

VALIDAÇÃO DE DOIS SISTEMAS DE PREVISÃO PARA A QUEIMA DAS FOLHAS DA CENOURA*

ROSEMARI T. SOUZA**, CARLOS A. FORCELINI, ERLEI M. REIS & EUNICE O. CALVETE

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Cx. Postal 611, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS, fone/fax (54) 316-8151, e-mail: forcelini@upf.tche.br; reis@upf.tche.br; calveteu@upf.tche.br

(Aceito para publicação em 20/11/2001)

Autor para correspondência: Carlos A. Forcelini

SOUZA, R.T., FORCELINI, C.A., REIS, E.M. & CALVETE, E.O. Validação de dois sistemas de previsão para a queima das folhas da cenoura. *Fitopatologia Brasileira* 27:087-090. 2002.

RESUMO

Através de quatro experimentos realizados em campo, no período de setembro/98 a dezembro/99, avaliou-se a aplicabilidade de dois sistemas de previsão no controle da queima das folhas da cenoura (*Daucus carotae*). Seis esquemas de aplicação de fungicida (protetor ou sistêmico), baseados no acúmulo de valores diários de severidade (VDS) para *Alternaria dauci* ou equivalentes de infecção (EI) para *Cercospora carotae*, foram comparados a dois calendários fixos de tratamento e uma testemunha sem fungicida. Enquanto o número de VDS registrados por um coletor eletrônico (Colpam) variou de 25 a 94 por ciclo da cultura, nenhum EI foi detectado ao longo dos quatro experimentos. Com a adoção do sistema de VDS, o número de aplicações do fungicida protetor clorotalonil diminuiu de 7,5 (fixo, sete dias) para 3,5 (VDS 3-5),

2,7 (VDS 6-8) e dois (VDS 9-11) por cultivo. Nas mesmas condições, o fungicida sistêmico metconazole foi aplicado 3,7 (fixo, 14 dias), 2,5 (VDS 3-5), 1,7 (VDS 6-8) e 1,5 (VDS 9-11) vezes. A relação entre a área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) e o peso de raiz foi significativa em dois experimentos ($P = 0,005$ e $0,016$). Quanto ao rendimento de raízes, o limiar de 3-5 VDS igualou-se ao esquema de calendário fixo em 3/4 das situações. Portanto, nas condições locais, o controle da queima das folhas pelo sistema de VDSs está condicionado ao limite de 3-5 VDS e à utilização de fungicidas sistêmicos com eficácia igual ou superior à do metconazole.

Palavras-chave adicionais: *Alternaria*, *Cercospora*, controle.

ABSTRACT

Validation of two forecast systems for carrot leaf blight

Four field experiments were conducted in 1998 and 1999 to evaluate the reliability of two forecast systems for carrot (*Daucus carotae*) leaf blight. Six fungicide spray programs based on accumulation of daily severity values (VDS) or infection equivalence values (EI) were compared to two calendar-based spray programs and one non-sprayed control. A data logger placed among carrot plants recorded 25 to 94 VDSs for *Alternaria dauci* and zero EI for *Cercospora carotae*. With the VDS-based system, sprays of the protectant fungicide chlorothalonil were reduced from 7.5 (7-day schedule) to 3.5 (VDS 3-5), 2.7 (VDS 6-8), and

2 (VDS 9-11) per crop cycle. Under the same conditions the systemic fungicide metconazole was sprayed 3.7 (14-day schedule), 2.5 (VDS 3-5), 1.7 (VDS 6-8), and 1.5 (VDS 9-11) times. The relationship of AUDPC to root weight was significant in two experiments ($P = 0.005$ to 0.016). Considering the results on root yield, the 3-5 VDS system equalled the calendar-based programs in 3/4 of the cases. Therefore, control of carrot leaf blight in local conditions may be based on such a system and systemic fungicides with efficacy similar to or higher than metconazole should be used.

