

Protecção das culturas contra as geadas

José Paulo Mourão de Melo e Abreu*

António Castro Ribeiro**

António Monteiro***

*Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1300 Lisboa

**Escola Superior Agrária de Bragança, Q.^{ta} de S.^{ta} Apolónia, 5000 Bragança

***Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes e Alto Douro. Q.^{ta} do Valongo, 5370 Mirandela

Introdução

A ocorrência de geadas, em períodos críticos do desenvolvimento das plantas, provoca frequentemente danos graves que se traduzem em elevados prejuízos para os agricultores. Durante o período de dormência a generalidade das culturas são insensíveis às baixas temperaturas. Contudo, após o abrolhamento a sensibilidade da planta aumenta, sendo a fase de vingamento do fruto a mais crítica. No Outono, as geadas precoces podem igualmente causar prejuízos, quando ocorrem antes da colheita.

A minimização de potenciais prejuízos nas culturas pode ser feita se se tomarem algumas medidas preventivas antes da ocorrência das geadas (protecção passiva), ou se se actuar durante a noite da geada protegendo as culturas (protecção activa).

Nesta publicação resumem-se de uma forma simplificada os aspectos mais importantes das condições que levam à ocorrência das geadas e apresentam-se os principais métodos de protecção, passiva e activa, das culturas.

1. Conceitos

Geada – consiste na ocorrência de uma temperatura do ar de 0°C ou inferior, medida à altura de 1,5 metros, em abrigo meteorológico do tipo Stevenson.

Geada (t °C, h m) seguida das condições de medição da temperatura do ar, sempre que esta não seja observada em abrigo meteorológico do tipo Stevenson. " t °C" significa que o limiar considerado foi de t °C < 0 °C, e que a temperatura do ar foi igual ou inferior a esse limiar, quando medida à altura de h metros.

Exemplo: "geada (-2 °C, 0,05 m) observada em termómetro de mínima na relva", significa que a temperatura do ar desceu abaixo de -2 °C (ou igualou este valor), quando foi medida em termómetro de mínima na relva, colocado à altura de 0,05 metros.

Geada branca – Termo de origem rural, consagrado pelo uso, e que se refere à geada que é acompanhada pela formação de cristais de gelo produzidos pela congelação do orvalho, ou pela sublimação do vapor de água, sobre as superfícies.

Geada negra – Ocorre quando a ponto de orvalho é mais baixo do que a temperatura negativa nefasta atingida pelos órgãos vegetais. Deve-se esta designação ao aspecto necrótico apresentado pelos órgãos vegetais:

parecem "queimados". Note-se que a necrose, sintoma de morte dos tecidos vegetais, pode ocorrer também após a ocorrência duma geada branca que causou danos. Na verdade diz-se que houve "geada negra" quando vemos os tecidos danificados apresentando-se enegrecidos; a "geada branca" não é ainda um sintoma de dano, dado que se pode não ter atingido o limite de resistência das plantas, não havendo, então, morte dos tecidos. Uma é um facto consumado; outra é apenas sinal de que podem aparecer danos.

2. Tipos de geadas

A classificação das geadas é, geralmente, efectuada em função das causas que deram origem à sua formação. Assim, podem-se considerar três tipos e dois sub-tipos distintos de geadas:

Radiação

Radiação (sentido restrito)

Advecção-radiação

Advecção

Evaporação

As geadas de radiação (sentido restrito)

São as que resultam, principalmente, de uma *radiação terrestre efectiva*¹ grande e são acompanhadas por céu limpo, humidade do ar baixa, fraca turbulência atmosférica – calma ou vento fraco – e outros factores que favorecem o agravamento do balanço energético negativo da superfície terrestre.

São geralmente de ocorrência localizada. Podendo as temperaturas durante o dia atingir até 15° C, mas o arrefecimento nocturno conduz ao aparecimento de temperaturas negativas. Afectam com maior severidade as culturas em depressões do terreno e as terras próximas do fundo do vale.

As geadas de radiação estão associadas a calma ou vento fraco. Há fluxos catabáticos, resultantes do escoamento do ar esfriado ao longo das vertentes, sendo a acumulação de ar frio nas depressões do terreno, onde se dá a estratificação vertical. Neste caso, as temperaturas mínimas nocturnas mais elevadas verificam-se nos cumes e secções superiores e médias das encostas, quando os declives são acentuados e livres de obstáculos à drenagem do ar frio. Os locais mais geladiços

¹ Chama-se *radiação terrestre efectiva* ao balanço da radiação obtido por subtracção entre o fluxo de grande comprimento de onda ascendente e o descendente.

são os de menor elevação (relativa) e as depressões do terreno (Fig. 1).

