

***EFEITO COMBINADO  
TEMPERATURA – UMIDADE DO AR***

## ■ ESTAÇÕES DO ANO

---

Outono



20/Mar  
08h02

Inverno



21/Jun  
02h04

Primavera



22/Set  
17h44

Verão



21/Dez  
\*14h11

**- O VAPOR D'ÁGUA ATMOSFÉRICO, OU SEJA A UMIDADE DO AR, É UM FATOR DETERMINANTE DO NÍVEL E DA QUALIDADE DE VIDA EM UM AMBIENTE.**

**- PARA A AGRICULTURA O NÍVEL COM QUE A UMIDADE DO AR OCORRE EM UM AMBIENTE TERÁ EFEITO DECISIVO NAS RELAÇÕES ENTRE AS PLANTAS E AS PRAGAS OU DOENÇAS, SOBRE A QUALIDADE DOS PRODUTOS E SOBRE O CONFORTO ANIMAL.**

**-A BAIXA UMIDADE DO AR É RESPONSÁVEL PELO RISCO DE INCÊNDIOS (IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA)**

***-DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO E DOENÇAS DE PLANTAS:***

***-O orvalho é definido como a água condensada sobre uma superfície próxima ao solo, quando a temperatura cai abaixo do ponto de orvalho, devido ao resfriamento intenso durante noites de céu limpo, sem vento e com alta umidade no ar próximo a superfície;***

***-A temperatura do ponto de orvalho é aquela na qual uma dada parcela do ar deve ser resfriada, sob pressão e teor constantes, afim de que haja Saturação.***

***-O orvalho é um condicionador natural da ocorrência de doenças em plantações e tem profundas implicações no seu manejo,***

***-O molhamento das superfícies vegetais pelo orvalho é que irá possibilitar a germinação dos esporos dos fungos e a penetração do tubo germinativo através dos estômatos das folhas***

***-Nesse processo, a duração com que o orvalho permanece sobre a cultura é mais importante do que sua quantidade.***

***-Outros elementos do clima também interferem neste processo, porém, o molhamento propiciado pelo orvalho, chuva ou irrigação, é fator decisivo par a manifestação de doenças.***

