

Manejo da Sarna na Produção Integrada de Maçã

A sarna é a principal doença da macieira nas regiões de clima temperado e úmido. É uma doença de distribuição generalizada, sendo encontrada em todas as regiões produtoras de maçã do mundo. No Brasil, foi relatada pela primeira vez em 1950, no Estado de São Paulo. Em regiões onde a primavera e o verão apresentam alta umidade e temperatura amena, como ocorre no Sul do país, essa doença pode causar perdas de até 100% na produção de maçãs.

A severidade da epidemia da sarna varia de ano para ano. Depende de fatores como: severidade da doença no ciclo anterior (fonte de inóculo primário) e condições climáticas.



As perdas causadas pela doença se manifestam, diretamente, por meio da queda das flores, queda e depreciação comercial dos frutos e, indiretamente, pelo desfolhamento e conseqüente diminuição do vigor das plantas.

Sintomas

O sintoma da sarna é muito típico e manifesta-se nas folhas, ramos novos, flores, pedúnculos e frutos (Fig. 1). Nas folhas novas, tanto na página inferior quanto na superior, surgem, inicialmente, pequenas manchas de cor verde-oliva que se tornam acinzentadas com o passar do tempo. As lesões possuem forma circular e isoladas ou podem coalescer, espalhando-se por toda a superfície foliar. Infecções severas podem afetar o pecíolo, causando a queda precoce das folhas.

A infecção nos frutos pequenos provoca rachadura, deformação, além da queda prematura. Os frutos em fase de maturação também podem ser infectados. Nesse caso, as lesões são circulares com, no máximo, 2 mm a 3 mm de diâmetro e coloração escura. Na cv. Golden Delicious, essas lesões são inicialmente vermelhas, assemelhando-se ao ataque de cochonilhas, as quais vão escurecendo à medida que se desenvolvem. As lesões, uma vez os frutos infectados na fase de maturação, continuam a se desenvolver durante o período de armazenagem na câmara frigorífica.

Os ramos novos também podem ser infectados, havendo a formação de lesões e cancos. Entretanto, não é comum em pomares comerciais onde as plantas são pulverizadas com fungicidas.

Bento Gonçalves, RS
Dezembro, 2001

Autores

José Itamar S. Boneti
Eng. Agrôn.,
Epagri - Estação
Experimental de
São Joaquim,
Caixa Postal 81,
CEP 88600-000
São Joaquim, SC

Yoshinori Katsurayama
Eng. Agrôn.,
Epagri - Estação
Experimental de
São Joaquim,
Caixa Postal 81,
CEP 88600-000
São Joaquim, SC

**Rosa Maria
Valdebenito Sanhueza**
Eng. Agrôn., PhD,
Rua Livramento, 515,
Caixa Postal 130,
CEP 95700-000 Bento
Gonçalves, RS

Agente Causador

A sarna da macieira é causada pelo fungo *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint., cuja fase anamorfa corresponde à *Spilocaea pomi* Fr.

O fungo produz uma estrutura reprodutiva de formato globoso, denominada de pseudotécio, nas folhas velhas caídas sobre o solo. Os pseudotécios, que podem estar agrupados ou dispersos, medem 90-160 μm de diâmetro, são ligeiramente papilados no ostíolo e com setas medindo 25-75 μm . Os ascos, 50 a 100 por pseudotécio, são longos, cilíndricos, bitunicados, medem 55 a 75 x 6 a 12 μm e contêm oito ascosporos. Os ascosporos (11 a 15 x 5 a 7 μm) são septados na terça parte superior, hialinos quando novos e castanhos-claros quando maduros. A parte superior apresenta um formato cônico e a inferior arredondada. O tamanho desigual das duas células deu origem ao nome do fungo (Fig. 2).

O fungo, na sua fase anamorfa, apresenta micélio hialino quando jovem, o qual vai escurecendo com o passar do tempo formando um estroma subcuticular ou intra-epidermal. Os conidióforos (90 x 5 a 6 μm), formados a partir do estroma, são curtos, eretos, intumescidos na base e de cor castanha. Apenas um conídio (12 a 22 x 6 a 9 μm) é formado na ponta de cada conidióforo (Fig. 2).

Ciclo da Doença

Venturia inaequalis possui um ciclo de vida (Fig. 3) constituído de duas fases distintas: uma fase saprofítica ou sexuada que ocorre durante o período de repouso da macieira, nas folhas caídas sobre o solo, e outra fase parasítica ou assexuada que se manifesta durante o período vegetativo da macieira.

No outono, após a morte das células das folhas infectadas, caídas sobre o solo, o micélio do fungo começa a penetrar profundamente nos tecidos dessas folhas e inicia a formação dos pseudotécios. O anterídio e o ascogônio precisam ser originados de indivíduos distintos, uma vez que o fungo é tipicamente heterotálico. O pseudotécio é formado durante o outono e o inverno, sendo que a temperatura ideal varia de 4°C a 12°C. Por outro lado, temperaturas muito baixas (-1°C) ou muito altas (15°C a 22°C) impedem a sua formação. Além da temperatura, a umidade também afeta a formação dos pseudotécios, não havendo formação em folhas mantidas secas.

A maturação e a liberação dos ascosporos ocorrem durante o final do inverno e início da primavera e dependem de temperaturas mais altas e presença de água. O máximo de liberação de ascosporos ocorreu após 260, 180, 105 e 75

minutos em temperaturas constantes de 0, 5, 10 e 20°C, respectivamente. Assim, liberações maiores e mais rápidas foram observadas nas temperaturas mais altas, de 10°C e 20°C. Por outro lado, em temperaturas baixas (2°C ou menos), praticamente não se observa a liberação de ascosporos. No Sul do Brasil, a liberação de ascosporos inicia em julho - agosto, um pouco antes da brotação da macieira, atinge liberação máxima durante a floração, nos meses de setembro e outubro, e termina durante o mês de novembro (Fig. 4).

A liberação de ascosporos ocorre durante os períodos chuvosos, sendo que cerca de 96% a 97% são liberados durante o dia e 3% a 4% durante a noite. Existe uma correlação positiva entre o espectro de luz e a quantidade de ascosporos liberados. Maior liberação de ascosporos ocorre logo após o nascer do sol. Nesta hora, predomina a luz com comprimento de onda de 625 a 725 nm que estimula a liberação de ascosporos. A descarga máxima de ascosporos é observada três a seis horas após o início da chuva, muito embora os mesmos só possam ser capturados após precipitação mínima de 0,2 mm. Embora possa haver liberação na presença de orvalho, existe um consenso entre os pesquisadores que estes ascosporos só causam infecção caso haja presença de chuva seguida da presença de orvalho.

A época de queda das folhas também influencia o potencial de inóculo da doença no pomar.

Em São Joaquim, SC, observou-se que mais de 95% do total de ascosporos liberados, durante a primavera, são oriundos de folhas caídas durante os meses de maio e junho (Tabela 1).

O umedecimento da folha, por meio de mecanismo osmótico, provoca o alongamento doasco maduro e força a sua passagem através do ostíolo, liberando os ascosporos. Praticamente todos os ascosporos são liberados a cerca de 6 mm acima da superfície foliar. A corrente de ar é a responsável pela disseminação dos ascosporos. A probabilidade de infecção da sarna aumenta com o número de ascosporos presentes no ar próximo aos tecidos suscetíveis das macieiras. A turbulência atmosférica, bem como o efeito de lavagem da chuva, provoca diminuição na concentração de ascosporos à medida que aumenta a distância da fonte de inóculo. Assim, as fontes externas de ascosporos nem sempre são importantes quando comparadas com as fontes internas. Entretanto, a importância depende muito do tamanho e da distância da fonte externa de ascosporos, da direção e velocidade do vento e da intensidade e duração da chuva. Há previsão, através de modelo, que um pomar abandonado de 1 ha pode fornecer inóculo suficiente para causar infecção em pomares localizados entre 2 km e 5 km.

Tabela 1. Liberação de ascosporos de *V. inaequalis* em relação às diferentes épocas de queda de folhas da macieira em São Joaquim, SC.

Época da queda das folhas	Liberação de ascosporos (n ^o) ^{1/}	Liberação de ascosporos (%)
9/1	0	0
10/2	0	0
10/3	303	2,5
25/4	209	1,7
15/5	1.751	14,4
24/5	5.812	47,9
18/6	4.049	33,5

1/ Número de ascosporos por lâmina de microscopia.

Uma vez depositado sobre a superfície da folha ou fruto, os ascosporos iniciam a germinação (Fig. 5). Para tanto, é necessária a presença de água livre por um determinado tempo. De acordo com a tabela de Mills, esse período é variável e está relacionado diretamente com a temperatura (Tabela 2). Em temperatura média de 16,1°C, o período mínimo é de 9 horas para que ocorra infecção leve, enquanto que a 6,1°C são necessárias 21 horas com água livre sobre a folha. A infecção não ocorre em temperaturas acima de 26°C. Os conídios, para causar infecção, requerem cerca de dois terços do tempo de molhamento foliar em relação aos ascosporos (Tabela 2).

Nos frutos, o período de molhamento necessário, para que ocorra a infecção, é maior do que o requerido pelas folhas e vai aumentando, à medida que os mesmos vão se desenvolvendo, a partir da floração até a fase de maturação. A 20°C são necessárias cerca de 30 horas de molhamento, enquanto que em temperaturas mais baixas que 9,3°C são necessárias 54 horas. Os frutos em fase de maturação também são passíveis de infecção, resultando na chamada sarna de verão.

Na prática, o início do período de infecção é caracterizado pelo início de um período chuvoso. Na região de São Joaquim, as condições epidemiológicas são extremamente favoráveis para a sarna, onde se observam, em média, a ocorrência de 18 períodos de infecção, com duração média de 33 horas de molhamento foliar por ciclo vegetativo da macieira (Tabela 3) de acordo com a tabela de Mills. Isso significa que os períodos de infecção ocorrem, em média, a cada quatro ou cinco dias.