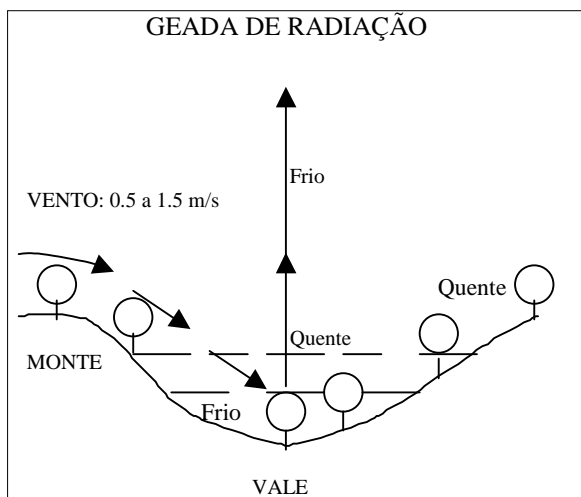


Fig. 1 - Diagrama mostrando a micrometeorologia associada a uma geadas de radiação, em terreno acidentado.

Geadas de advecção

Estas geadas estão associadas ao movimento, em larga escala, de massas de ar frio (árticas ou polares), pouco modificadas e de temperatura inferior a 0 °C.

São acompanhadas de vento com velocidade superior a uns 3 m/s, quando ocorre a temperatura mínima, sendo a temperatura do ponto de orvalho bastante baixa. Alguns autores também lhe chamam "geadas de vento" ou "vagas de ar gélido". Afectam normalmente as terras de maior cota e menos abrigadas, durante períodos que podem ser longos - alguns dias.

As geadas de advecção são acompanhadas por vento intenso e estratificação horizontal da temperatura, sendo nas encostas viradas, e abertas, ao vento registadas as temperaturas mais baixas; especialmente nas porções superiores e médias. Verificam-se, então, as temperaturas mais elevadas nas vertentes voltadas a sotavento e locais baixos e/ou abrigados (Fig. 2).

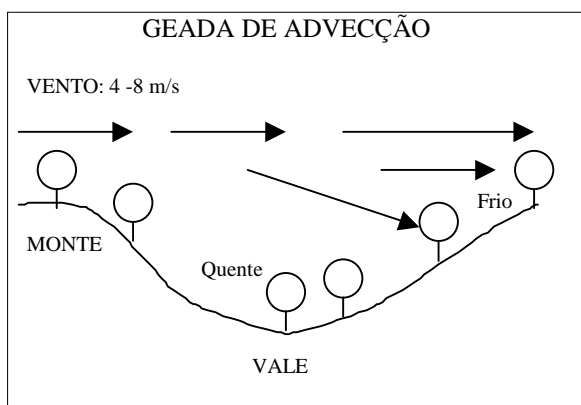


Fig. 2 - Diagrama mostrando a micrometeorologia associada a uma geadas de advecção, em terreno acidentado. Em solo plano a micrometeorologia é semelhante à verificada no cimo do monte, à esquerda

Geadas de advecção-radiação

Têm características de ambas as geadas supracitadas e estão associadas à instalação ou passagem lenta, sobre

uma região, de uma massa de ar frio e seco. A temperatura do ar durante o dia é superior a 0 °C, mas as condições que favorecem uma radiação efectiva elevada e o desenvolvimento de uma *inversão térmica*² levam ao aparecimento de geadas. São as geadas mais frequentes em Portugal na Primavera e Outono quando as temperaturas médias diárias são já relativamente altas. Afectam mais, em regra, as culturas existentes em lugares abrigados e as cotas menores relativamente ao fundo dos vales.

Geadas de evaporação

Ocorrem quando após a queda de aguaceiros de gotas frias, o vento intenso, conjugado com uma humidade do ar baixa, provoca uma secagem rápida da vegetação, levando-a a alcançar temperaturas negativas, mesmo quando a temperatura do ar está bem acima do ponto de congelação da água. São comparativamente menos importantes, por serem menos frequentes, pelo que consideramos não haver interesse em amidiar a sua natureza, ocorrência e consequências.

3. Métodos de luta

Os métodos de luta subdividem-se em indirectos (ou passivos) e directos (ou activos). Os primeiros métodos são aqueles que actuam em termos preventivos, normalmente por um longo período de tempo, e cuja acção se torna particularmente benéfica quando ocorrem condições que poderiam levar (ou levam) à ocorrência de geadas. A última categoria de métodos refere-se aos de carácter protector, de implementação temporária; e assentam na previsão da ocorrência de geadas.