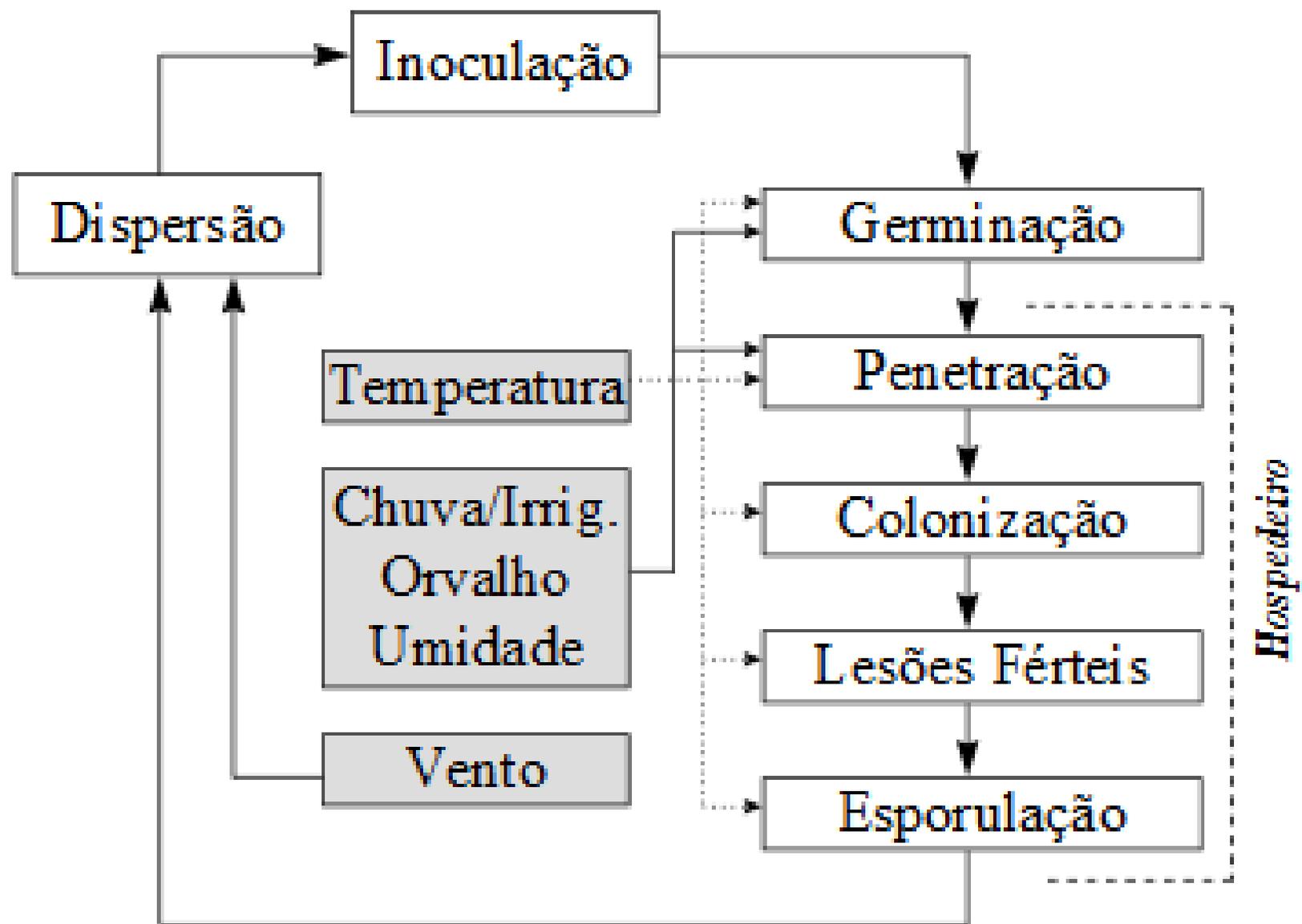


Figura 17.1. Esquema da influência dos elementos climáticos nas fases de uma doença fúngica. Adaptado de Pedro Jr. (1989).

A permanência de água sobre a planta é quantificada pela *Duração do Período de Molhamento* (DPM), sendo classificada da seguinte forma:

Fig

- *curta duração*  $\Rightarrow$  se  $DPM < 6$  horas
- *média duração*  $\Rightarrow$  se  $6 \leq DPM \leq 10$  horas
- *longa duração*  $\Rightarrow$  se  $DPM > 10$  horas.

***- Um método indireto para se determinar a DPM em condições naturais (isto é, molhamento por irrigação) é com registros do termo-higrógrafo, pois há relação direta com o Número de Horas de Umidade Relativa igual ou maior que 95% ( $NH \geq 95\%$ ), no abrigo meteorológico ( a 1,5 m acima do solo).***