Na ponta do tubo germinativo de cada ascosporo se forma um apressório e desse sai um tubo micelial delgado que perfura a cutícula e a parede externa das células da epiderme das folhas ou dos frutos. Somente o micélio é que

se estabelece, subcuticularmente, no hospedeiro, de forma ramificada, produzindo um grande número de conídios que pressionam as células da cutícula, provocando, então, o seu rompimento. Após um período de 9 a 17 dias do início da chuva (Tabela 2), surgem as lesões típicas da doença.

Os conídios, produzidos na quantidade de até 100.000 por lesão, são os responsáveis pela infecção secundária. A água novamente, é o principal fator na disseminação, pois provoca o inchamento dos conidióforos e o imediato destacamento dos conídios, os quais são carregados para outras partes das plantas pelos respingos de água e pela corrente de ar. Havendo água livre, os conídios iniciam a germinação de modo similar ao dos ascosporos. Enquanto que a germinação dos esporos e a infecção são altamente dependentes da umidade relativa e do período de molhamento, o desenvolvimento posterior da patogênese depende da temperatura. A expansão máxima das lesões ocorre a 19°C, com pouca expansão a 0°C, ou acima de 26°C. A produção de conídios ocorre quando a umidade relativa do ar é maior que 60%.

Vários ciclos da doença podem ocorrer durante a fase vegetativa da macieira, os quais dependem do número de períodos de infecção e da disponibilidade de tecido suscetível do hospedeiro.

No outono, as folhas caem e o fungo reinicia o processo de formação dos pseudotécios, dando continuidade ao ciclo da doença.

Em cultivares silvestres ou em pomares não tratados, o fungo pode se manter, durante o inverno, na forma de micélio ou de conídios presentes nas lesões que ocorrem nos ramos de crescimento e também no interior das gemas. Entretanto esse modo de sobrevivência não assume grande importância, ou ocorre muito raramente em pomares comerciais. Por outro lado, serve como via de disseminação da doença para novos plantios.

Tabela 2. Período de molhamento foliar necessário para a infecção primária (ascosporos) da sarna da macieira em diferentes temperaturas e o tempo necessário para o aparecimento das lesões (Período de Incubação). - Tabela de Mills^{1/}.

Temperatura ^{2/} (°C)	Período de molhamento foliar (horas) ^{3/}			Período de incubação (dias) ^{4/}
	Infecção leve	Infecção moderada	Infecção severa	
25.6	13.0	17.0	26.0	-
25.0	11.0	14.0	21.0	-
24.4	9.5	12.0	19.0	-
17.2-23.9	9.0	12.0	18.0	9
16.7	9.0	12.0	19.0	10
16.1	9.0	13.0	20.0	10
15.6	9.5	13.0	20.0	11
15.0	10.0	13.0	21.0	12
14.4	10.0	14.0	21.0	12
13.9	10.0	14.0	22.0	13
13.3	11.0	15.0	22.0	13
12.8	11.0	16.0	24.0	14
12.2	11.5	16.0	24.0	14
11.7	12.0	17.0	25.0	15
11.1	12.0	18.0	26.0	15
10.6	13.0	18.0	27.0	16
10.0	14.0	19.0	29.0	16
9.4	14.5	20.0	30.0	17
8.9	15.0	20.0	30.0	17
8.3	15.0	23.0	35.0	
7.8	16.0	24.0	37.0	
7.2	17.0	26.0	40.0	
6.6	19.0	28.0	43.0	
6.1	21.0	30.0	47.0	
5.5	23.0	33.0	50.0	
5.0	26.0	37.0	53.0	
4.4	29.0	41.0	56.0	
3.9	33.0	45.0	60.0	
3.3	37.0	50.0	64.0	
2.7	41.0	55.0	68.0	
0.5-2.2	48.0	72.0	96.0	

1/ Tabela de MILLS (1944), modificada por JONES *et al.* (1984).

2/ Temperatura média observada durante o período de molhamento foliar.

3/ O início do período de infecção é considerado a partir do início da chuva.

4/ Números de dias, a partir do início da chuva, previstos para o aparecimento do sintoma.

Obs.: Os conídios, para causar infecção, requerem cerca de dois terços do tempo de molhamento foliar em relação aos ascosporos.

Tabela 3. Caracterização dos períodos de infecção (PI) da sarna da macieira de acordo com a Tabela de Mills, na região de São Joaquim, SC (1983 a 1999).

Períodos de infecção	Mês					Média
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Número ^{1/}	0,9	4,6	6,9	5,2	0,2	17,9
PMF (h) ^{2/}	49	40	31	29	24	33
Temperatura (°C) ^{3/}	10,1	10,9	12,5	14,2	15,3	12,5
Precipitação (mm) ^{4/}	33,6	30,2	23,7	19,3	15,0	24,5
Ascosporos (n ^{5/})	2.046	3.976	749	39	2	1.434

1/ Número de PI de acordo com Tabela de Mills.

2/ PMF = Duração do período de molhamento foliar em horas.

3/ Temperatura média durante o PI.

4/ Precipitação ocorrida durante o PI.

5/ Número de ascosporos liberados em duas lâminas de microscopia. Fonte: Estação de Avisos Fitossanitários de São Joaquim (1999).

Controle

Até o presente momento, o controle da sarna está baseado no uso de fungicidas. As aplicações são realizadas de acordo com o estágio fenológico (Fig. 6) e a evolução dos períodos de infecção (desenvolvimento do fungo), conforme a Tabela de Mills (Fig. 5 e 7).

O período crítico para a ocorrência da sarna se inicia com a brotação da macieira, no mês de setembro, e prolonga-se até o final do mês de novembro (Fig. 4), quando cessa a liberação de ascosporos. Nesse período, ocorre uma rápida expansão foliar e desenvolvimento dos ramos terminais.

Para se obter um controle eficiente, além do momento da aplicação, é fundamental que se conheça as características de cada fungicida, o modo de ação e a atividade sobre o desenvolvimento da sarna. Para tanto, são utilizados os fungicidas protetores, curativos e erradicantes (Tabela 4) de acordo com a classificação elaborada por Szkolnik (1981) e descrita a seguir.

Atividade pré-infecção (ação protetora)

Os fungicidas têm que ser aplicados antes ou durante a ocorrência de um período de infecção (período chuvoso) normalmente até 24 horas após o início da chuva (Fig.5 e 7). É necessário que o produto entre em contato com o esporo do fungo, já que estes fungicidas não têm a capacidade de penetrar no tecido do hospedeiro. Assim, em caso de temperatura baixa, durante um período de infecção, o desenvolvimento do fungo torna-se mais lento, permitindo que o fungicida protetor permaneça em contato por maior tempo com o esporo em germinação, aumentando a possibilidade de controle. Os fungicidas protetores são removidos pela ação de chuvas de 25 mm. Os fungicidas dithianon e kresoxim-methyl, no entanto, são mais resistentes à remoção do que os demais fungicidas protetores. Os fungicidas de ação protetora são captan, folpet, mancozeb, chlorothalonil, fluazinam, dithianon, dodine, kresoxim-methyl e pyrimethanil (Tabela 4).

Atividade pós-infecção (ação curativa)

Os fungicidas possuem a capacidade de penetrar no tecido hospedeiro, inibindo o desenvolvimento do fungo e prevenindo o estabelecimento de lesões mesmo quando aplicados 72 a 96 horas após o início de um período de infecção (Fig. 5 e 7). Na prática, se considera como início do período de infecção o início de um período chuvoso que é capaz de causar infecção. Vários fungicidas, notadamente os Inibidores da Biossíntese de Ergosterol (IBEs) como fenarimol, bitertanol,

hexaconazole, prochloraz, tebuconazole, triflumizole, myclobutanil, fluquinconazole, difenoconazole, apresentam essa característica. Por outro lado, são considerados, de um modo geral, como fungicidas de baixa eficiência protetora (três dias), não atuando sobre a germinação de esporos. Os fungicidas IBEs que, na sua maioria, pertencem aos grupos químicos dos triazóis, imidazóis e pirimidinas, inibem a biossíntese de ergosterol, causando o acúmulo das substâncias precursoras na célula fúngica e, conseqüentemente, a morte dessas células. O ergosterol é um componente muito importante para a estrutura da parede celular de determinados fungos, a exemplo de *V. inaequalis*. Os fungicidas IBEs são produtos de ação bastante específica, portanto com potencial para o surgimento de resistência a qual pode ser do tipo cruzada, conforme já foi constatada anteriormente para os benzimidazóis. Como medida, visando evitar ou retardar o aparecimento de resistência, recomenda-se que os fungicidas curativos sejam usados criteriosamente e aplicados em mistura com outros fungicidas protetores. Considerando que o desenvolvimento da resistência está relacionado com o número de aplicações ao longo dos anos, o uso de IBEs na Produção Integrada de Maçãs no Brasil está limitada, no máximo, a seis pulverizações anuais. Além da possibilidade de se retardar o processo de resistência, tem-se observado que o uso de misturas de fungicidas, com distintos modos de ação sobre *V. inaequalis*, proporciona controle mais eficiente da sarna. Além disso, pode-se aumentar o intervalo de aplicação para sete a dez dias, conforme já vem sendo utilizado no Brasil desde o início da década de 80.

Alguns fungicidas IBEs, como o fenarimol e o fluzilazol, são absorvidos mais lentamente pelas folhas da macieira em condições de temperaturas abaixo de 10°C, não havendo muitos estudos em relação aos demais IBEs. Além disso, a quantidade absorvida depende da concentração aplicada e da idade das folhas, sendo que nas folhas novas a absorção é maior. Embora na Europa se afirme que a eficiência dos fungicidas IBEs caia rapidamente em temperaturas abaixo de 10°C, não existem relatos, na literatura, sobre o efeito desta na eficiência de todos os fungicidas IBEs em uso no Brasil. Se, por um lado, temperatura baixa afeta a absorção dos fungicidas, por outro também retarda a patogênese da sarna. Assim, o tempo de formação de apressórios, durante o processo de infecção, é praticamente duas vezes maior na temperatura de 5°C do que o observado em temperaturas mais altas (10°C a 20°C), o que também pode afetar a eficiência dos fungicidas, conforme já abordado para os fungicidas protetores.

