

***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.

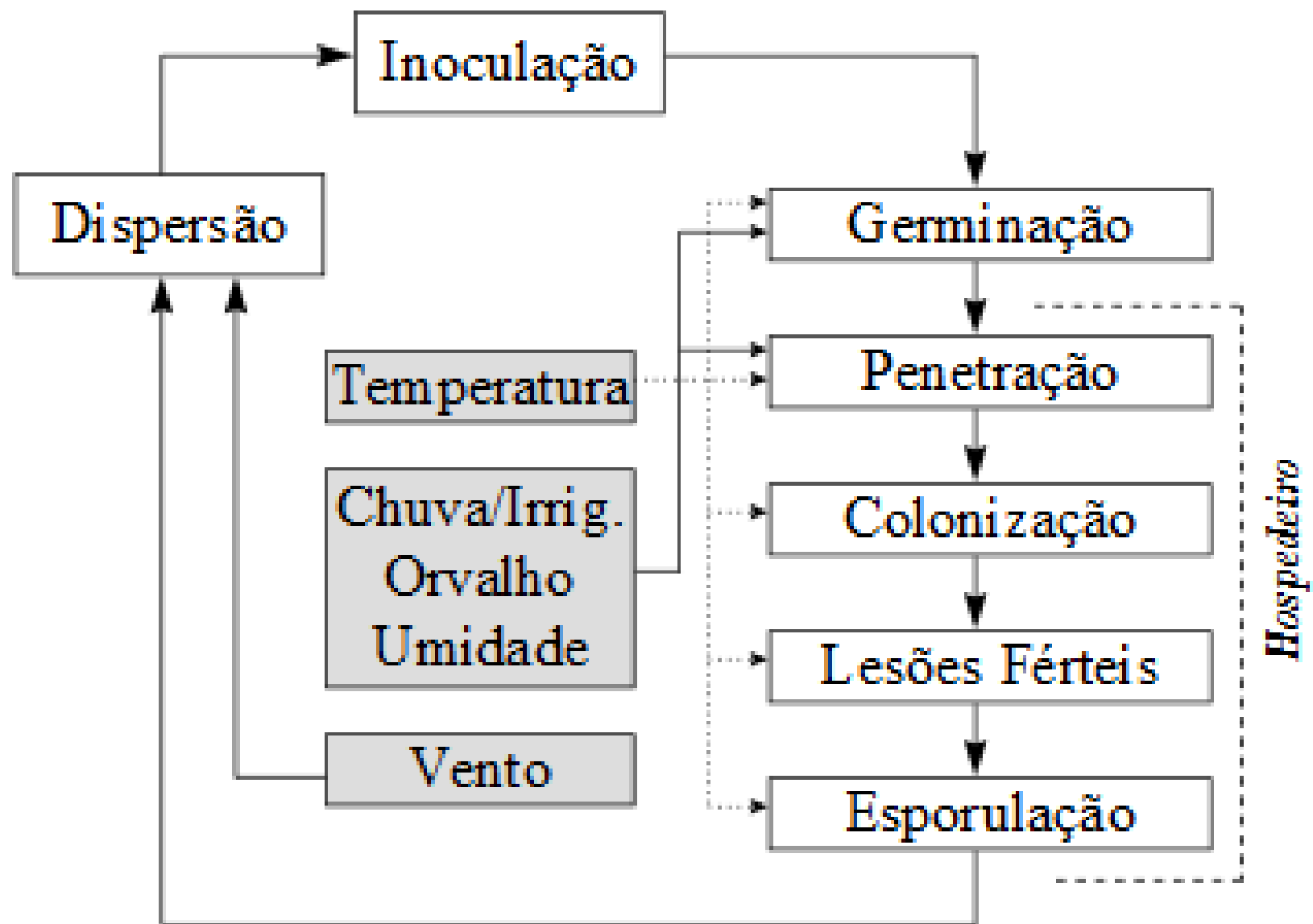


Figura 17.1. Esquema da influência dos elementos climáticos nas fases de uma doença fúngica. Adaptado de Pedro Jr. (1989).