A queima das folhas da cenoura (*Daucus carotae* L.), causada por *Alternaria dauci* (Kühn) Groves & Sholko e/ou *Cercospora carotae* (Passerini) Solheim, é uma das principais doenças da cultura. Seu controle baseia-se na utilização de cultivares resistentes, rotação de culturas, tratamento de sementes e aplicação de fungicidas (Fancelli, 1997). Em cultivares suscetíveis, como as do grupo Nantes, o uso de fungicidas é a principal forma de controle da doença (Fancelli

& Kimati, 1990; Fancelli, 1997).

Aplicações de fungicidas em cenoura obedecem a um calendário fixo de sete a dez dias (Fancelli, 1997) e variam de cinco a nove por safra. Em situações extremas, como os cultivos em verões chuvosos, esse número pode atingir 50 por safra (Reifschneider *et al.*, 1984). O uso intensivo do controle químico pode induzir ao surgimento de linhagens resistentes a certos fungicidas (Fancelli & Kimati, 1990), além de aumentar os custos de produção e a poluição ambiental.

Modelos de previsão de epidemias têm sido utilizados

*Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor. FAMV/UPF (2000).

** Bolsista da Capes

com o objetivo de otimizar o controle de doenças. Gillespie & Sutton (1979) desenvolveram um sistema no qual o controle químico de *A. dauci* é realizado com base no acúmulo de valores diários de severidade (VDS), baseados em combinações de temperatura e períodos de molhamento foliar favoráveis à infecção. Abraham *et al.* (1996) criaram sistema semelhante para *C. carotae*, onde as aplicações de fungicida são recomendadas quando há um acúmulo de 14-18 equivalentes de infecção (EI), também determinados pela temperatura e duração do período de molhamento foliar. Em plantios comerciais no Canadá, esses sistemas permitiram reduzir de 33 a 45% os tratamentos requeridos, sem comprometer o controle da queima das folhas.

As características das cultivares de cenoura, assim como de seus patógenos, podem variar em função da região de cultivo, razão pela qual os sistemas de previsão necessitam ser avaliados localmente. Por este motivo, este trabalho objetivou validar os sistemas de Gillespie & Sutton (1979) e de Abraham *et al.* (1996) nas condições de Passo Fundo, RS.

Os trabalhos foram conduzidos na FAMV/UPF, no período de setembro/98 a dezembro/99, representando quatro épocas de semeadura: 27/9/98 (Experimento I), 23/4/99 (Experimento II), 13/5/99 (Experimento III) e 11/8/99 (Experimento IV). Em todas as épocas, adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições (canteiros de 1,2 x 5 m). A cultivar Carandaí foi utilizada no Experimento II e a Nantes nos demais. A duração do período de molhamento foliar e a temperatura no dossel das plantas foram monitorados a partir da emergência das plântulas, através de um coletor eletrônico digital (Colpam 40, Elomed Ind. Equip. Eletr. Ltda, Passo Fundo, RS), programado com os valores diários de severidade (VDS) sugeridos por Gillespie & Sutton (1979) e os equivalentes de infecção (EI) propostos por Abraham *et al.* (1996). As leituras do aparelho foram realizadas diariamente, à tarde, ao longo do ciclo da cultura.

Nove esquemas de aplicação de fungicidas foram testados quanto ao controle da queima das folhas. Com exceção da testemunha sem fungicida, a primeira aplicação dos tratamentos ocorreu quando a incidência foliar média da doença atingiu 2%. A reaplicação obedeceu aos seguintes critérios: **i.** aplicação de fungicida protetor (clorotalonil 50 PM, a 0,2% do produto comercial) a cada sete dias; **ii.** fungicida sistêmico (metconazole 90 SL, 0,75% do produto comercial) a cada 14 dias; **iii.** fungicida protetor após 3-5 VDSs ou 10 EIs; **iv.** fungicida sistêmico após 3-5 VDS ou 10 EIs; **v.** fungicida protetor após 6-8 VDSs ou 14 EIs; **vi.** fungicida sistêmico após 6-8 VDS ou 14 EIs; **vii.** fungicida protetor após 9-11 VDSs ou 18 EIs; **viii.** fungicida sistêmico após 9-11 VDS ou 18 EIs. O acúmulo de VDSs ou EIs só foi considerado após sete dias da aplicação anterior do fungicida protetor ou 14 dias do sistêmico. As aplicações foram suspensas pelo menos 15 dias antes da colheita.