3.1. Métodos passivos

Seleção e melhoramento

A constituição genética é o factor mais importante na determinação das respostas das plantas às baixas temperaturas. Podem-se definir dois objectivos genéricos na selecção e melhoramento de espécies/variedades de plantas com interesse económico, para que se melhore a sua sobrevivência às geadas: 1) obtenção de plantas que se desenvolvam e cheguem à maturação durante o período de baixo risco de geadas; ou 2) obtenção de plantas mais geado-resistentes.

Seleção do local de cultura

Esta selecção é da maior importância para evitar erros estruturais, que comprometam irremediavelmente as culturas de plantas perenes.

A selecção do local de implantação de determinada cultura sensível deve primeiramente atender ao tipo predominante de geadas a recear na zona - advecção ou radiação. No caso de Portugal Continental a escolha do local menos gelado deve ser feita pensando na ocorrência das geadas de radiação (sentido lato), já que a ocorrência das geadas de advecção é rara.

² Chama-se *inversão térmica* ao perfil vertical de temperatura do ar que se verifica quando a superfície fria arrefece o ar suprajacente, resultando que ao se subir na atmosfera junto ao solo a temperatura aumenta. Note-se que ao invés, durante o dia, quando a superfície está mais quente do que o ar, à medida que se sobe na atmosfera junto ao solo a temperatura diminui.

Utilização da espécie/variedade adequada ao local escolhido e escolha apropriada da época de desenvolvimento

A escolha da espécie ou variedade é de primordial importância. Baseia-se nos dados climáticos relativos às geadas e no conhecimento das temperaturas críticas das diferentes fases de desenvolvimento das culturas a instalar. No caso das culturas anuais, a determinação da época de sementeira/plantação deve ser de molde a que a probabilidade de ocorrência de uma geada de intensidade maior do que o nível crítico, para determinada fase, seja mínima; e isto faz-se para todas as fases. Pode-se assumir, por motivos de gestão, riscos maiores.

Há casos em que as plantas não são semeadas/plantadas directamente ao ar livre, passando as primeiras fase do seu desenvolvimento em ambiente protegido. É evidente que, neste caso, o esquema global mantém-se, mas as fases susceptíveis reduzem-se, podendo a sementeira/plantação ser feita mais cedo.

Modificação da paisagem com o fim de actuar sobre o microclima.

Após a selecção do local, cuja liberdade é na maioria dos casos pequena, interessa, se possível, diminuir a frequência e severidade das geadas. Isto também se pode conseguir através da modificação da paisagem:

a) Terrenos baixos onde o afluxo catabático de ar frio é de temer podem ser protegidos por barreiras contínuas e densas a montante. Estas acompanham as curvas de nível ou são inclinadas em relação a elas. No primeiro caso dificultam a invasão de ar frio; no segundo desviam-no da parcela a proteger (Fig. 3).

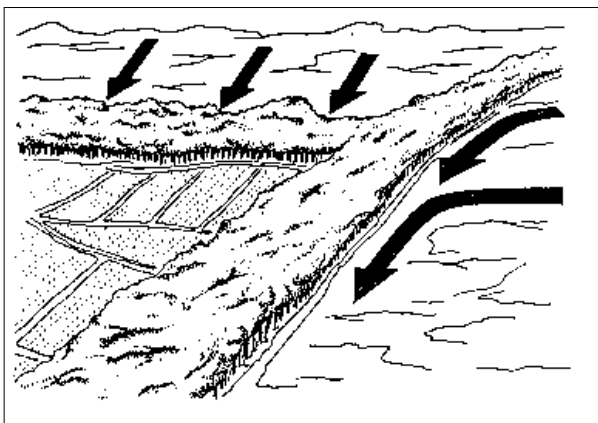


Fig.3 - Drenagem de ar frio (Mota, 1981).

Quando as barreiras, são constituídas por faixas ou sebes de árvores devem ser suficientemente densas e largas para que o ar frio não se infiltre através delas. Pequenas brechas (p. ex., canais ou caminhos) são vias de acesso de ar frio (Fig. 4).

b) Obstáculos ao livre escoamento do ar frio, situados a jusante da parcela devem ser removidos, ou minimizados através da criação de passagens.

c) Podem-se, também, fazer trabalhos de terraplanagem na parcela, para evitar a acumulação de ar frio em algumas zonas.