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.

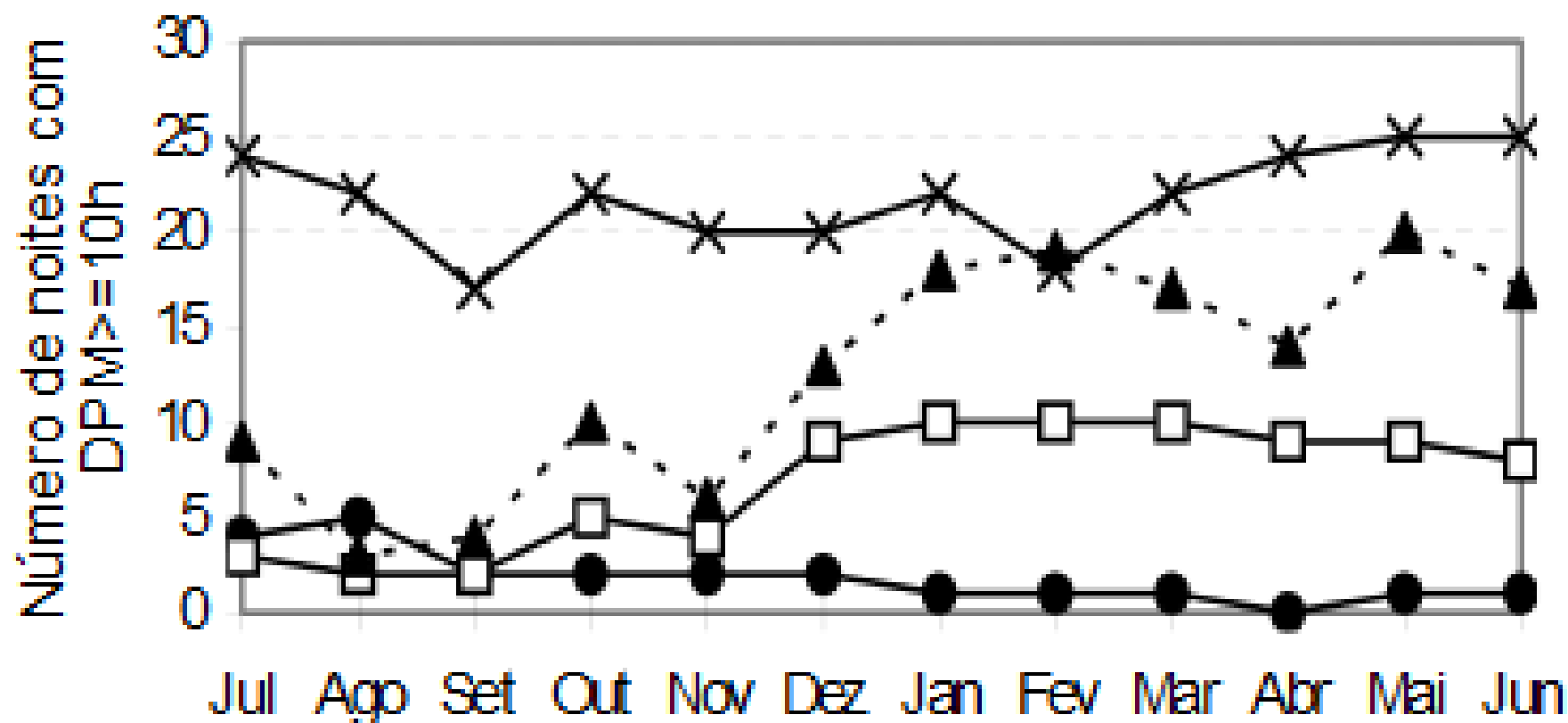


Figura 17.2. Número de noites com DPM maior ou igual a 10h em três locais do Estado de São Paulo. Adaptado de Camargo et al. (1967).

-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.