***A maioria das doenças de plantas exigem uma sequência de dias com DPM maior que 10 horas.***

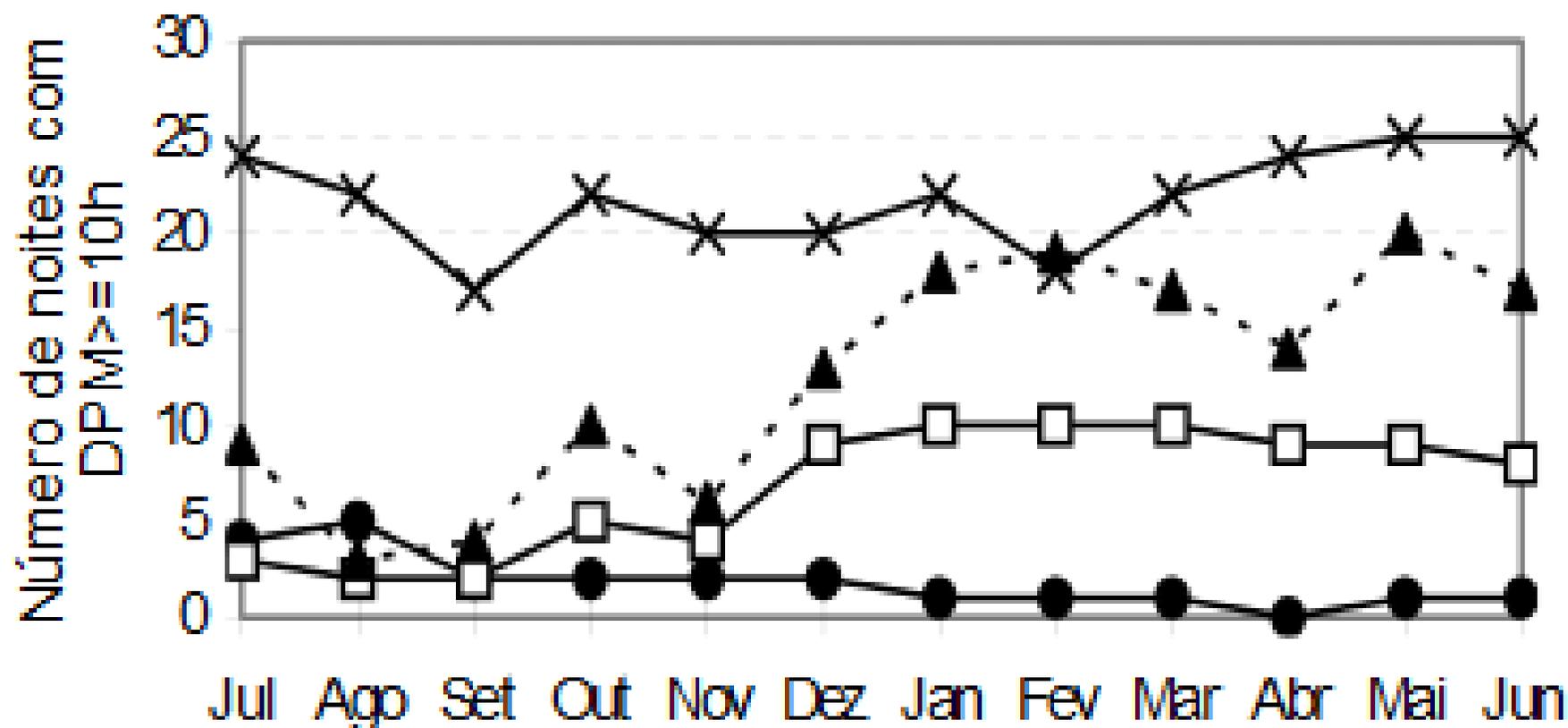


Figura 17.2. Número de noites com DPM maior ou igual a 10h em três locais do Estado de São Paulo. Adaptado de Camargo et al. (1967).

**-A ocorrência e duração do molhamento são determinadas por fatores topoclimáticos (exposição e configuração do terreno) e também microclimáticos (cobertura do terreno).**

**- Além de favorecer a ocorrência de doenças em plantas, a presença do orvalho influi também na eficiência dos fungicidas e nos esquemas de aplicação de defensivos.**

**-A chuva é outro elemento meteorológico bastante importante com relação a ocorrência e desenvolvimento de doenças de plantas.**

**-Alem de elevar a umidade do ar e proporcionar o molhamento das folhas e dos frutos, a chuva tem efeito favorável na dispersão e disseminação dos esporos,**