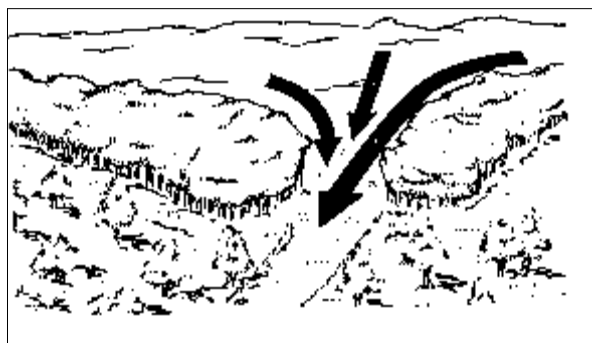


Fig. 4 – Pequenas brechas nas faixas florestadas funcionam como vias de acesso de ar frio (Mota, 1981).

d) Nos pomares as linhas de árvores devem ter a direcção do maior declive para que não impeçam o escoamento natural do ar frio (Fig. 5). É evidente que esta orientação das linhas acarreta alguns inconvenientes (maior erosão, dificuldade na manobra de máquinas, etc.), tendo que se entrar em linha de conta com eles.

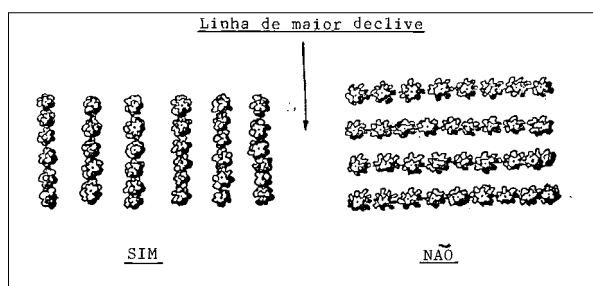


Fig. 5 – As linhas devem ser perpendiculares às curvas de nível para permitir a livre drenagem do ar frio

e) Devem minimizar-se as fontes de ar frio a montante da parcela a cultivar. Devendo, p. ex., eliminar-se os restolhos nos campos vizinhos a cota mais elevada, onde parte do ar frio que atinge a parcela tem a sua origem.

Sistemas de condução e podas a dois tempos.

Há técnicas que têm sido essencialmente utilizadas na cultura da vinha e que podem ser adaptadas a outras culturas. A condução bastante alta das plantas subtrai-as aos níveis mais baixos e frios, em condições de estratificação vertical. Aumentos relativos de temperatura de 1 ou 2°C podem conseguir-se elevando os órgãos vegetais 30-50 centímetros. A poda a dois tempos, por outro lado, retarda o abrolhamento e deixa madeira de recurso, caso haja destruição pelas geadas dos rebentos apicais. Por outro lado, em zonas em que as temperaturas no inverno descem até valores muito baixos, a poda feita muito cedo deixa vias de entrada a microrganismos patogénicos e, favorecendo o crescimento junto aos cortes, pode levar à geladura.

O uso de reflectantes e isolantes, diminuindo a temperatura diurna dos tecidos cambiais, pode atrasar o abrolhamento das fruteiras caducifólias.

Actuações sobre o solo, supressão de infestantes e "mulches".

O fluxo de calor do solo, transmitido por condução, é a principal fonte de calor disponível para "alimentar" as perdas de calor por radiação da superfície do solo, em

noites de geada de radiação. Em consequência, o arrefecimento nocturno resulta maior ou menor consoante a diferença de densidade entre estes dois fluxos - perdas por radiação e afluxo do calor do solo à superfície.

As perdas por radiação dependem de variáveis que, na prática, não são alteráveis; e da superfície emissora, podendo esta ser reduzida por compactação superficial.

O fluxo de calor do solo pode ser aumentado, pelo aumento da condutividade térmica do solo e da quantidade de calor armazenada na camada onde existe variação diurna da temperatura.

Tem-se provado que os solos lavrados na Primavera são mais geladiços do que os que, por terem sido lavrados no outono, tiveram tempo de assentar.

Uma circunstância que provoca a redução drástica da condutividade térmica do solo consiste em manter junto à superfície, uma camada bastante isoladora. Além de uma camada superficial de solo mobilizada de fresco - que é bastante isolante - outras situações se podem observar. A existência de um "mulch" (palha, plástico, serradura, etc.) conduz a uma diminuição da evaporação e aumenta a temperatura no solo, mas produz um abaixamento da temperatura mínima diurna do ar; dificulta o afluxo de calor do solo à superfície, arrefecendo esta rapidamente e o ar que com ela contacta. Os horticultores conhecem empiricamente, os perigos de uma aplicação precoce de um "mulch", na Primavera, na cultura do morangueiro. A existência de ervas, matos, ou cultura intercalares em pomares e vinhas, conduzem a temperaturas mínimas mais baixas, podendo verificar-se um aumento muito importante dos danos.