A incidência e a severidade da doença foram avaliadas em cada parcela, em linha central (aproximadamente 15

plantas e 135 folhas) marcada e examinada a cada quatro-sete dias, sem remoção das folhas. Para determinação da severidade, desenvolveu-se uma escala constituída das classes 1 = ausência de sintomas, 2 = 1-10%, 3 = 11-40%, 4 = 41-70% e 5 = 71-100%. O número de folhas em cada classe foi multiplicado pelo seu ponto médio (0, 5, 25, 55 ou 85%) para obtenção da média de cada amostra. Ao longo do experimento, a incidência e severidade foram integralizadas como área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) através da fórmula $AACPD = \sum \{[(y_1 + y_2)/2] * \Delta t\}$, onde y_1 e y_2 são duas avaliações sucessivas e Δt , o intervalo de tempo entre elas.

A colheita foi realizada de forma escalonada em um período de até 14 dias. Duas vezes por semana, as plantas eram arrancadas manualmente, lavadas e pesadas para determinação do peso médio da raiz.

Os tratamentos (fatores qualitativos) foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis analisadas foram a AACPD para incidência e severidade e o peso médio da raiz.

A queima das folhas da cenoura ocorreu nos quatro experimentos realizados, em intensidade variável, devido às condições climáticas. O número de VDSs acumulados (Figura 1) variou de 25 a 94 por cultivo. A maior soma se deu no experimento estabelecido em setembro/98 (Figura 1A), demonstrando que o clima foi mais favorável à doença naquele período. Nos cultivos realizados a partir de abril (Figura 1B) e maio/99 (Figura 1C), sob condições climáticas semelhantes, 69 e 63 VDSs foram registrados, respectivamente. No último trabalho, conduzido a partir de agosto/99 (Figura 1D), nenhum VDS foi registrado entre 54 e 110 dias. Nesse mesmo tempo, foram verificados 35 dias sem chuva, 11 dias com precipitação inferior a 5 mm e apenas dez dias com precipitação entre 9 e 42 mm. Provavelmente, a curta duração do período de molhamento foliar proporcionado por essas chuvas não foi suficiente para a infecção.

Períodos ocasionais de condições adversas à doença resultaram em crescimento nulo ou lento da queima das folhas, especialmente no cultivo de abril/99 (Figura 1B). O intervalo de tempo entre a ocorrência de condições climáticas favoráveis à doença (registro de VDSs) e o respectivo aumento de sua intensidade variou de 12 a 13 dias, o que, possivelmente, corresponde à duração do período latente da queima das folhas nas condições locais.

Apenas em uma situação (agosto/99) verificou-se progresso da doença independente da ocorrência de VDSs (Figura 1D). É possível que o aumento de intensidade da queima tenha ocorrido a partir de infecções latentes originadas enquanto as condições ambientais ainda eram favoráveis, ou que esse aumento seja devido ao processo de expansão das lesões existentes.

Nenhum EI para *C. carotae* foi registrado nos quatro experimentos. A duração do período de molhamento foliar não foi longa o suficiente para possibilitar infecções por este fungo. Segundo Carisse & Kushalappa (1990), a queima das folhas associada com *C. carotae* é mínima se a duração do