Os fungicidas IBE são, normalmente, absorvidos pelas folhas ou frutos dentro de quatro a seis horas após a pulverização.

Alguns fungicidas pertencentes a outros grupos químicos como o dodine, kresoxim-methyl e pyrimethanil que serão descritos posteriormente, também apresentam ação curativa sobre a sarna da macieira.

Atividade pré-sintoma (ação curativa)

É um tipo de atividade pós-infecção (Fig. 5 e 7). Neste caso, os fungicidas, quando aplicados dois a três dias antes do aparecimento dos sintomas, apesar de não prevenirem completamente o aparecimento das lesões, possibilitam a formação de atípicas, cloróticas ou necróticas, com produção reduzida ou inviabilizada de conídios. Dependendo do período de incubação, fungicida, dosagem e momento de aplicação, a atividade pré-sintoma se confunde com a ação de pós-infecção. Os fungicidas IBEs e o dodine apresentam esse tipo de atividade.

Atividade pós-sintoma (ação erradicante)

O fungicida, uma vez aplicado sobre a lesão esporulada (Fig. 1 L e 1 M), evita a formação de novos conídios e os poucos que se formam são inviáveis (Fig. 5 e 7). Essa característica é muito importante para reduzir o progresso da doença. Os fungicidas kresoxim-methyl, dodine e, em menor intensidade, o chlorothalonil, possuem esse tipo de atividade que era característica dos benzimidazóis.

Os fungicidas protetores como captan, mancozeb etc. também atuam diretamente sobre a produção dos esporos, entretanto, quando termina o efeito residual do produto as lesões, reiniciam a produção de esporos principalmente na borda das lesões.

Atividade de novos fungicidas no controle da sarna

Recentemente, foram introduzidos dois fungicidas com modo de ação diferente dos atuais sobre *V. inaequalis*. Um destes produtos é o kresoxim-methyl (KM), pertencente ao grupo das estrobilurinas. Trata-se de um fungicida cuja molécula básica foi obtida do fungo *Strobilurus tenacellus*, que inibe a respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c1 (complexo III), interferindo na formação de ATP que é a fonte de energia para a célula fúngica. Apresenta ação protetora, curativa de até 48 horas e erradicante. Possui alta persistência e pode ser usado em intervalos de dez a doze dias, desde que a primeira aplicação tenha sido efetuada

corretamente. Nestes intervalos, mantém a eficiência mesmo em caso de chuvas de 50 mm a 60 mm. Caso a primeira aplicação do KM tenha que ser feita depois de 48 horas do início do período chuvoso, recomenda-se aplicá-lo em mistura de tanque com um fungicida IBE ou, então, adiar a sua aplicação.

O outro fungicida denominado de pyrimethanil, que pertence ao grupo das anilinoimidazóis, atua inibindo a secreção de enzimas necessárias ao processo de infecção de *V. inaequalis*. Esse fungicida possui ação protetora de cinco dias, e curativa de até 72 horas. Sua eficiência é mais pronunciada no controle da sarna nas folhas do que nos frutos, devendo ser aplicado no início do ciclo até a queda das pétalas. É um fungicida cuja absorção e eficiência não são afetados por temperaturas baixas (5°C), podendo ser usado com segurança no início do ciclo da macieira. O pyrimethanil também é absorvido rapidamente, não sendo afetado pela chuva que possa ocorrer duas a quatro horas após a aplicação.

Ambos os fungicidas (kresoxim-methyl e pyrimethanil) são muito importantes para serem utilizados em uso alternado ou em misturas com outros fungicidas, visando retardar o surgimento de resistência.

Estratégias de Controle da Sarna na Produção Integrada de Maçã

As aplicações dos fungicidas são iniciadas quando a macieira entra no estágio de pontas verdes (Fig. 6), normalmente no início de setembro, quando as folhas novas são muito suscetíveis à infecção. Para o primeiro tratamento recomenda-se o uso de fungicidas protetores, com boa persistência e redistribuição sobre os tecidos verdes da planta. Os fungicidas dithianon (75 g de p.c./100 l) e chlorothalonil (150 g de p.c./100 l), de ação estritamente protetora, são os mais indicados. Esses fungicidas também têm sido aplicados por ocasião da quebra de dormência da macieira e, nessa situação, são misturados com óleo mineral. Caso a brotação ocorra durante um período chuvoso, é recomendável a mistura desses com fungicidas de ação curativa. Posteriormente, poder-se-ia utilizar os fungicidas pyrimethanil (duas ou três vezes), kresoxim-methyl (duas ou três vezes) e, finalmente, os fungicidas IBEs em mistura com os fungicidas protetores, de acordo com a evolução dos períodos de infecção e do progresso da doença. Por ocasião do raleio, quando se usa o óleo mineral, deve-se evitar o uso do fungicida captan e folpet, cuja mistura é fitotóxica para a macieira, podendo-se optar pelo uso do dithianon em mistura com os fungicidas IBEs.

Tabela 4. Características dos fungicidas registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e recomendados para o controle da sarna da macieira.

Fungicida	Dose (p.c./100 l) ^{1/}	Atividade				Carência (dias)
		Protetora	Curativa ^{2/} (horas)	Pré-sintoma ^{3/}	Erradicante ^{4/} (pós-sintoma)	
Captan PM	160-250 g	B	SA*	SA5/	SA	1
Captan SC	170-250 ml	B	SA*	AS	SA	1
Folpet	160-250 g	B	SA*	AS	SA	1
Chlorothalonil ^{6/}	150 g	B	SA*	AS	MB	7
Fluazinam	75-100 ml	B	SA*	AS	SA	14
Mancozeb	160-250 g	B	SA*	AS	SA	7
Dithianon	50-75 g	MB	SA*	AS	SA	21
Kresoxim-methyl	20 ml	B	48	F	E	35
Pyrimethanil	100 ml	B	72	SI	SA	14
Dodine PM ^{7/}	60-90 g	B	36	MB	E	14
Dodine SC ^{7/}	85-130 ml	B	36	MB	E	14
Hexaconazole	20-25 ml	F	96	MB	SA	20
Bitertanol	40-50 g	F	72	MB	SA	14
Tebuconazole SC	40-50 ml	F	96	MB	SA	20
Tebuconazole PM	40-50 g	F	96	MB	SA	20
Prochloraz	50-60 g	F	96	MB	SA	50
Fluquinconazole	20-30 g	F	96	SI	SA	14
Fenarimol	40-60 ml	F	96	MB	SA	28
Difenoconazole	10-14 ml	F	96	MB	SA	5
Myclobutanil	10-12 g	F	96	MB	SA	14
Triflumizole	40-50 g	F	96	MB	SA	7

1/ As doses menores são indicadas para uso em misturas de tanque (fungicidas protetores + fungicidas curativos). As dosagens são oriundas de resultados obtidos em ensaios de campo realizados com aplicações a alto volume (1.300 a 1.500 l/ha).

2/ Tempo de ação do fungicida após o início da chuva.

3/ Eficiência quando aplicado dois a três dias antes do aparecimento dos sintomas.

4/ Ação anti-esporulante.

5/ Escala de eficiência dos fungicidas: Fraca (F), moderada (M), boa (B), muito boa (MB), excelente (E), sem ação (SA) e sem informação (SI).

6/ Fungicida causador de "russetting" severo. Deve ser usado no início do ciclo (uma ou duas aplicações) e a partir de janeiro.

7/ Fungicidas que podem aumentar a severidade de "russetting".

(*) Fungicidas de ação protetora, os quais devem ser usados até 24 horas após o início do período de infecção.

Obs.: durante todo o ciclo vegetativo da macieira são permitidos realizar até seis aplicações de fungicidas IBE, cinco de mancozeb, três de chlorothalonil e três de benzimidazóis

A previsão da sarna é efetuada por meio de um termohigrohumectógrafo que registra a temperatura, umidade relativa do ar e o período de molhamento foliar. Atualmente, existem aparelhos eletrônicos dotados de sensores e microprocessadores que registram as variáveis micrometeorológicas e determinam automaticamente, a ocorrência dos períodos de infecção de acordo com a tabela de Mills (Tabela 2). Essas informações são monitoradas pelas Estações de Avisos as quais emitem os avisos fitossanitários tão logo ocorram as liberações de ascosporos e os períodos de infecção. Além disso, os avisos, emitidos na forma de boletins, prevêm a data de aparecimento das lesões para cada período de infecção (Fig. 8). Assim, o produtor pode decidir, com antecedência, sobre o melhor momento e o melhor fungicida a ser usado em cada situação, além de poder checar se os tratamentos foram efetuados com eficiência. O controle da sarna deve ser realizado,

preferencialmente, com uso de fungicidas protetores, os quais devem ser aplicados até 24 horas após o início da chuva (Fig. 5 e 7). As aplicações em pós-infecção com fungicidas curativos devem ser realizadas caso sejam estritamente necessárias, procurando efetuar, no máximo, seis aplicações de fungicidas IBEs durante todo o ciclo da cultura. Os fungicidas curativos possibilitam uma maior flexibilidade dos tratamentos, pois podem ser aplicados até 72 a 96 horas após o início da chuva, dependendo do fungicida (Tabela 4). Nesse caso, o produtor dispõe de tempo suficiente para intervir no desenvolvimento da doença, mesmo que o patógeno já tenha penetrado no hospedeiro (Fig. 5 e 7). Resultados de vários anos têm demonstrado que as misturas de fungicidas IBEs com os de contato, além de reduzir o risco de resistência, são mais eficientes do que a aplicação isolada desses produtos no controle da sarna. No caso de se usar a mistura de fungicidas, quanto mais rápida for a

sua aplicação em relação ao início do período infeccioso, menor é o risco de aparecimento de resistência. Os tratamentos subseqüentes são realizados em intervalos de sete a dez dias, conforme a ocorrência dos novos períodos de infecção, podendo-se utilizar fungicidas protetores, curativos ou a mistura desses, dependendo do progresso da doença.