**- E desfavorável no controle das doenças, pois atua lavando os defensivos aplicados na lavoura.**

**-**

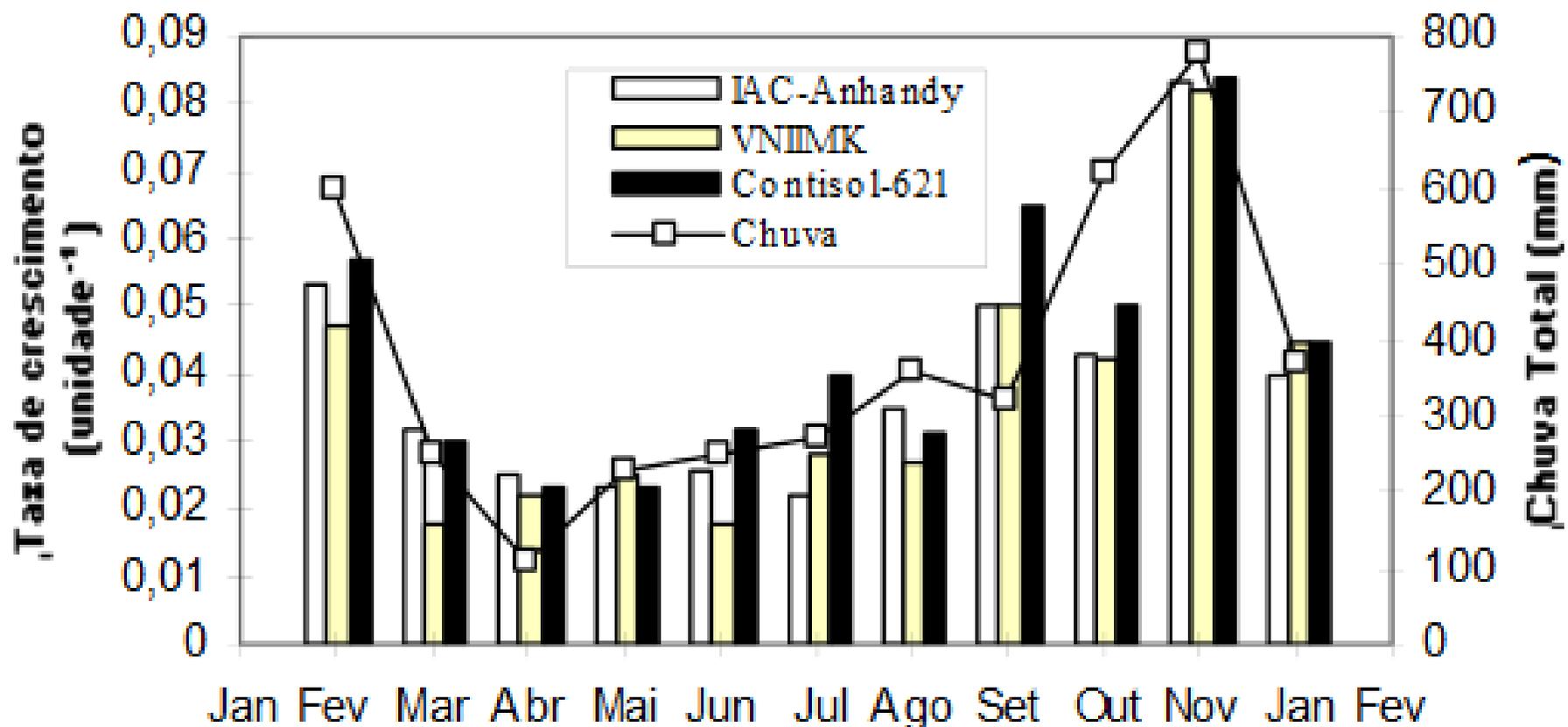


Figura 17.3. Relação entre a chuva total no ciclo da cultura do girassol e a taxa de crescimento da mancha de *Alternaria helianthi*, em diferentes épocas de semeadura. Fonte: Sentelhas et al.(1996).

## INTERAÇÃO TEMPERATURA-UMIDADE E FITOSSANIDADE

- Apesar da temperatura do ar ser um fator menos limitante do o que a umidade no desenvolvimento de doenças e pragas, é a combinação temperatura – umidade que irá condicionar o sucesso do processo infeccioso da doença ou a incidência de ataque de praga.

-A temperatura atua como agente moderador/amplificador nessa combinação.