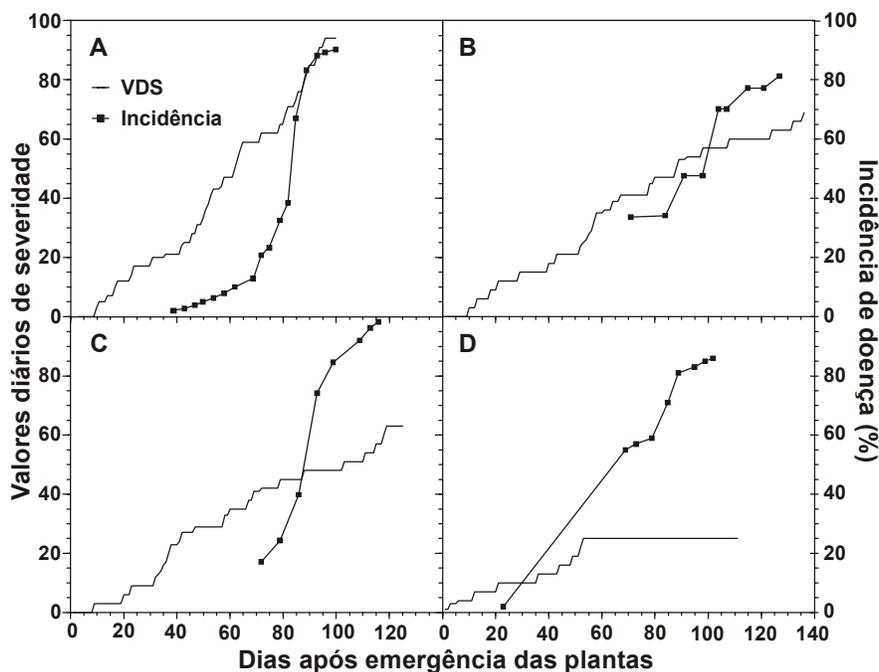


FIG. 1 - Valores diários de severidade (VDS) para infecções por *Alternaria dauci* e incidência da queima das folhas da cenoura (*Daucus carotae*) em quatro experimentos estabelecidos em setembro/98 (A), abril/99 (B), maio/99 (C) e agosto/99 (D), com as cultivares Nantes (A, C e D) e Carandaí (B). Passo Fundo, RS.

período de molhamento for inferior a 24 h. Essa condição não foi atendida, já que, em 12 dos 15 meses durante os quais os experimentos foram conduzidos, a precipitação ocorrida esteve abaixo da normal para a região (Embrapa Trigo, 2000). Além disso, algumas dessas chuvas coincidiram com temperaturas inferiores a 16 °C, também limitantes à infecção (Carisse & Kushalappa, 1990).

A relação entre a AACPD severidade (X) e o rendimento de raiz (Y) foi significativa ($P = 0,0006$) e representada pela equação $Y = 153,7 - 0,0862X$, $R^2 = 0,83$. Por esta equação, o rendimento estimado na ausência da doença seria de 153,7 g por raiz. Como o peso médio das raízes nas parcelas sem fungicida foi de 67,6 g, calcula-se que a queima das folhas tenha reduzido o rendimento da cultura em até 56% (de 153,7 para 67,6 g). O uso do controle químico aumentou o peso médio da raiz em relação à testemunha sem fungicida, porém, este aumento só foi significativo ($P = 0,0005$) nos tratamentos com base em calendários fixos e naquele com o fungicida sistêmico a cada 3-5 VDSs.

O número de aplicações de fungicida variou em função dos esquemas de tratamento utilizados (Tabela 1). Maior número de pulverizações (7,2) ocorreu no sistema de calendário fixo com fungicida protetor. À medida que o controle químico baseou-se na ocorrência de VDSs, esse número decresceu para 3,5 (VDS 3-5), 2,7 (VDS 6-8) e dois (VDS 9-11) por cultivo. A frequência de aplicações do fungicida sistêmico diminuiu de 3,7 (calendário fixo) para 2,5 (VDS 3-5), 1,7 (VDS 6-8) e 1,5 (VDS 9-11) por cultivo.

A incidência média da queima das folhas (Tabela 1) foi pouco afetada pela aplicação de fungicidas. Apenas os esquemas de calendário fixo reduziram-na significativamente ($P = 0,015$). A severidade foi menor ($P = 0,0033$) nas aplicações sob calendário fixo, 3-5 VDS/protetor, 3-5 VDS/

TABELA 1 - Número de aplicações de fungicidas, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e peso médio de raiz em nove esquemas de tratamento fungicida para controle da queima das folhas em cenoura (*Daucus carotae*), cultivares Nantes e Carandaí, em Passo Fundo/RS