Estratégia de controle da sarna em condições de períodos de molhamento foliar prolongados

Em alguns ciclos, a primavera tem sido bastante chuvosa em todas as regiões produtoras de maçãs do sul do Brasil. Nesse caso, é possível que ocorram períodos de molhamento foliar prolongados, ou talvez o produtor não tenha tido tempo suficiente para realizar a pulverização até 96 horas após o início do período chuvoso, período limite de ação dos fungicidas curativos para o controle da sarna. Nesse caso, alguns trabalhos têm mostrado que a aplicação tardia de misturas de fungicidas IBEs com o fungicida dodine ou kresoxim-methyl, seguida de reaplicação sete dias após com um fungicida IBE, tem-se mostrado como uma estratégia muito eficiente no controle da sarna. Outra estratégia para controlar a sarna, em condições de períodos de molhamento foliar prolongados, consiste em fazer a aplicação de fungicidas IBEs no período de pré-sintoma da sarna (Fig. 5 e 7). Por outro lado, caso a aplicação tenha que ser efetuada no tempo limite de ação do fungicida, isto é, 96 horas após o início do período chuvoso, é recomendável que se aplique o fungicida IBE em dosagem máxima, misturado com um fungicida protetor.

Tratamento outonal com uréia no controle da sarna

A severidade da sarna da macieira durante a primavera depende, fundamentalmente, da quantidade de inóculo presente numa determinada área. Desse modo, os pomares bem cuidados, principalmente do ponto de vista fitossanitário, normalmente não apresentam problemas graves de controle em comparação com outros mal cuidados. O uso de uréia, aplicado durante a queda natural das folhas, ativa a flora microbiana, principalmente bactérias saprófitas, provocando rápida decomposição das folhas e conseqüente eliminação do patógeno.

A aplicação de uréia a 5%, no mês de maio (Tabela 1), quando a maioria das folhas está caindo, provoca reduções de até 99% no número de ascosporos liberados (Fig. 9). Desse modo, a uréia é recomendada para ser aplicada em pomares com dificuldade de controle e

onde tenha havido focos de sarna, procurando-se atingir o máximo possível de folhas caídas sobre o solo.

Práticas culturais

Algumas práticas devem ser usadas para se obter maior eficiência no controle da sarna. Controlar o vigor das plantas, a poda adequada ao espaçamento de plantio são muito importantes, pois facilitam a circulação da corrente de ar e a melhor deposição dos fungicidas no interior da copa das plantas.

A formação de quebra-ventos também melhora a qualidade das pulverizações. Além disso, deve-se manter calibrado o equipamento de pulverização principalmente com relação aos bicos, vazão e pressão.

Por fim, é recomendável que o produtor disponha de tratores e equipamentos suficientes para pulverizar o pomar o mais rápido possível, preferencialmente dentro de 24 horas, pois isso trará uma maior flexibilidade e segurança nos tratamentos.

Resistência de *Venturia inaequalis* aos Fungicidas

Na natureza, mutações de todos os tipos estão aparecendo e desaparecendo contínua e espontaneamente. Geralmente, a maioria dos indivíduos mutantes é eliminada rapidamente devido à falta de adaptação e competitividade (fitness). Desse modo, toda a população sobrevivente difere geneticamente entre si. Com essa variabilidade genética, a população, seja de plantas, insetos, fungos e de outros microorganismos, se defende das agressões externas, tal como a aplicação de defensivos visando ao controle de doenças e pragas. Ou seja, quando uma população é submetida a uma pressão externa (pressão de seleção), sobrevivem apenas os indivíduos capazes de resistir a essa agressão.

Como exemplo de pressão de seleção sobre uma população do patógeno, podemos mencionar a aplicação dos fungicidas benzimidazóis no controle da sarna da macieira. Esse processo resultou na seleção e multiplicação dos indivíduos mais aptos e, conseqüentemente, na perda da eficiência do fungicida, inclusive no Brasil.

Quando cessa a pressão de seleção, dita positiva, a população agredida geralmente tende a recuperar o equilíbrio (pressão negativa) que apresentava antes de sofrer a pressão de seleção.

Quando a mudança de sensibilidade ocorre muito lentamente, como no caso do fungicida dodine e dos inibidores da biossíntese de ergosterol (IBEs),

é muito difícil de ser detectada, pois a redução da eficiência de um produto é mascarada pela alternância e/ou uso de misturas de fungicidas.

Abaixo, estão relacionados os conceitos, pareceres, resultados e conhecimentos sobre a resistência de fungos, principalmente de *Venturia inaequalis*, a fungicidas com modo de ação específica.

1. O uso de fungicidas é ainda um dos principais componentes do manejo integrado das doenças de plantas.
2. A eficiência da maioria dos fungicidas modernos (sítio-específicos) é afetada, em maior ou menor grau, devido à resistência.
3. O problema da resistência poderia ser pior. As medidas hoje adotadas não são perfeitas, mas têm-se mostrado necessárias e benéficas.
4. O patossistema *Venturia inaequalis*-macieira é o que tem apresentado maior número de resistência.

Mutante x Resistente

1. A mutação é um ensaio que a natureza realiza continuamente, no qual indivíduos mais aptos vão predominando na população.
2. Os mutantes surgem, morrem e reaparecem, espontaneamente, várias vezes. Na natureza, estão ocorrendo mutações espontâneas de vários tipos com todos os organismos vivos.
3. A maioria dos indivíduos mutantes é rapidamente eliminada devido à falta de adaptação e competitividade, quando comparada à população predominante, ou seja, quase sempre a mutação é prejudicial à subpopulação (ao mutante).
4. Mutantes relacionados a um determinado mecanismo de resistência pré-existe em ínfima proporção na população na ordem de um por bilhão (1 : 1.000.000.000).
5. Os indivíduos resistentes apresentam uma ou mais diferença na constituição genética em relação à população predominante. Essa alteração é hereditária.
6. O problema da resistência resulta da seleção de mutantes resistentes preexistentes na natureza, quando expostos à ação dos fungicidas.
7. Há vários mecanismos envolvidos com a resistência aos fungicidas, porém, basicamente, resulta da modificação no sítio primário de atuação do fungicida no fungo.
8. Com a pressão de seleção do fungicida, a proporção de mutantes na população aumenta para 1:100 a 1:10. A eficiência dos tratamentos cai, e os indivíduos resistentes são facilmente detectados através de monitoramentos.
9. Se o tratamento com fungicidas for muito eficiente com poucos sobreviventes, a seleção para resistência será muito rápida, pois não há

competição entre a população predominante e a resistente. Por outro lado, se a eficiência do fungicida é de 80%, a proporção de indivíduos resistentes aumentará apenas cinco vezes a cada pulverização.

10. Quando os mutantes resistentes são obtidos em laboratório, com uso de luz ultravioleta ou produtos químicos, é denominada resistência induzida ou de laboratório. Difere em muitos aspectos da resistência de campo que resulta da pressão de seleção do fungicida. Estes últimos apresentam adaptação e competitividade, nem sempre demonstrada pelos indivíduos resistentes obtidos artificialmente em laboratório. Esse fato deve ser considerado quando da leitura de artigos a respeito de resistência.
11. Monitoramento é vital para detectar a causa da perda da eficiência dos fungicidas e checar se a estratégia anti-resistência está funcionando. Os resultados, principalmente de ensaios in vitro, devem ser interpretados criteriosamente para evitar conclusões errôneas. A detecção de indivíduos tolerantes, muitas vezes, indica o risco futuro com resistência e, nem sempre, que o produto em questão perdeu a eficiência. Sabe-se que, em meio de cultura, o patógeno pode apresentar rota alternativa de respiração, causando uma superestimação da tolerância às estrobilurinas. Esse fenômeno foi também comprovado por Olaya & Köller (1999) em ensaio in vitro para detecção de isolados de *V. inaequalis* resistentes ao kresoxym-methyl.
12. Na prática, a resistência pode ser caracterizada pela perda abrupta e significativa da eficiência. Em bioensaio, há nítida distinção entre indivíduos sensíveis e resistentes. É o caso da resistência aos benzimidazóis. Pode ser reversível (metalaxyl e polyoxin) ou praticamente irreversível (benzimidazóis). Monitoramento realizado 20 anos após a última aplicação de benzimidazóis, indicou que o decréscimo na população resistente de *V. inaequalis* foi mínimo, o que significa que a alteração genética não foi tão prejudicial aos mutantes. Por outro lado, quando cessa a aplicação do antibiótico polyoxin para o controle de *Alternaria* na macieira, a população resistente tende a desaparecer rapidamente da população.
13. Em outros casos, a resistência se manifesta gradativa e muito lentamente, como no caso do fungicida dodine e IBEs. Esse tipo de resistência é denominado de quantitativa, contínua, direcional ou progressiva. Num monitoramento, detectam-se indivíduos com diferentes graus de tolerância ao produto numa distribuição próxima ao normal.

14. Em relação às estrobilurinas, acredita-se que o desenvolvimento da resistência em *V. inaequalis* também seja gradual, similar ao dos IBEs e dodine.
15. Quando um patógeno desenvolve tolerância a dois ou mais fungicidas com mesmo mecanismo de ação, é chamada de resistência cruzada. Ocorre com os fungicidas do grupo dos benzimidazóis, IBEs, estrobilurinas e anilino-pirimidinas.