-Avaliando o efeito combinado Temperatura – Umidade sobre o mal-das-folhas da seringueira causado pelo fungo *Microcyclus ulei*, Gasparotto (1988) verificou que:

- se a temperatura for de 24 °C, heverá infecção com apenas 6 horas de DPM;
- se a temperatura for de 20 °C, haverá infecção se houver de 8 a 10 horas de DPM;
- se a temperatura for de 16 °C , não haverá manifestação da doença.

A combinação que proporcionou a infestação mais intensa foi 24°C e DPM de 16 horas, ou seja, temperatura amena e alta umidade.

#### 17.4. Influência de práticas agrícolas na fitossanidade

A ocorrência de pragas e doenças em plantas é determinada pelo macro e topoclima de uma região, seguido pelo microclima. O uso de práticas agrícolas pode provocar alterações no microclima de uma cultura, fazendo com que a região passe de pouco favorável para altamente favorável às pragas e doenças. Entre as práticas agrícolas que provocam alterações acentuadas no microclima incluem-se:

- **Irrigação**

A irrigação muda tanto as inter-relações da cultura com o ambiente como também tem efeito marcante no desenvolvimento de doenças e pragas. O tipo de irrigação é fundamental nessa interação, sendo que aquela feita por aspersão é a que traz maiores problemas por modificar a combinação temperatura - umidade do ar. Essa alteração pode resultar em perdas de qualidade e produtividade causadas principalmente por doenças fúngicas, pois pode aumentar a duração do período de molhamento (DPM) e reduzir a temperatura do ar. A Tabela 17.1 mostra como os diferentes tipos de irrigação influem na ocorrência de doenças.

Tabela 17.1. Influência dos diferentes tipos de irrigação no microclima e na ocorrência de doenças. Fonte: Rotem & Palti (1969).

Fator	Sulco	Inundação	Gotejo	Aspersão
Porcentagem do solo umedecido	20	90	30	100
Aumento da DPM em folhas e frutos	Não	Não	Não	Sim
Diminuição da temperatura das plantas	Não	Não	Não	Sim
Efeito sobre os fungicidas	Não	Não	Não	Lavagem

Com relação ao aspecto microclimático, a irrigação terá maiores efeitos em regiões onde o macroclima é úmido e sub-úmido e menores nas regiões super úmidas e secas. Além disso, alguns fatores relacionados à cultura, como a densidade de plantio, interagem acentuando os efeitos da irrigação e, conseqüentemente, a severidade do ataque das doenças. O esquema da Figura 17.7 mostra como funcionam essas inter-relações.

Alta densidade de plantio				
Baixa densidade de plantio				
	Super Úmido	Úmido	Sub Úmido	Árido
	Macroclima			

- Doença ocorre com ou sem irrigação
- Irrigação altera o microclima e facilita a ocorrência da doença
- Não ocorre doença com ou sem irrigação

Figura 17.7. Relação macroclima - irrigação - densidade de plantio e ocorrência de doenças. Fonte: Rotem & Palti (1969).

- **Estufas com Cobertura Plástica**

Apesar de proporcionar modificações microclimáticas favoráveis aos cultivos, o uso de estufas plásticas pode provocar também condições desfavoráveis, exigindo manejo adequado. Uma das condições desfavoráveis é a acentuada elevação da umidade do ar no seu interior, o que proporciona aumento considerável na DPM sobre folhas e frutos, favorecendo a proliferação de doenças.

Na Figura 17.8 nota-se a variação da DPM dentro e fora de uma estufa coberta com PEBD. Apesar do manejo diário das cortinas laterais, a DPM dentro da estufa sempre foi maior ou igual à observada ao ar livre, com valores sempre superiores a 14 horas, enquanto que no exterior ocorreram apenas 30 dias com DPM maior ou igual a 10 horas.