Tratamento	Aplicações (n°)	AACPD		Peso raiz (g)
		Incidência	Severidade	
Testemunha	0,0	7.675 a ^z	1.016 a ^z	67,6 b ^z
7 dias/protetor	7,2	5.793 b	720 b	87,6 a
3-5 VDS/protetor	3,5	6.401 ab	791 b	83,0 ab
6-8 VDS/protetor	2,7	6.584 ab	819 ab	80,8 ab
9-11 VDS/protetor	2,0	6.624 ab	849 ab	80,4 ab
14 dias/sistêmico	3,7	6.090 b	728 b	96,4 a
3-5 VDS/sistêmico	2,5	6.329 ab	766 b	92,6 a
6-8 VDS/sistêmico	1,7	6.638 ab	805 b	83,3 ab
9-11 VDS/sistêmico	1,5	6.451 ab	826 ab	80,4 ab
$P \leq$		0,015	0,0033	0,0005
CV (%)		9,0	10,6	8,6

^z Médias de quatro experimentos; quando seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

sistêmico e 6-8 VDS/sistêmico.

O controle da queima das folhas nos vários experimentos atingiu um máximo de 69,5% (14 dias/sistêmico), sendo a eficácia do fungicida protetor (clorotalonil) inferior à do sistêmico (metconazole). Em teste de sensibilidade *in vitro*, alguns isolados de *A. dauci* obtidos das plantas em campo foram insensíveis a 100 ppm de clorotalonil, o que pode explicar a baixa eficácia do produto a campo, embora o mesmo seja recomendado para controle da doença (Andrei, 1999). Por outro lado, os mesmos isolados foram sensíveis a 2 ppm de metconazole, demonstrando a maior toxicidade deste fungicida. Por sua sistemicidade e ação curativa, metconazole mostra-se mais adequado à utilização em sistemas de previsão. Contudo, seu desempenho pode ser otimizado através de ajustes de dose e volume de calda, bem como pelo uso de equipamento de aplicação adequado.

A adoção do esquema de aplicação baseado na ocorrência de 3-5 VDSs permitiu reduzir o número de pulverizações do fungicida sistêmico em 33% e do protetor em 50%. Esses resultados se assemelham aos obtidos no Canadá, onde a economia de aplicações variou de 33% (Abraham *et al.*, 1996) a 45% (Gillespie & Sutton, 1979). A simplicidade de operação do sistema de previsão e a reduzida ocorrência de outras doenças que, não sendo previstas, poderiam comprometer a cultura da cenoura, são motivos adicionais para sua implementação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, V., KUSHALAPPA, A.C., CARISSE, O., BOURGEOIS, G. & AUCLAIR, P. Comparison of decision methods to initiate fungicide applications against *Cercospora* blight of carrot. *Phytoprotection* 76:91-99. 1996.
- ANDREI. Compêndio de Defensivos Agrícolas. São Paulo. Organização Andrei Editora Ltda. 1999.
- CARISSE, O. & KUSHALAPPA, A.C. Development of an infection model for *Cercospora carotae* on carrot based on temperature and leaf wetness duration. *Phytopathology* 80:1233-1238. 1990.
- EMBRAPA TRIGO. Informações meteorológicas. Passo Fundo. Embrapa Trigo. 2000. Informações por correio eletrônico (www.cnpt.embrapa.br/agromet.htm).
- FANCELLI, M.I. & KIMATI, H. Ocorrência de linhagens de *Alternaria dauci* resistentes ao fungicida iprodione. *Summa Phytopathologica* 16:252-256. 1990.
- FANCELLI, M.I. Doenças da cenoura. In: Manual de Fitopatologia. Doenças das Plantas Cultivadas. Ed. Kimati, H. Amorim, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. & Rezende, J.A.M. (Eds) Manual de fitopatologia, vol.2: Doenças das plantas cultivadas. São Paulo. Ed. Agr. Ceres. 1997. pp.245-250.
- GILLESPIE, T.J. & SUTTON, J.C. A predictive scheme for timing fungicide applications to control *Alternaria* leaf blight in carrots. *Canadian Journal of Plant Pathology* 1:95-99. 1979.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B. Doenças fúngicas e bacterianas da cenoura - sintomatologia e controle. *Informe Agropecuário* 10:40-43. 1984.

00101