-

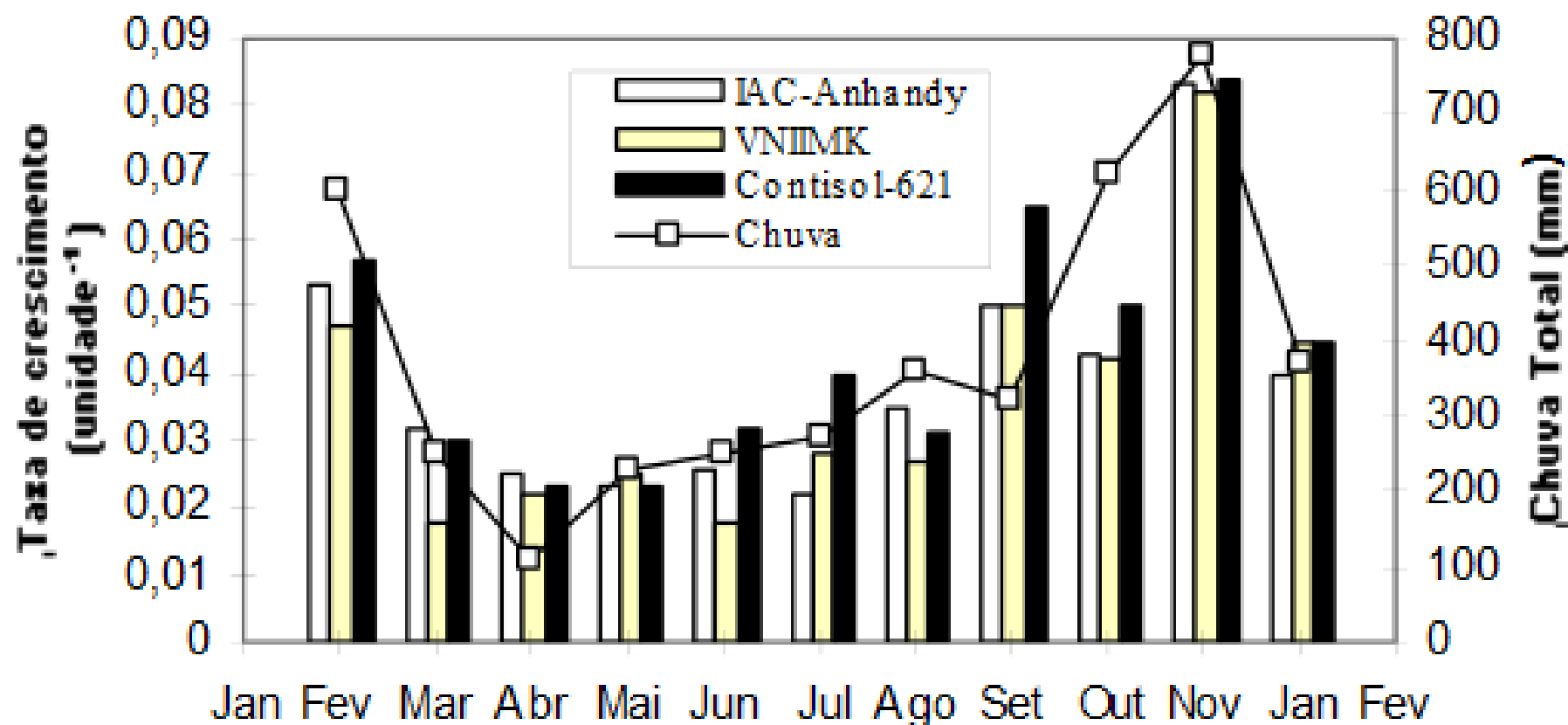


Figura 17.3. Relação entre a chuva total no ciclo da cultura do girassol e a taxa de crescimento da mancha de *Alternaria helianthi*, em diferentes épocas de semeadura. Fonte: Sentelhas et al.(1996).

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.