A solução que parece mais apropriada, para os casos em que a severidade e frequência das geadas sejam de molde a causar preocupação, consiste na aplicação de herbicidas. A camada de vegetação com ar parado - i.e., isolante - é destruída e o solo não é mobilizado - i.e., mantém um bom grau de compactação.

É bem conhecido o carácter gelado dos pântanos recém-drenados. A diminuição da humidade na camada superficial, fortemente húmida, diminui a condutividade térmica, aumentando a taxa de arrefecimento superficial nocturno. A incorporação de solo inorgânico, na camada arável de um solo turfoso, e a rolagem podem conduzir a uma subida de 1-3°C na temperatura mínima.

3.2. Métodos activos

Utilização de coberturas

A utilização de coberturas de diversos materiais, com ou sem suporte, podem ser utilizados na luta contra as geadas. As coberturas diminuem a radiação efectiva da superfície do solo e das plantas e as perdas de calor por convecção (e advecção) do ar. Devem ter um coeficiente de condução baixo e serem praticamente opacas às radiações de grande comprimento de onda.

O solo, sendo um mau condutor térmico, é por vezes utilizado para cobrir plantas de pequeno porte durante

intervalos de tempo relativamente curtos (p.ex., batateiras e tomateiros). Existe maquinaria especializada que pode fazer esta tarefa.

Coberturas amovíveis de palha são extensivamente utilizadas na Suíça para a protecção das vinhas (aramadas ou não) contra as geadas primaveris. Contudo, ensaios com materiais sintéticos permitem prever a sua progressiva substituição. A protecção conferida pode ir até aos 4° C. Ambos os tipos de coberturas são deixadas sobre as plantas até que se julgue passado o perigo da ocorrência de geada. Esteiras e outros materiais isolantes também têm sido utilizados na Índia para proteger da geada o arbusto do chá (*Camellia sinensis*).

As estufas de vidro evitam quase totalmente as geadas, em climas como os que temos em Portugal, contudo, são caras e podem ser destruídas facilmente pelo granizo.

A forma de túnel está consagrada como sendo a mais eficiente para cobertura temporária. Tem boa estabilidade e resistência, tem instalação em parte mecanizável e contraria a estratificação do ar.

Utilização de nevoeiros artificiais (e fumos)

Os nevoeiros artificiais são eficientes visto que as gotículas de água formadas, de diâmetros entre 10 µm e 20 µm, interceptam a radiação terrestre. Contudo, as instalações são tecnicamente difíceis de manter em funcionamento, o custo inicial é elevado, e é difícil manter o nevoeiro sobre a parcela a proteger.

A produção de fumo com o fim de diminuir a transparência da atmosfera para a radiação terrestre, de grande comprimento de onda (c.d.o.), foi o primeiro método activo de luta contra as geadas utilizado pelo Homem e perdurou até aos nossos dias. Sabe-se hoje, contudo, que a pequena protecção que muitas vezes confere (1-2° C) é devida à efectiva libertação de calor que acompanha o processo de produção de fumo. Estes dois efeitos foram confundidos durante muito tempo. O fumo, tal como o nevoeiro e as nuvens, obscurece o céu e diminui a visibilidade. No entanto, esta analogia de comportamento não se verifica para as grandes c.d.o., pelo que somente as nuvens e nevoeiros são capazes de exercer efeito protector. As dimensões das partículas que constituem o fumo - diâmetro médio menor do que 1,0 µm - embora sejam suficientes para a diminuição drástica da transmissividade da atmosfera para c.d.o. da zona espectral da radiação visível (0,4-0,7 µm) não permitem que o fumo tenha uma acção significativa na transmissividade das radiações infravermelhas emitidas pela superfície terrestre.

Há quem aponte o descongelamento gradual como vantagem e, conseqüentemente, o efeito do fumo sobre a moderação da taxa de aquecimento matinal, como benéfico, em alguns casos. A ausência de provas levamos a desprezar esta possível vantagem. O fumo, de acordo com tudo o que foi dito, não deve ser considerado como método de luta contra a geada.