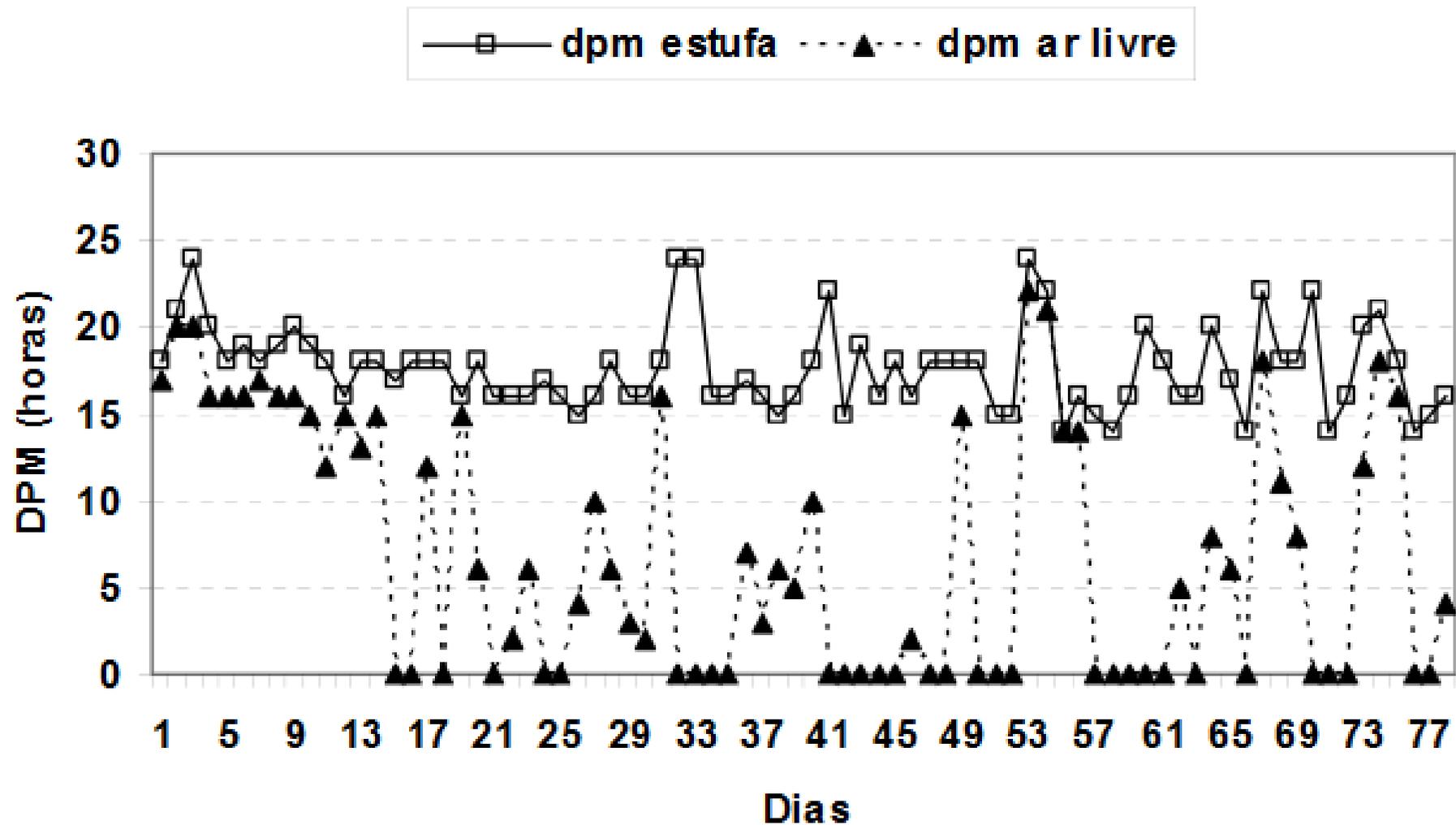


Figura 17.8. DPM dentro e fora de estufas plásticas. Fonte: Pezzopane et al. (1995c)

- **Quebra-ventos**

Os quebra-ventos (QV, ver Capítulo 17) reduzem a velocidade do vento, que é um importante fator na demanda evaporativa do ar. Assim, o orvalho formado na área protegida pelo QV permanecerá durante mais tempo sobre a cultura, devido à evaporação mais lenta. Esse efeito é ainda mais grave na área sombreada pelo QV. Isso não significa que os QV devam ser evitados, principalmente em regiões com ventos fortes e contínuos, mas que o manejo da cultura deve ser diferente das situações em que não há QV.