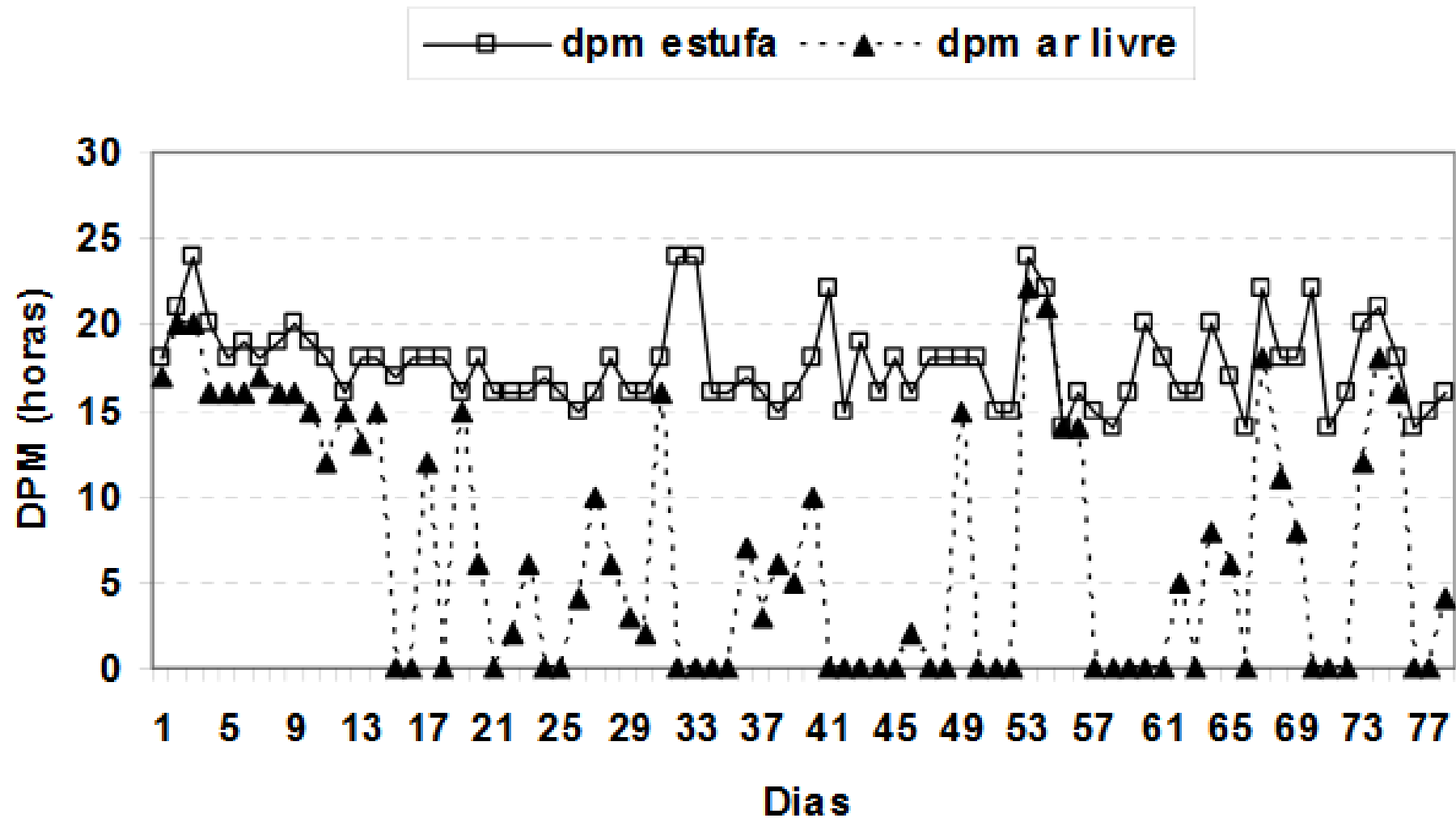


Figura 17.8. DPM dentro e fora de estufas plásticas. Fonte: Pezzopane et al. (1995c)

- **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 _{acumulado}	$\leq 1,0$	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_{ontem} = 3,5 (Valor admitido para exemplo)
FMA_{acumulado} = $0,7 * 3,5 + 100 / 30 = 5,8$ (médio)

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