Aquecimento directo do ar

Seja qual for o combustível utilizado, este método é economicamente incomportável na generalidade dos

casos. Exceptua-se, como é evidente, o aquecimento do ar em estufas e túneis, que pode ser rentável em determinadas condições.

Mistura do ar com ventiladores

Após a crise do petróleo de 1973 muitos fruticultores americanos (essencialmente citricultores) começaram a instalar nos seus pomares ventiladores com o fim de substituírem, ou coadjuvarem, os aquecedores. Aumentou, então, o número de ventiladores em operação. Este método pode conduzir a uma poupança de energia da ordem dos 90-95% por hora, quando aplicado isoladamente.

Fundamento do método

O fundamento deste método consiste no seguinte:

a) As geadas de radiação estão associadas à formação de inversões térmicas. Por este facto, o ar aumenta de temperatura à medida que se sobe na atmosfera, até ao "tecto da inversão".

b) Nestas situações meteorológicas a velocidade do vento superficial é baixa (geralmente inferior a uns 5 km/h) e um ocasional aumento desta desfaz a camada de inversão. O ar mais quente, superiormente colocado, mistura-se com o inferior mais frio, levando a um aumento da temperatura do ar à superfície.

c) Em casos de inversões pronunciadas, este aumento de temperatura pode ser suficiente para evitar a ocorrência de danos nos vegetais.

d) Mesmo quando as inversões são fracas um aumento da turbulência do ar resulta benéfica para aquelas partes vegetais (p. ex., botões, rebentos, flores e frutos pequenos) que estão mais desprotegidas (fora da copa). A temperatura destas pode ser 2-3° C mais baixa do que a temperatura do ar em seu redor, quando o ar está muito parado.

e) Embora as inversões sejam inerentemente estáveis, a energia necessária para produzir o trabalho mecânico necessário para misturar a camada próxima da superfície e manter este estado de mistura total é pequena. Isto, quando comparada com a necessária para libertar calor sensível suficiente para aquecer uma camada superficial de ar de menor espessura, com auxílio de aquecedores.

Constituição e funcionamento dos modelos de ventilador mais difundidos

Os modelos mais utilizados de ventilador (Fig. 6) são constituídos por uma torre, em cuja parte superior se instala uma hélice a uma altura de cerca de 10 metros. Os motores podem ser eléctricos, a gasóleo ou gasolina, ou a gás. As potências mais utilizadas são de cerca de 150 cv (110 kW). O motor costuma estar na base da torre.

As hélices têm normalmente os eixos inclinados para baixo uns 7 graus; comprimentos de cerca de 5 m; rotação entre 600-800 r.p.m.; rotação de 360° em volta da torre de 4-5 minutos.



Fig. 6 - Ventilador instalado num pomar experimental em Trás-os-Montes.

A distância até onde o jacto penetra é de cerca de 120 metros, não indo a turbulência normalmente além dos 170 m. A protecção efectiva varia entre os 4 e 6 ha.

As condições de operação são, também, extremamente importantes para que os ventiladores não se tornem mais onerosos ou resultem inoperantes. Assim:

a) Os ventiladores devem começar a funcionar, ininterruptamente, a partir do momento em que a protecção começa a ser necessária. Numerosos relatórios são concordantes em que a interrupção do funcionamento resulta na dificuldade de voltar a alcançar uma temperatura perdida, provavelmente porque a inversão desenvolvida resulta particularmente estável.

b) Com velocidades do vento superiores a 2,5 m/s (9 km/hora) os ventiladores não devem ser postos em funcionamento.

c) A velocidade de rotação da hélice deve ser controlada por um conta-rotações.

d) A velocidade de rotação em torno da torre deve também ser controlada.

e) As máquinas devem ser testadas antes da ocorrência de geada para que haja a certeza que se mantêm operacionais.

Considerações sobre a aplicabilidade do método

Para que se possa optar pela utilização de ventiladores deve-se, em primeiro lugar, ver se são tecnicamente eficientes para o microclima da parcela a proteger. Deve-se para tal saber o que se passa a respeito de:

- a) Frequência de ocorrência das geadas e sua severidade.
- b) Tipo de geada: radiação ou advecção.
- c) Intensidade das inversões.

As geadas de advecção, inversões fracas, e severidade elevada são condições que tornam o uso de ventiladores ineficaz.

Múltiplas instalações de ventiladores são mais eficientes do que a soma delas. Este efeito sinérgico, produzido pela interacção dos ventiladores, desaconselha as grandes unidades/potências.