Mecanismo da resistência

1. O mecanismo mais comum é a alteração do sítio de atuação do fungicida. Os fungicidas tradicionais (protetores), após penetrar pela parede celular do fungo, atuam como potentes inibidores das enzimas, afetando simultaneamente vários sítios (inibidores multi-sítios).
2. Para o fungo adquirir resistência aos fungicidas convencionais, necessita de várias mutações nos sítios de ação, o que é praticamente impossível. Quando isso ocorre, as alterações genéticas seriam tantas que o mutante não conseguiria sobreviver.
3. Por outro lado, os fungicidas modernos atuam primariamente num único sítio (fungicidas sítio-específicos). A resistência resulta da mutação de um gene.
4. Os mecanismos de resistência aos IBEs mais conhecidos são: a) aumento do efluxo (expulsão do fungicida); b) mudança no sítio de ação do fungicida.
5. A resistência aos benzimidazóis (inibidor da mitose) resulta também da mutação no sítio de atuação do fungicida.
6. O mecanismo envolvido com a resistência ao dodine é desconhecido.
7. Para as estrobilurinas, que atuam inibindo a respiração mitocondrial pela interrupção do transporte de elétrons, o mecanismo de resistência está ligado à mudança no citocromo b.
8. A resistência de *V. inaequalis* às estrobilurinas (Stroby, Amistar, Flint) provavelmente é do tipo gradual, com baixa competitividade dos isolados resistentes.
9. O mecanismo de resistência de *V. inaequalis* aos fungicidas do grupo das anilino-pirimidinas (inibidor da secreção de enzimas necessárias à degradação da parede celular) não é conhecido.
10. Os fungicidas de alto risco são os que apresentam alta atividade intrínseca, modo de ação sistêmica, curativa e específica. Os indicadores de alto risco são:
 - 10.1. resistência cruzada com outros fungicidas (IBEs, estrobilurinas, anilino-pirimidinas);
 - 10.2. boa adaptação do mutante no campo (*V. inaequalis* resistentes ao dodine e benzimidazóis);

- 10.3. facilidade da obtenção de mutantes em laboratório;
- 10.4. uso contínuo de um fungicida;
- 10.5. áreas extensas de uso (lavoura extensiva);
- 10.6. alta pressão da doença (fonte de inóculo primário alta; pulverização erradicante, etc.);
- 10.7. período latente curto (a sarna, com período em torno de dez dias, é considerado médio).

Recomendações gerais para retardar o problema da resistência

1. Não utilizar os produtos sítio-específicos isoladamente. Aplicar em mistura com fungicidas de diferente tipo ou componente. O uso de mistura de fungicidas sítio-específicos com modo de ação distinto reduz drasticamente a chance do aparecimento da resistência, de 10^{-9} para 10^{-18} , isto é, reduz a chance em um bilhão de vezes.
2. Limitar o número de aplicações anuais de fungicidas de risco, utilizando estritamente quando necessário. A vida útil de um produto está ligada diretamente ao número de pulverizações realizadas ao longo dos anos.
3. Manter a dose e o intervalo recomendados pelo fabricante, não obstante o tema ser polêmico e não haver resultados conclusivos a respeito.
4. Evitar aplicações erradicantes, pois acelera a seleção de indivíduos resistentes.
5. Realizar o manejo integrado da doença, utilizando todas as ferramentas disponíveis.
6. Alternar entre fungicidas com modo de ação distinto, mesmo que menos eficiente ou mais caro.

Situação dos Fungicidas Sítio-Específicos no Sul do Brasil

Fungicidas Benzimidazóis

Em Santa Catarina, foi introduzido no início da década de 1970, visando ao controle da sarna. Inicialmente foram muito eficientes, entretanto, devido ao uso erradicante, o problema da resistência em *V. inaequalis* foi detectado no terceiro ano de uso intensivo. Segundo vários relatos, a população resistente é muito competitiva. No Japão, população se mantém estável mesmo 20 anos após o encerramento do seu uso.

No monitoramento, realizado em São Joaquim, foram detectados vários isolados que crescem em meio de BDA contendo 1.000 ppm de benomyl. Houve relato da sua ineficiência também em Bom Jesus, RS. Deste modo, conclui-se que, no Sul do Brasil, ainda é inviável o seu uso para o controle da sarna da macieira.

Fungicida Dodine

Foi introduzido também no início da década de 1970, juntamente com os benzimidazóis. Devido ao seu efeito supressor da esporulação, o dodine foi e vem sendo muito utilizado visando à erradicação da sarna das folhas e dos frutos infectados. Conseqüentemente, o nível de tolerância de *V. inaequalis* aumentou significativamente em alguns pomares de Santa Catarina. Apesar disso, ainda apresenta bom nível de controle na maioria dos pomares, mesmo em aplicação pós-sintoma, objetivando a erradicação da sarna.

Num monitoramento realizado nos USA, constatou-se que foram necessários 13 anos de interrupção de uso do dodine para que a população de resistentes reduzisse para 11%. Considerando que a proporção de indivíduos resistentes regride muito lentamente, da mesma maneira que os benzimidazóis, esse produto deve ser utilizado quando estritamente necessário. Para as regiões quentes, onde a brotação da macieira é desuniforme, uma das épocas recomendadas é no início da brotação, visando ao controle da sarna das ponteiros que se desenvolveram precocemente. Nas demais regiões, o momento oportuno para o uso do dodine seria quando fosse constatado o primeiro sintoma durante o monitoramento da sarna.

Fungicidas IBEs

Fungicidas desse grupo foram testados para o controle da sarna e introduzidos para uso comercial a partir da década de 1980. Inicialmente, foram utilizados o triforine e bitertanol e, em seguida, o fenarimol. Atualmente, estão disponíveis, para o controle da sarna, cinco grupos (piperazinas, imidazoles, pirimidinas, piridinas e triazoles) e mais de doze produtos comerciais.

Devido a mais de 20 anos de uso na cultura da macieira no Sul do Brasil (± 80 aplicações), está ocorrendo perda gradual da eficiência, fenômeno relatado no RS e em SC. O uso dos IBEs em mistura com fungicidas protetores visando ao aumento da eficiência, mostrou-se uma medida acertada em relação ao manejo da resistência. Até o presente, a mistura de tanque de fungicidas IBEs com protetores tem-se mostrado muito eficiente no controle da sarna, não obstante a mudança no nível de sensibilidade de *V. inaequalis* aos IBEs.

Com a introdução de novos grupos químicos, com modo de ação curativa sobre a sarna, o avanço da resistência deverá ser retardado.

Fungicidas do grupo das estrobilurinas

Introduzido no Brasil há dois anos para uso comercial na cultura da macieira. Há relato, no exterior, de resistência em oídio das cucurbitáceas e cereais entre outras. Para estas doenças, a resistência é monogênica, ou seja, apenas um gene do fungo estaria envolvido. Neste caso, o risco de ocorrer resistência do tipo qualitativo ou abrupto é muito grande. Entretanto, em relação à sarna da macieira, há indicativo de que a resistência seja do tipo quantitativo ou progressivo, com perda gradual da eficiência.

Os fungicidas Amistar, Flint e Stroby devem apresentar resistência cruzada.

Fungicidas do grupo das anilinoimidazóis

Introduzido há apenas um ano para uso comercial no Brasil, não há nenhum trabalho visando detectar o risco resistência a este novo grupo de fungicida curativo. Em ensaio *in vitro*, conduzido na Alemanha, foi constatada alta variabilidade dos isolados de *V. inaequalis*, na sensibilidade a este produto. O resultado demonstra o risco de desenvolvimento de resistência, principalmente quando estes fungicidas (cyprodinil, pyrimethanil e mepanipyryna) não forem manejados adequadamente.

Referências Bibliográficas

- AKUTSU, M.; TANAKA, H. **Controle químico da sarna da macieira**. Florianópolis: Empasc, 1977. 9p. (Empasc. Comunicado Técnico, 2).
- APPEL, J. Stribilurin resistance, management strategies and recent results with apple scab. In.: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 3, 2000, Fraiburgo, SC. **Anais...** Florianópolis: Epagri, SC. 2000. 180p.
- AYLOR, D. E. The aerobiology of apple scab. **Plant Disease**, v.82, p.838-849. 1998.
- BLEICHER, J. **Doenças da macieira e seu controle**. Florianópolis: Empasc, 1981. 72p. (Empasc. Boletim Técnico, 11).
- BERG, D. Biochemical mode of action of fungicides ergosterol biosynthesis inhibitors. In: GRENN, M.B.; SPILKER, D. A. (Eds). **Fungicide chemistry. Advances and practical applications**. Washington: ACS, 1986. 1973p.
- BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y. **A sarna da macieira**. Florianópolis: Empasc, 1988. 39p. (Empasc. Boletim Técnico, 44).

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; GREINER, L. C. Efeito da mistura de fungicida curativo com fungicida protetor, aplicada em pós-infecção, no controle da sarna da macieira. **Fitopatologia brasileira**, v.14, p.263-268, 1989.

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y. Intervalos de aplicação de misturas de fungicidas curativos com fungicidas protetores no controle da sarna da macieira. **Fitopatologia brasileira**, v.16, p.82-86. 1991.

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; KRUEGER, R. Avaliação da eficiência de misturas de fungicidas aplicadas em pré e pós-inoculação, no controle da sarna da macieira em casa de vegetação. **Fitopatologia brasileira**, v.17, p.87-90. 1992.

BONETI, J. I. S.; RIBEIRO, L. G.; KATSURAYAMA, Y. **Manual de identificação de doenças e pragas da macieira**. Florianópolis: Epagri, 1999. 149p.

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y. Controle químico da sarna da macieira, em condições de períodos de molhamento foliar prolongados. **Fitopatologia brasileira**, v.24, p.31-37, 1999.

BRENT, K. J. **Fungicide resistance in crop pathogens**: How it can be managed. Reino Unido: GIFAP, 1995. 48p. (FRAC. Monografia, 1).

DELP, C.J. (Ed.). **Fungicide resistance in North America**. [S.l]: APS, 1988. 133p.

GADOURY, D. M.; STENSVAND, A.; SEEM, R. C. Influence of light, relative humidity, and maturity of populations on discharge of ascospores of *Venturia inaequalis*. **Phytopathology**, v.88, p.902-909, 1998.

ISSA, E. A sarna ataca as macieiras. **Páginas agrícolas**, v.37, p.1-4. 1952.

JONES, A. L.; FISHER, P. D.; SEEM, R.; KROON, J. C.; VANDEMOTTER, J. P. J. Development and commercialization of an in-field microcomputer delivery system for weather-driven predictive models. **Plant Disease**, v.68, p.458-463, 1984.

KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S.; KRUEGER, R.; AMORIM NETO, A. Estações de avisos fitossanitários no controle da sarna da macieira na região de São Joaquim, SC. **Agropecuária Catarinense**, v.5, p.10-16, 1992.

KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S. Monitoramento da resistência de *Venturia inaequalis* ao fungicida dodine. **Agropecuária Catarinense**, v.9, p.12-15, 1996.

KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J. I. S. Redução da sensibilidade da população de *Venturia inaequalis* aos fungicidas fenarimol e dodine, provocada pelas pulverizações sucessivas, no campo. **Fitopatologia brasileira**, v.22, p.273, 1997a.

KÖLLER, W.; SCHEINPFLUG, H. Fungal resistance to sterol biosynthesis inhibitors: A new challenge. **Plant Disease**, v.71, p.1066-1074. 1987.

KÖLLER, W. Chemical control of apple scab - status quo and future. **Norwegian Journal of Agricultural Sciences**, v.17, p.49-170, 1994.

KÖLLER, W.; WILCOX, W. F. Evaluation of tactics for managing resistance of *Venturia inaequalis* to sterol demethylation inhibitors. **Plant Disease**, v.83, p.857-863, 1999b.

MACHARDY, W. E. **Apple scab**: biology, epidemiology, and management. St. Paul: APS Press, 1996. 545p.

MILLS, W. D. Efficient use of sulfur dusts and sprays during rain to control apple scab. **Cornell Ex. Bull**, n.630, p.1-4, 1944.

OLAYA, G.; KÖLLER, W. Baseline sensitivities of *Venturia inaequalis* populations to the strobilurin fungicide kresoxym-methyl. **Plant Disease**, v.83, p.274-278, 1999.

O'LEARY, A. L.; SUTTON, T. B. The influence of temperature and moisture on the quantitative production of pseudothecia of *Venturia inaequalis*. **Phytopathology**, v.76, p.199-204, 1986.

O'LEARY, A. L.; JONES, A. L. Factors influencing the uptake of fenarimol and flusilazol by apple leaves. **Phytopathology**, v.77, p.1564-1568, 1987.

SCHNABEL, G.; PARISI, L. Sensitivity of *Venturia inaequalis* to five DMI fungicides, including the new triazole fluquinconazole, and to pyrimethanil. **Journal of Plant Disease and Protection**, n.104, p.36-46, 1997.

SCHWABE, W. F. S. Apple scab infection as influenced by "dew" following "rain" wetting periods. **Phytophylactica**, v.12, p.229-230, 1980.

STENSVAND, A.; GADOURY, D. M.; AMUNDSEN, T.; SENB, L.; SEEM, R. C. Ascospore release and infection of apple leaves by conidia and ascospores of *Venturia inaequalis* at low temperatures. **Phytopathology**, v.87, p.1046-1053, 1997.

SZKOLNIK, M. Physical modes of action of sterol-inhibiting fungicides against apple disease. **Plant Disease**, v.65, p.981-985, 1981.

STAUB, T. Fungicide resistance: Practical experience with antiresistance strategies and role of integrated use. *Ann. Rev. Phytopathology*, v.29, p.421-442, 1991.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. **Avaliação de fungicidas utilizados para o controle de *Venturia inaequalis* na cv. Gala em Vacaria, RS (1987-1991)**. Pelotas: Embrapa-CNPFT, 1993. 24p. (Embrapa-CNPFT. Boletim Pesquisa, 24).

VENÂNCIO, W. S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E. L.; SOUZA, N. L. Novos fungicidas. I - Produtos naturais e derivados sintéticos: estrobilurinas e fenilpirroles. **RAPP**, v.7, p.103-155. 1999.

YPEMA, H. L.; GOLD, R. E. Kresoxim-methyl. Modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. **Plant Disease**, v.83, p.4-19, 1999.



Fig. 1 . Sintomas da sarna da macieira. Lesões primárias (p) e secundárias (s) nos frutos (A), rachadura no fruto (B), lesões em frutos pequenos (C), sarna de verão na cv. Fuji (D) e na cv. Golden Delicious (E), lesões na folha (F), lesões na página inferior da folha (G), lesão do pedúnculo (H) e no pecíolo (I), lesões cloróticas causadas por aplicações de fungicidas IBE depois de 96 horas do início do período de infecção (J), lesões causadas por aplicações em pré-sintoma (K), lesões erradicadas com aplicação do fungicida dodine no fruto (L) e na folha (M).

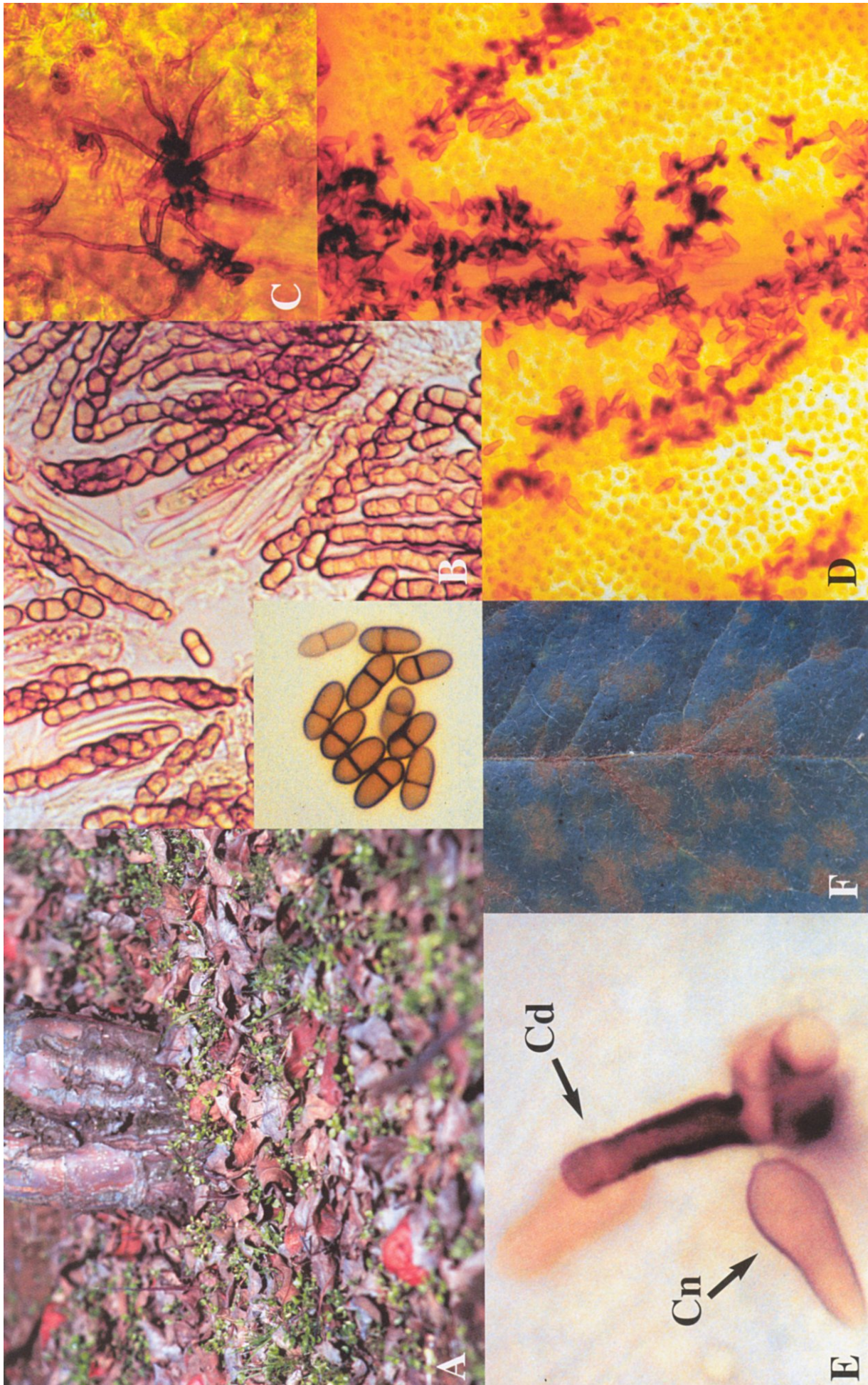


Fig. 2 . Estruturas de *Venturia inaequalis*, agente causador da sarna da macieira. Folhas caídas sobre o solo onde são produzidos os pseudotécios (A), ascos e ascóporos responsáveis pela infecção primária (B), desenvolvimento do micélio do fungo no interior dos tecidos da folha da macieira (C), massa de conídios produzidos na folha da macieira (D), conídio (cn) e conidióforo (cd), responsáveis pelas infecções secundárias (E) e esporulação abundante de conídios na folha da macieira (F).

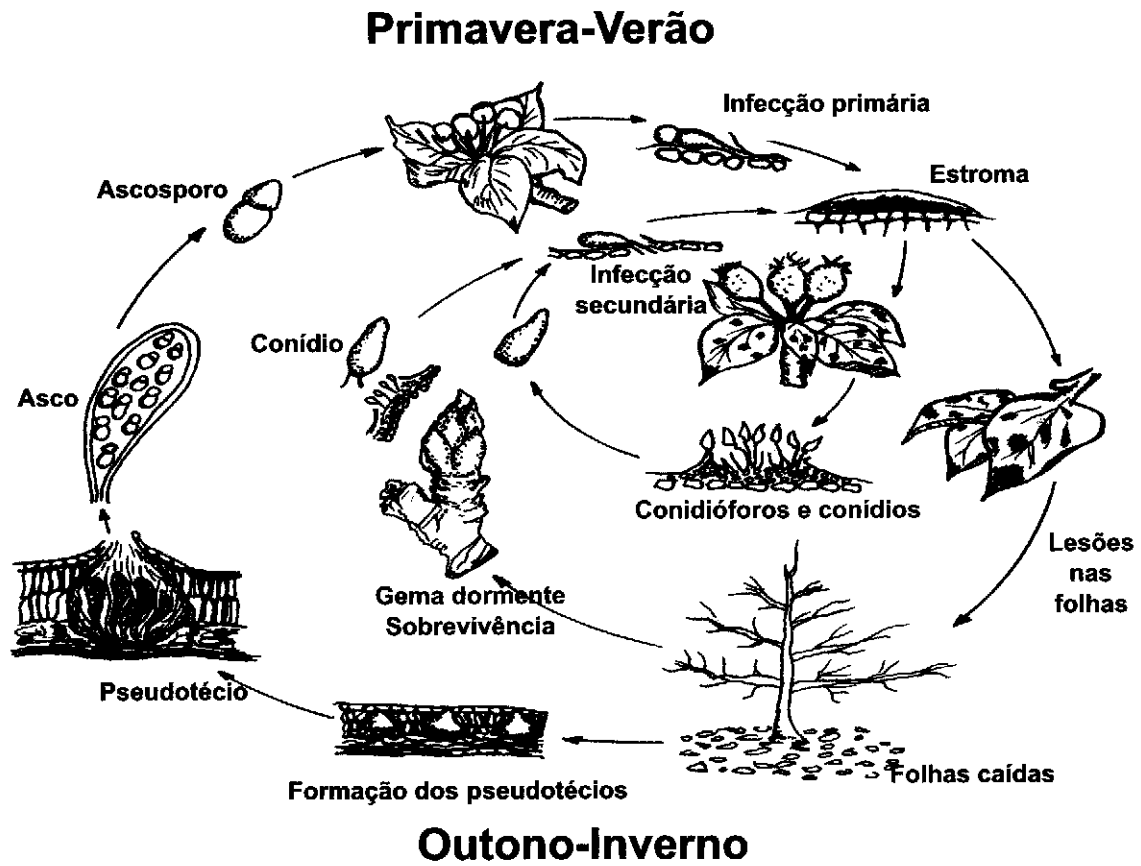


Fig. 3 . Ciclo evolutivo da sarna da macieira causado por *Venturia inaequalis*.

