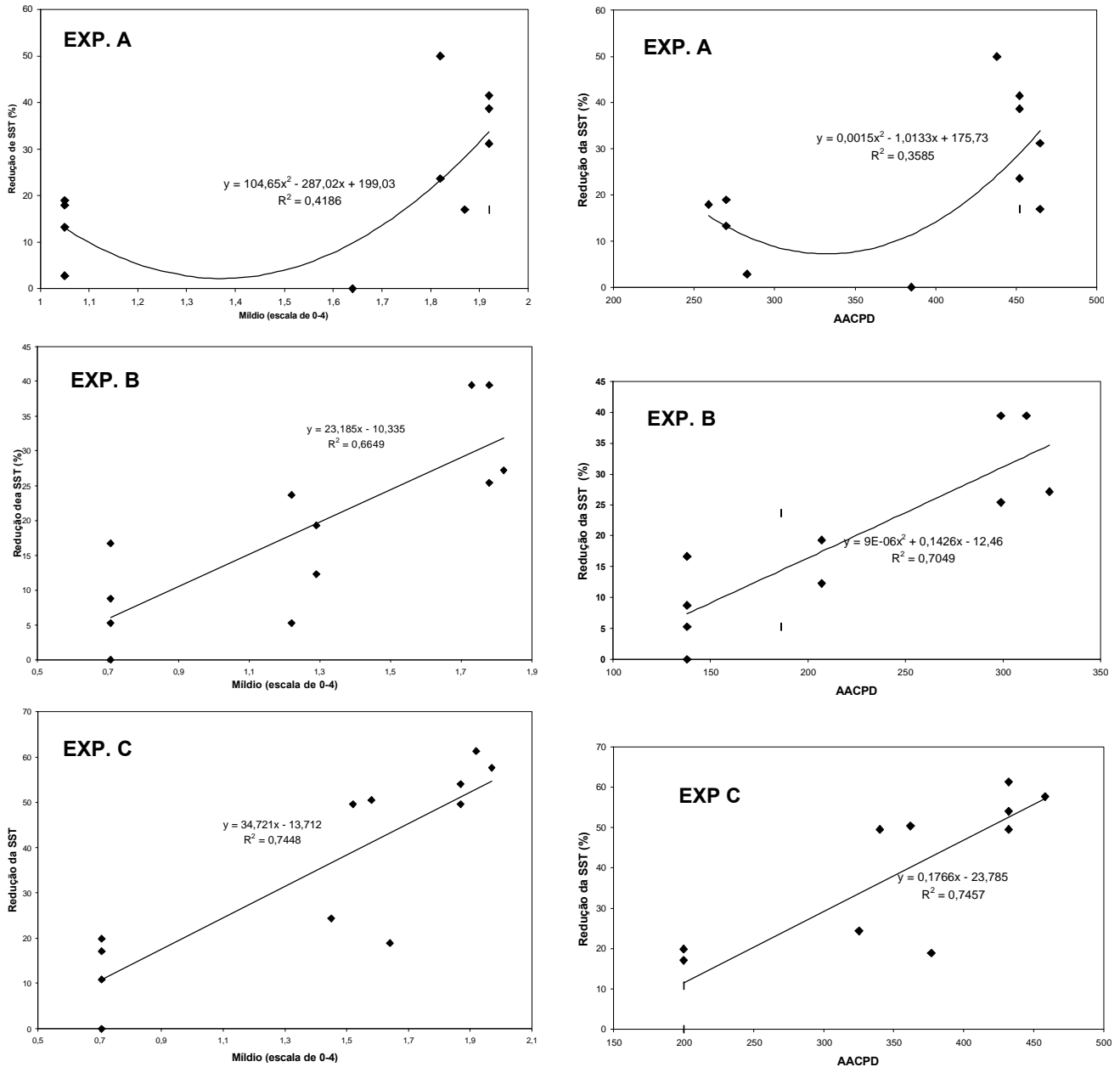


FIG. 2 - Relação entre perdas na Concentração de Sólidos Solúveis Totais (SST) em frutos do meloeiro (*Cucumis melo*) e a severidade do míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em três experimentos: Novembro/2000 a Jan/2001 (EXP. A); Fevereiro-Maio/2001 (EXP. B) e Maio-Julho/2001 (EXP. C)

qualitativas nos frutos devido à queima de alternária. Este trabalho soma-se aos poucos que apresentam resultados numéricos de danos de qualidade devido à doença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULENBACH, B.B. & WORTHINGTON, J.T. Sensory evaluations of muskmelon: Is soluble solids content a good quality index? HortScience 9:136-137. 1974.
 CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. Introductions to plant disease

epidemiology. New York. John Wiley & Sons Inc. 1990.
 CARDOSO, J.E., SANTOS, A.A. dos, VIDAL, J.C., BADU, F.O., VIANA, F.M.P. & FREIRE, F.C.O. Eficiência de Tiofanato Metílico e Clorotalonil no controle do míldio do meloeiro. Fortaleza, CE. EMBRAPA/CNPAT. Comunicado Técnico, 55. 2001.
 DUSI, A.N. Melão para exportação - aspectos técnicos da produção. Brasília: DENACOOP. FRUPEX. Publicações Técnicas, 1. 1992.
 ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, V.59. 1999.

- KUROZAWA, C. & PAVAN, M.A. Doenças das cucurbitáceas (abóbora, abobrinha, chuchu, melancia, melão, moranga, pepino). In: Kimati, H., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. & Rezende, J.A.M. (Eds.). Manual de Fitopatologia. São Paulo, SP, Editora Agronômica Ceres. 1997. pp. 325-337.
- LATIN, R., RANE, K.K. & EVANS, J.K. Effect of *Alternaria* leaf blight on soluble solids content of muskmelon. *Plant Disease* 78:979-982. 1994.
- LATIN, R.X. Modeling the relationship between *Alternaria* leaf blight and yield loss in muskmelon. *Plant Disease* 76:1013-1017. 1992.
- LECLERG, E.L. The relation of leaf blight to sunscald of honeydew melons. *Phytopathology* 21:97-98. 1931.
- MIDDLETON, J.T. & WHITAKER, T.W. Some diseases of cantaloupes and honeydew melons observed in southern California. *Plant Disease* 30:374. 1946.
- REGO, A.M. Doenças causadas por fungos em cucurbitáceas. *Informe Agropecuário* 17:48-54. 1995.
- THOMAS, C.E. Fungicide applications based on duration of leaf wetness periods to control *alternaria* leaf blight of cantaloup in South Texas. *Plant Disease* 67:145-147. 1983.
- THOMAS, C.E. Downy Mildew. In: Zitter, T.A., Hopkins D.L. & Thomas C.E. (Eds.). *Compendium of cucurbit diseases*. St. Paul -APS- Press. 1998. pp. 25-25.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará*. Fortaleza, CE. 1993.