No que respeita a saber se são economicamente viáveis devem-se considerar os encargos fixos – um ventilador custou cerca de 4500 contos em 1998 – e os variáveis, que são relativamente baixos. Além da frequência, alternativas, valor comercial das produções, etc.

Rega por aspersão

A rega por aspersão, como método de luta contra as geadas, tem vindo a ser utilizada em muitos países. Em Portugal também já existem instalações de rega por aspersão que são usadas para esse fim.

Fundamentos do método

As técnicas deste método fundamentam-se, normalmente, no aproveitamento pelas plantas de parte do calor latente de fusão da água (335 J/g), aquando da congelação da água aspergida. Desde o momento que se mantenha uma película de água líquida sobre o gelo que se forma sobre as plantas, a temperatura dos órgãos destas mantém-se próxima de 0°C - temperatura do gelo fundente.

Como veremos, a rega por aspersão por cima das copas pode também vir a ser utilizada para atrasar a floração das fruteiras caducifólias, através da diminuição da temperatura das plantas por evaporação da água aspergida. Cada grama de água que evapora consome cerca de 2500 J.

Rega por aspersão por cima das copas e plantas

Normalmente, a rega por aspersão é aplicada aquando da ocorrência das geadas. A água congela sobre as superfícies vegetais frias, libertando o calor latente de fusão. O aquecimento do ar, sempre ligeiro, é um efeito colateral; o objectivo primordial é transferir, com a máxima eficiência possível, o calor libertado por congelação da água para a planta. Esta eficiência está condicionada pela humidade do ar e velocidade do vento.

Humidade baixa e agitação do ar elevada provocam perdas de calor latente por evaporação, que é cerca de 7,5 vezes superior ao calor latente de fusão. Para que haja aumento das disponibilidades de calor sensível é necessário que 7,5 vezes mais água congele do que a que se evapora.

Como a temperatura do gelo fundente é superior ao limiar de resistência da maioria das plantas, pode-se protegê-las mantendo-as àquela temperatura. Basta, para tal, manter uma película de água líquida sobre o gelo, através do afluxo contínuo de água.

Equipamento utilizado e recomendações de operação

Pode utilizar-se o vulgar equipamento de rega por aspersão, destinado à rega de humedecimento, ou de preferência instalações especialmente concebidas para o efeito.

O equipamento de rega tem que estar montado no terreno durante toda a época normal de geadas, não podendo, como acontece no caso das instalações móveis para a rega de humedecimento, beneficiar sucessivamente várias parcelas. Consequentemente, embora a sobreposição entre os jactos seja normalmente menor, uma instalação de rega por aspersão totalmente móvel contra as geadas protege apenas uma área 5 a 10 vezes mais pequena do que rega no período estival.

Para que a distribuição seja mais regular, a área molhada máxima e a pluviometria média mínima, deve optar-se por um espaçamento em triângulo equilátero, com pequena sobreposição dos jactos.

Os aspersores rotativos que são usados para a rega de humedecimento podem, muitas vezes, ser adaptados para o efeito. Quando são de duas agulhetas pode bloquear-se uma delas. Os de um só jacto podem receber uma agulheta de menor diâmetro.

Os aspersores são colocados cerca de 30 cm acima do nível superior das plantas.

As molas dos aspersores especialmente desenvolvidos estão, normalmente, protegidas por uma espécie de cápsula para evitar que a formação de gelo afecte a rotação daqueles.

Quando a bomba é accionada por um motor eléctrico ou a água já vem sob pressão, a melhor solução consiste em automatizar completamente a instalação. No primeiro caso utiliza-se uma retransmissão ligada a um termóstato de confiança, que inicia ou pára o motor a uma determinada temperatura do ar. No segundo, a retransmissão acciona uma válvula magnética.

É boa prática ter um sistema de alarme de baixas temperaturas: evita muitas horas de vigília e sobressalto. Uma campainha de alarme pode ser accionada por um sistema análogo ao anterior.

É indispensável o uso de filtros. Estes devem ser limpos e observados com regularidade, especialmente quando a água utilizada provém de cursos de água ou de lagoas.

A intensidade de precipitação média a fornecer por uma instalação de rega por aspersão para a luta contra as geadas depende das condições meteorológicas (temperatura, humidade do ar, intensidade do vento, etc.) e das características relativas à cultura a proteger (porte, forma, resistência ao peso do gelo formado, etc.).