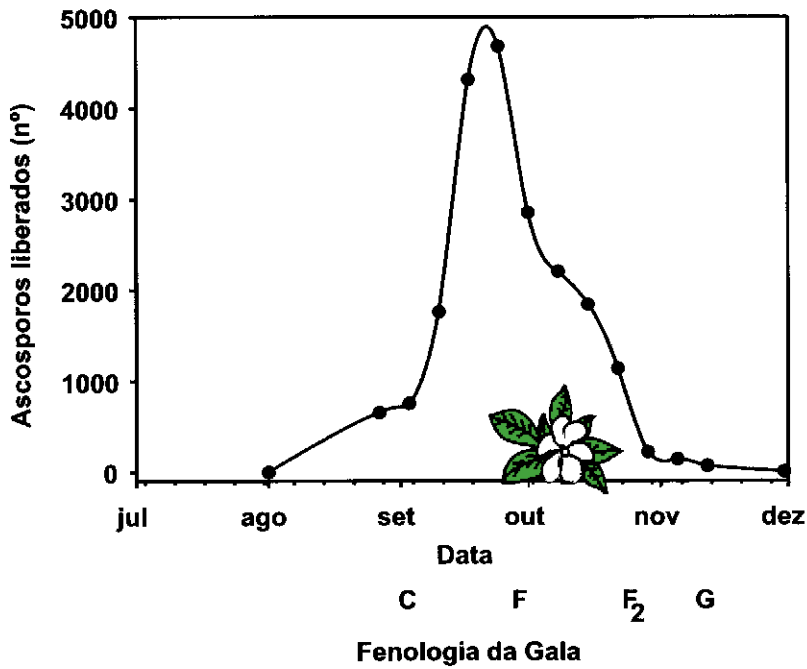


Fig. 4 . Liberação de ascósporos de *Venturia inaequalis* e fenologia da cv. Gala em São Joaquim, SC. Pontas verdes (C); início da floração (F), plena floração (F₂) e final da floração (G). Dados médios de 1983 a 1993.

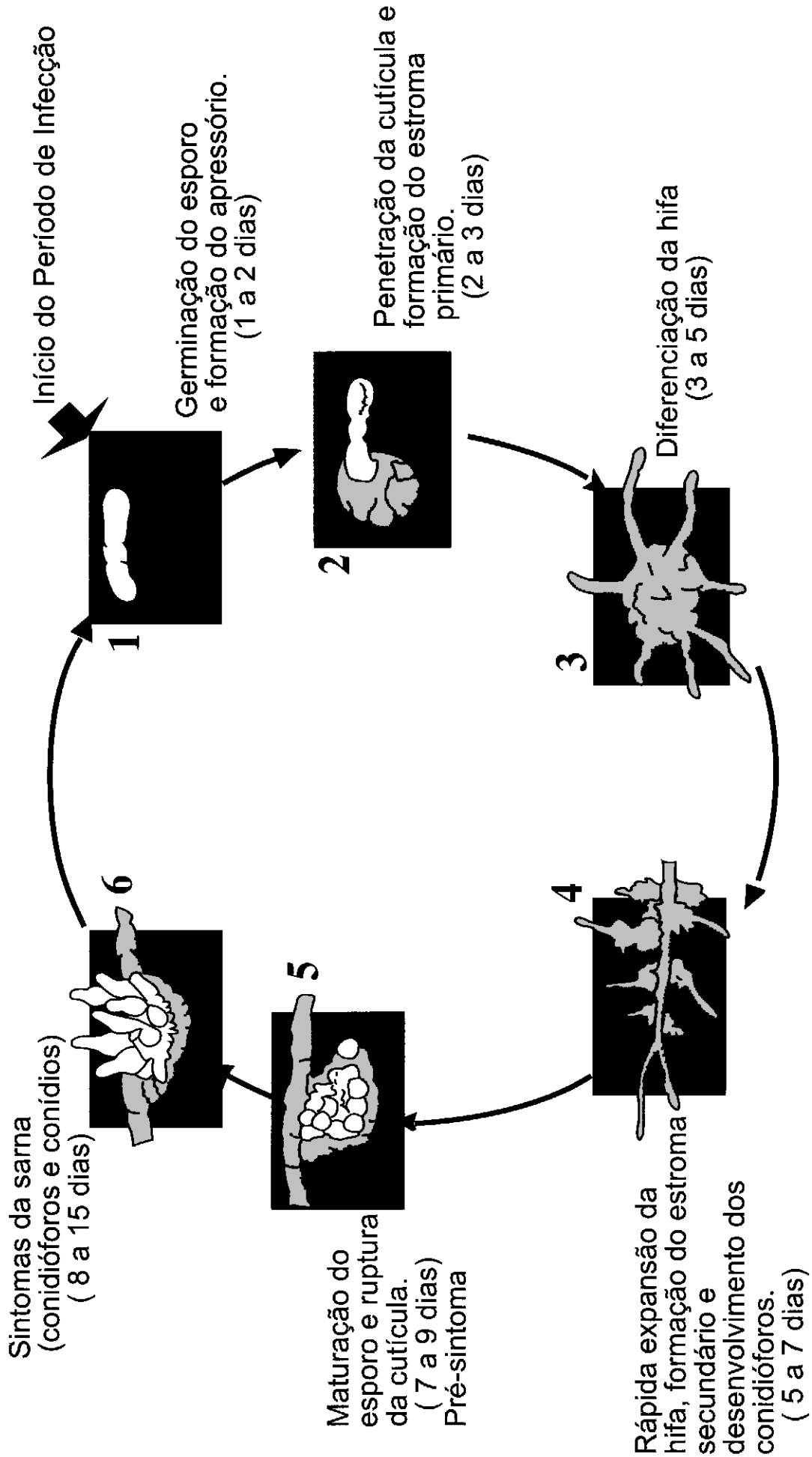
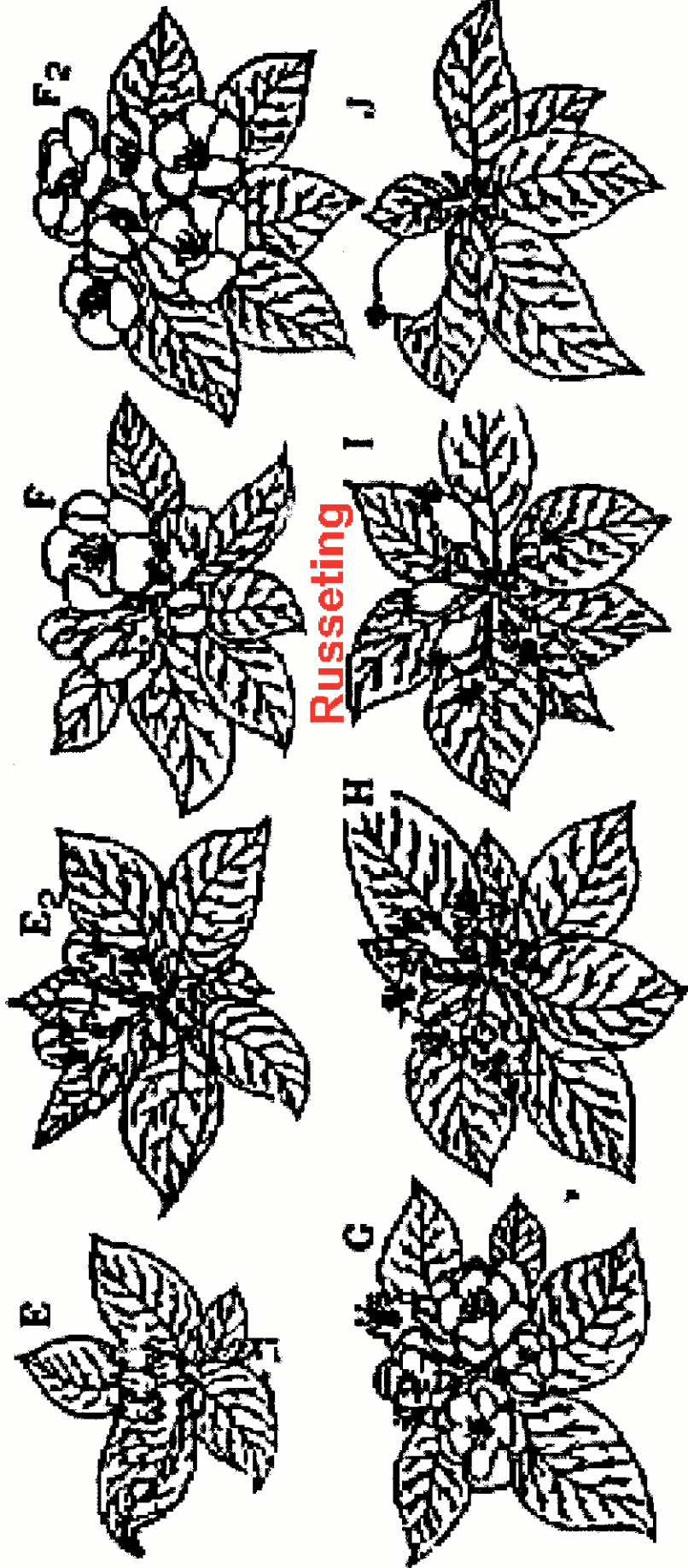


Fig. 5 . Processo de infecção de *Venturia inaequalis* nas folhas da macieira. Pontos de ação dos fungicidas protetores (1), curativos (2 e 3), pré-sintoma (5) e erradicantes (6). As partes de cor branca e cinza correspondem às estruturas que estão fora e dentro (intercelularmente) dos tecidos da folha da macieira, respectivamente (adaptado de Daniels et al., 1994).