- **Cobertura morta (Mulch)**

O uso de cobertura morta (capim e palha) sobre o solo, faz com que à noite o resfriamento da superfície seja mais rápido e intenso (ver Capítulo 6), atingindo-se mais cedo a temperatura de condensação (ponto de orvalho), resultando em DPM mais prolongada. Portanto, essa prática, especialmente no sistema de plantio direto, pode resultar em intensificação da ocorrência de doenças.

## **17.5. Estações de Aviso Fitossanitário**

*Estação de aviso fitossanitário* é um sistema de previsão da ocorrência e/ou desenvolvimento de uma determinada doença numa cultura, baseado em dados meteorológicos, em função da grande interdependência clima-planta-patógeno. Tal sistema visa determinar o momento mais adequado para a aplicação de medidas de controle na região, concorrendo diretamente para a racionalização do uso de defensivos, para a preservação do ambiente, e para a maximização da produção agrícola.

Como ilustração, alguns desses sistemas são apresentados a seguir, retirados de Zahler et al. (1989). É conveniente lembrar que um sistema desse tipo antes de ser utilizado deve ser testado para cada região e cultura, pois o melhoramento genético está sempre produzindo variedades de plantas mais resistentes, e o sistema de cultivo adotado altera significativamente o microclima.

- **Míldio do Feijoeiro**

Para o míldio do feijoeiro (*Phytophthora phaseoli*) a pulverização é recomendada sempre que houver dois dias seguidos com:  $T_{med} < 26^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{min} > 7^{\circ}\text{C}$ , e com chuva.

- **Míldio da Videira**

Para o míldio da videira (*Plasmopara viticola*) o sistema é fenológico-climatológico, com pulverizações:

- *Preventivas*  $\Rightarrow$  na brotação, florescimento e formação do cacho;
- *Curativas*  $\Rightarrow$  quando  $T_{min} > 10^{\circ}\text{C}$  e dois dias seguidos com chuva superando 10mm.

- **Pinta Preta do Tomate**

Para a pinta preta do tomate (*Alternaria solani*) utiliza-se a tabela de Mills, acumulando-se a severidade (S) num período de 7 dias (Tabela 17.6). As pulverizações são recomendadas quando o valor de S acumulado em 7 dias supera 14.

Tabela 17.6. Escala para determinação da severidade da Pinta Preta em Tomate.

Tmed no período noturno (°C)	Severidade (S)				
	0	1	2	3	4
	DPM (horas)				
13 a 17	0 a 6	7 a 15	16 a 20	≥ 21	-
17 a 20	0 a 3	4 a 8	9 a 15	16 a 22	≥ 23
20 a 25	0 a 2	3 a 5	6 a 12	13 a 20	≥ 21
25 a 29	0 a 3	4 a 8	9 a 15	16 a 22	≥ 23

- **Requeima do Tomate**

Para a requeima do tomate (*Phytophthora infestans*) utiliza-se uma relação empírica entre o grau de infecção (Y), número de dias com chuva em 10 dias ( $X_1$ ), e número de dias com  $T_{min} \geq 10^\circ C$  nos 10 dias ( $X_2$ ), ou seja:

$$Y = -0,08671 + 0,0209 (X_1 * X_2). \quad (17.1)$$

Quando  $Y > 0$ , recomenda-se a pulverização (Maschio & Sampaio, 1982).

- **Mancha preta do Amendoim**

Para controle da mancha preta do amendoim causada por *Cercospora arachidicola* e *C. personatum*, Pezzopane (1997) sugere o seguinte sistema pluviométrico:

- Pulverizar sempre que ocorrer 4 dias consecutivos ou não com chuvas diárias maiores que 2,5mm, devendo-se respeitar a carência do produto aplicado antes de se iniciar de novo o monitoramento.