Aconselha-se as seguintes pluviometrias (Raposo, 1994):

Cultura	Pluviometria (mm/hora)
citrinos	2,0 a 2,5
fruteiras caducifólias	4,0
vinhas altas	4,0
vinhas médias	3,0 a 3,5
vinhas baixas	2,5 a 3,0
tomate, batata	2,0 a 2,5
morangos	1,5 a 2,0

Para temperaturas extremamente baixas, casos de vento forte e/ou baixa humidade do ar, pode ser necessário aumentar estes valores.

A velocidade de rotação dos aspersores deve ser tal que se evite que toda a água congele entre duas passagens consecutivas do jacto. Normalmente aconselha-se uma volta por minuto

O grau de pulverização dos jactos deve ser bastante grande para que a distribuição da água seja quase perfeita, cobrindo-se todos os órgãos das plantas. Não convém, contudo, que seja excessivo sob pena das gotas congelarem ainda no ar, não havendo transferência de calor água→planta.

Dados experimentais indicam que os melhores resultados serão de esperar com agulhetas de diâmetro entre 4,2 e 4,8 mm e pressões de funcionamento entre 4 e 5 kg/cm². Não se devem utilizar pressões inferiores a 3,5 kg/cm².

O controlo das condições atmosféricas nas épocas críticas deve ser feito através de aparelhagem meteorológica apropriada dentro e fora da área protegida.

A rega deve iniciar-se quando a temperatura, dada pelo termómetro molhado, desce abaixo de 0°C e terminar quando esta temperatura é novamente atingida.

O funcionamento ininterrupto da instalação deve estar assegurado. Basta uma pequena paragem - 3 a 10 minutos - para que os danos possam ser elevados. Uma pluviometria demasiado reduzida ou uma paragem prolongada conduzem invariavelmente a um acréscimo dos danos. As instalações devem, portanto, funcionar em boas condições durante todo o tempo de ocorrência da geada. Convém testar todo o equipamento, fazendo-o funcionar durante algum tempo, no dia que precede a noite em que prevê a ocorrência de geada.

O gelo que se forma - 1,6 a 13 mm, p.ex. - deve ser perfeitamente transparente; deve ainda haver gotas de água a escorrer da planta. Gelo de aspecto leitoso é indício de que a pluviometria está a ser insuficiente.

Vantagens da rega por aspersão por cima das copas e plantas.

a) É um método muito eficaz, desde que a sua aplicação seja feita de modo correcto.

b) O consumo de energia é apenas cerca de 10% do necessário para a protecção com aquecedores.

c) Estudos em que se compararam os vários métodos apontam este método como o mais indicado quando o número de intervenções começa a ser importante.

d) As instalações de rega por aspersão para a defesa das plantas contra as geadas podem também ser utilizadas para outros fins.

Inconvenientes

Os inconvenientes deste método resultam, fundamentalmente, do elevado custo inicial das instalações de rega por aspersão e da aplicação de quantitativos importantes de água. Assim:

a) Obriga, quando se inicia/pára a rega a 0° C (termómetro molhado), a um maior tempo de protecção do que quando se usa a ventilação forçada, por exemplo.

b) Além da restrição ao uso deste método que resulta dos elevados caudais necessários, e que muitas vezes não estão disponíveis, a aplicação de água muito para além da capacidade de campo dos solos pode trazer os seguintes inconvenientes:

- O encharcamento dos solos confere-lhes características desfavoráveis com consequências na produtividade do solo e do normal desenrolar das tarefas da exploração. Além da erosão, a estrutura é afectada, algumas plantas sofrem asfixia radicular e certos grãos são dificultados ou impedidos.

- Arrastamento de nutrientes. Por exemplo, após a operação prolongada (e repetida) da rega podem aparecer sintomas de deficiência de azoto, resultado do arrastamento pela água deste elemento.

- Aparecimento de pragas e doenças.

- A acção das bactérias do solo e a maturação dos frutos podem ser retardadas.

c) Quebra de ramos de fruteiras e de plantas altas pouco resistentes, devido ao peso do gelo formado.

Referências bibliográficas

Abreu, J.P.M. de M. e, 1985. *As geadas: conceitos, génese, danos e métodos de protecção*. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Bagdonas, A., Georg, J.C., Gerber, J.F., 1978. *Techniques of frost prediction and methods of frost and cold protection*. Tech. Note No 157, WMO, Geneva.

Mota, F.S., 1981. *Meteorologia Agrícola*. 5ª ed Liv. Nobel, São Paulo.

Raposo, J.R., 1994. *A rega por aspersão*. 2ªed., Livraria Clássica Editora, Lisboa.