Agosto-Setembro



Novembro

Fig. 6 . Estádios fenológicos da macieira: (A) gema dormente; (B) gema inchada; (C) pontas verdes; (C3) 1,25 cm verde; (D) 1,25 cm verde sem folhas; (D₂) 1,25 cm verde com folhas; (E) botão rosado; (E₂) início de floração; (F) plena floração (F₂); (G) final de floração; (H) queda de pétalas; (I) frutificação efetiva; (J) frutos verdes.

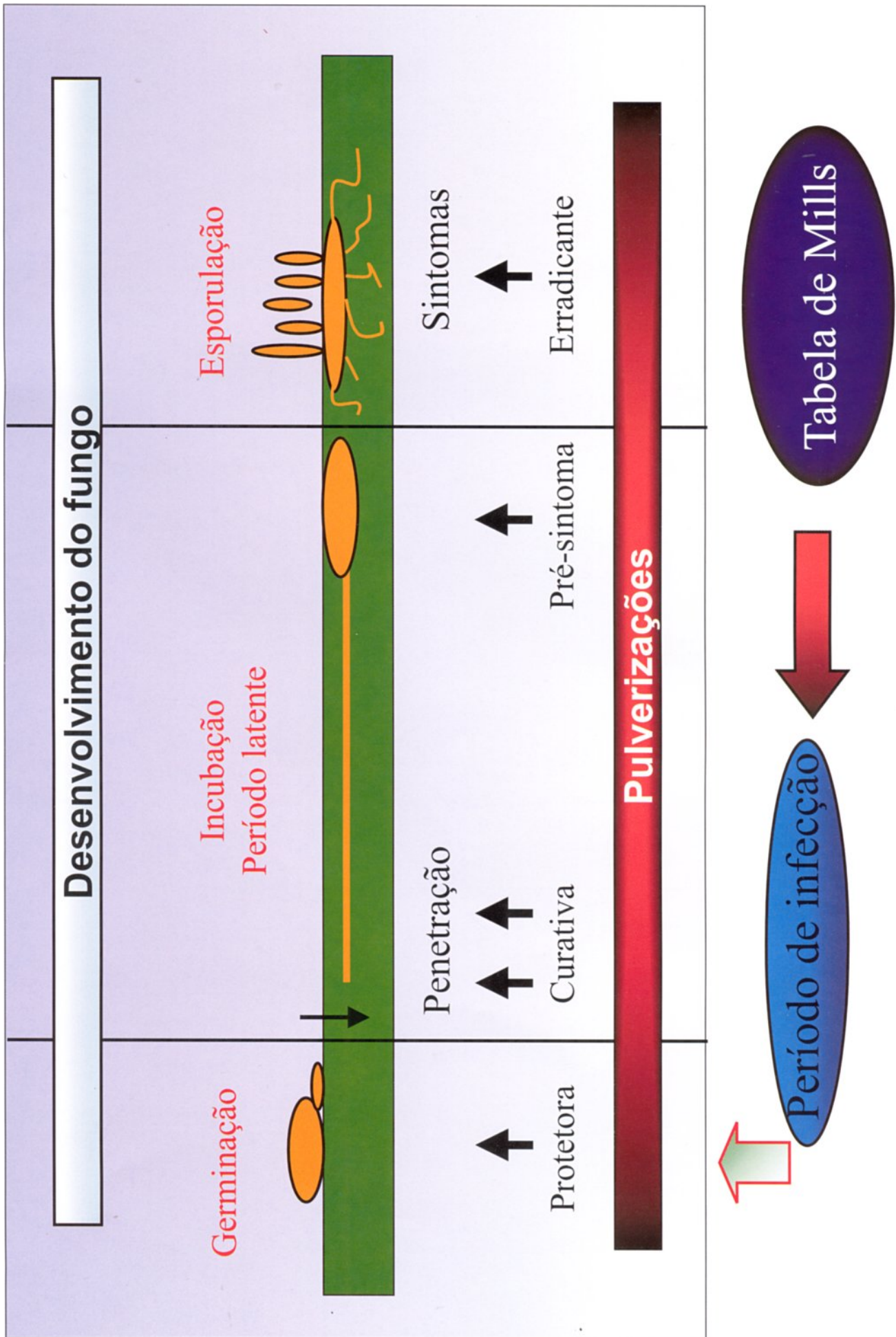
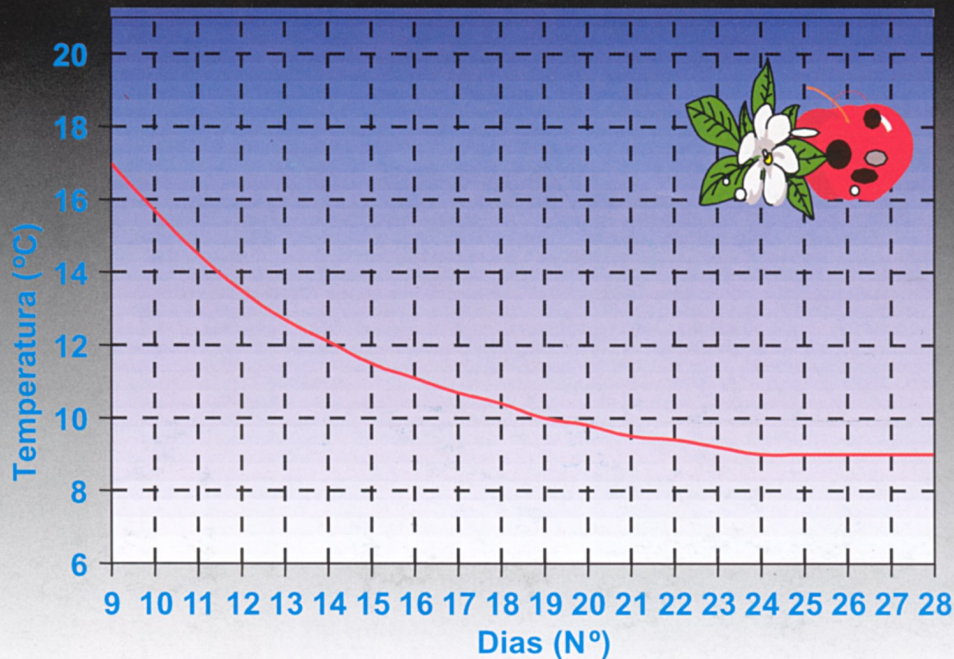


Fig. 7 . Estratégia de controle da sarna. Evolução da doença conforme a ocorrência dos períodos de infecção determinados pela Tabela de Mills e aplicação dos fungicidas protetores, curativos e erradicantes.



Fonte: Besson & Joly, Toulouse.

Fig. 8 . Curva de previsão do aparecimento de lesões de sarna de acordo com a temperatura média diária após o início de infecção.

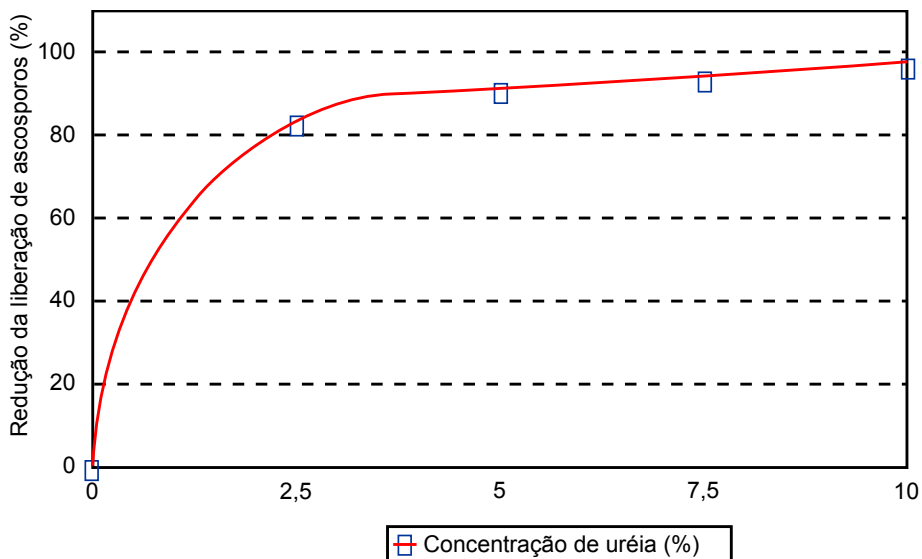


Fig. 9 . Efeito da aplicação de uréia na liberação de ascósporos de *Venturia inaequalis*.

**Circular
Técnica, 30**

Ministério da
Agricultura,
Pecuária e
Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, 515 - C.Postal 130
95700-000 Bento Gonçalves, RS
Fone: (0xx)54 451-2144
Fax: (0xx)54 451-2792
[http:// www.cnpuv.embrapa.br](http://www.cnpuv.embrapa.br)

1ª edição
1ª impressão (2001): 1.000 exemplares

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Gilmar Barcelos Kuhn
Secretário-Executivo: Nêmora G. Turchet
Membros: Gildo A. da Silva e Francisco Mandelli

Expediente

Revisão do texto: Rosa Mística Zanchin
Tratamento das ilustrações: Jose Itamar S. Boneti