## **17.6. Risco de Ocorrência de Incêndios**

Durante os períodos secos do ano, a baixa umidade do ar e as poucas chuvas fazem com que a ocorrência de incêndios em matas, pastos e florestas seja facilitada, o que, além dos danos materiais, põe em risco o equilíbrio do ambiente. Por meio de métodos agrometeorológicos, pode-se determinar o grau de risco de ocorrência de incêndios nas áreas rurais, sendo útil para propriedades produtoras de madeira e resina (reflorestamentos), e também em áreas de preservação ambiental. Esse sistema de alerta possibilita tomada das devidas providências para a prevenção e estratégias de controle do fogo.

Os métodos são divididos em *não-cumulativos* e *cumulativos*. Métodos *não-cumulativos* são aqueles que se baseiam somente nas condições do tempo vigentes no dia. Nesse tipo enquadra-se o:

- **Fator de Risco de Angström**

O fator de risco de Angström (FRA) é um índice empírico usado na Suécia, e que utiliza a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e a umidade relativa do ar às 13h ( $\text{UR}_{13\text{h}}\%$ ), que é o horário próximo do valor máximo da temperatura e do mínimo da umidade relativa do dia, sendo expresso por:

$$\text{FRA} = 0,05 \text{UR}_{13\text{h}}\% - 0,1 (T_{13\text{h}} - 27). \quad (17.2)$$

Sempre que FRA for menor que 2,5 é dado o alerta de risco de incêndio.

➤ **EXEMPLO:** Se num dia, às 13 horas, ocorrer as seguintes condições:  $\text{UR}_{13\text{h}} = 30\%$  e  $T_{13\text{h}} = 35^{\circ}\text{C}$

$$\text{FRA} = 0,05 * 30 - 0,1 * (35 - 27) = 0,7 \Rightarrow \text{FRA} < 2,5 \Rightarrow \text{ALERTA: RISCO DE INCÊNDIO}$$

Métodos *cumulativos* são aqueles que levam em consideração as condições climáticas de uma sucessão de dias. Dentre eles destaca-se a:

- **Fórmula de Monte Alegre**

A fórmula de Monte Alegre (FMA) é um índice utilizado no Brasil, e que leva em consideração a UR% às 13h, e a chuva, em mm, isto é:

$$FMA = 100 / UR_{13h}$$

$$FMA_{\text{acumulado}} = (f * FMA_{\text{ontem}}) + FMA_{\text{hoje}}$$

em que *f* é um fator que varia com a chuva da seguinte forma:

Chuva (mm)	Valor de <i>f</i>
> 2,4	1,0
2,5 a 4,9	0,7
5,0 a 9,9	0,4
10,0 a 12,9	0,2
> 13	0,0

O grau de risco de incêndio é dado pela Tabela 17.7.

O grau de risco de incêndio é dado pela Tabela 17.7.

Tabela 17.7. Grau de risco de incêndios florestais dado pela Fórmula de Monte Alegre.

FMA <sub>acumulado</sub>	$\leq 1,0$	1,1 a 3,0	3,1 a 8,0	8,1 a 20,0	$> 20,0$
Grau de risco	NULO	PEQUENO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO

➤ **EXEMPLO:**

Dia 1  $\Rightarrow$  UR = 30% e Chuva = 4,0mm       $f = 0,7$       FMA<sub>ontem</sub> = 3,5 (Valor admitido para exemplo)  
FMA<sub>acumulado</sub> =  $0,7 * 3,5 + 100 / 30 = 5,8$  (médio)

Dia 2  $\Rightarrow$  UR = 35% e Chuva = 0mm       $f = 1,0$       FMA<sub>ontem</sub> = 5,8  
FMA<sub>acumulado</sub> =  $5,8 * 1 + 100 / 35 = 8,7$  (alto)