

Sistemas de rega para protecção de geadas

Os produtores sabem que os novos rebentos são extremamente vulneráveis às geadas nas estações antecipadas. Proteger os novos rebentos e o seu crescimento é uma prioridade, a qual pode custar muito dinheiro, às vezes com resultados ineficazes. Mas a perda de colheita é uma das mais importantes. Há também a perda de um ano de vindima, e a possível perda de produção e reputação. É por isso que os produtores necessitam de toda a protecção que possam obter.

Temperaturas Críticas para Plantas de Fruta

Danos em estruturas florais podem empreender em várias formas. A formação de geada nas flores ou frutos pode não matar o tecido mas causam cicatrizes na pele da fruta e possível danos ao interior. O congelamento do interior do tecido dos rebentos, flores e frutos é o que causa danos ou morte da parte floral. Pequenas estruturas florais como flores ou frutos congelam, os danos podem ser de várias formas. Severas temperaturas normalmente destroem o rebento inteiro, flor, ou sementes imaturas, ainda pode causar enrugamento da pele e a polpa do fruto com parcial ou completa morte das sementes. Ligeiros danos, como em pêssegos, podem causar enrugamento da pele e o seu interior assim como morte parcial ou completa das sementes. A fruta danificada pode continuar em colheita mas mal formada, pequena em tamanho e não vendável. Com danos inferiores de geada pode causar apenas morte das sementes (como em pêssegos) e a restante fruta não se desenvolve ficando em botão que pode persistir até à colheita. Danos elevados de geada na uva-do-monte pode só matar a parte superior do pistilo (estigma e estilo).

Quando pequenas frutas deliciosas (como maçã, pêssego e uva do monte) ficam congeladas, normalmente morrem ou ficam deformadas. Contudo folhas destes mesmos frutos normalmente congelam durante geadas mas mantêm-se inalteráveis (a não ser em casos de temperatura extremamente baixas). Contudo, citrinos maduros podem congelar e se os danos não forem muito severos podem manter-se bons. Contudo eles lentamente podem começar a secar (perder o sumo) até à colheita.

Índices usando temperaturas do ar têm sido desenvolvidos através de investigações e experiências em campo informando aos produtores que temperaturas de geadas podem danificar as estruturas florais e vegetativas. Estas temperaturas podem ser utilizadas para tomar decisões quando se deve começar a trabalhar com sistemas de protecção e quando será seguro desligar este mesmo. Até à data há muito desconhecimento em usar este tipo de sistemas de protecção de geada, embora investigações consideráveis têm sido feitas.

Informação detalhada é fornecida no Quadro 4 e 5 em temperaturas críticas do ar operando com sistemas protecção anti geada em plantações de fruta.

Note que temperaturas no Quadro 6 são similares às que foram publicadas pela Universidade de Washington excepto as temperaturas críticas desenvolvidas em estados mais avançados são ligeiramente mais altas em Alabama. Deve tomar em conta que os valores no Quadro 5 e 6 são normalmente para variedades de percentagens de dureza. Existem diferenças substanciais entre as variedades de dureza entre inactivo até à fase inicial do nascer da flor.

Quadro 5. Temperaturas Críticas para várias colheitas de árvores de fruto. Números correspondem a graus Fahrenheit

Fase	Mortalidade de 10%	Mortalidade de 90%
Maças		
Bico de Prata	15 F (-9,4) C°	2 F(-16,6) C°
Bico Verde	18 (-7,7)	10 (-12,2)
½ Verde	23 (-5)	15 (-9,4)
Cacho Apertado	27 (-2,7)	21 (-6,1)
Cor de Rosa	28 (-2,2)	24 – 25 (-4,4 -3,8)
Florescer	28 (2,2)	25 (-3,8)
Pós Florescer	28 (2,2)	25 (-3,8)
Pêssegos		
Primeiro Aumento	18 (-7,7)	1 (-17,2)
Calyx Verde	21(-6,1)	5 (-15)
Calyx Vermelho	23 (-5)	9 (-12,7)
Cor de Rosa	25 (-3,8)	15 (-9,4)
Florescer Cedo	26 (-3,3)	21 (-6,1)
Florescer Tarde	27 (-2,7)	24 (-4,4)
Pós Florescer	28 (-2,2)	25 (-3,8)
Pêras		
Escala Separada	15 (-9,4)	0 (-17,7)
Rebento Exposto	20 (-6,6)	6 (-14,4)
Cacho Apertado	24(-4,4)	15 (-9,4)
Rebento Branco	25 – 26 (-3,8 -3,3)	22 – 23 (-5,5 -5)
Florescer	27 – 28 (-2,7 -2,2)	23 – 24 (-5 -4,4)
Pós Florescer	28 (-2,2)	24 (-4,4)

Quadro 6. Temperaturas Críticas para Pêssegos em Alabana. Números correspondem a graus Fahrenheit

Fase	Mortalidade de 10%	Mortalidade de 90%
Inactivo	5-20 F(-15 -6,6) C°	-10 F(-23,3) C°
Aumento Completo / 1º Verde	15-18 (-9,4 -7,7)	0-5 (-17,7 - -15)
Calyx Verde/Vermelho	21-23 (-6,1 -5)	5-10 (-15 -12,2)
Rebento Cor de Rosa	25 (-3,8)	15-18
Repleto de Flores	27-28(-2,7 -2,2)	26 (-3,3)
Cair das Pétalas/Shuck Molhado	28 (-2,2)	26 (-3,3)
Shuck ??Seco	28-29 (-2,2 -1,6)	26 (-3,3)
Shuck ?? Dividido/Off ??	29 (-1,6)	26 (-3,3)
1 As temperaturas desta tabela foram obtidas durante um período de 19 anos em pomares comerciais utilizando termómetros mínimos		

Quadro 7. Temperaturas Críticas para pequenas Colheitas de Fruto

Fase	Danos de 90%
Morangos	
Rebento Apertado	22 F (-5,5) C°
Rebento Apertado Com Pétalas Brancas	28 (-2,2)
Repleto de Flores	31 (-0,5)
Fruta Imatura	28 (-2,2)
Uva do monte (rabbiteye)	
Rebentos de Flores Inchados	21 (-6,1)
Flores Individuais Notáveis	25 (-3,8)
Flores Distintamente Separadas, Corola Expandida mas Fechado	28 (-2,2)
Flores Completamente Abertas	31 (-0,5)

Rega como ferramenta para a protecção contra as geadas e congelamento de colheitas agrícolas

Durante anos os agricultores e pesquisadores têm compreendido o valor da aplicação de água nas colheitas durante os períodos quando a temperatura desce abaixo dos 32° F (0C). Uma temperatura de 32° F 0 C° é o ponto de congelamento da água, e quando as colheitas começam a ficar danificadas devido à formação de cristais de gelo nas células do tecido. Na altura que isto se sucede é considerado a temperatura crítica para as colheitas. As temperaturas críticas normalmente são ligeiramente inferiores às de congelamento de água e depende da duração da temperatura. Por exemplo, em citrinos a temperatura crítica durante 4 horas é 28° F (-2,2). Isto significa que a árvore de citrinos suporta a temperatura de 28° F (-2,2) durante 4 horas antes de suster qualquer dano. Após 4 horas os danos são proporcionais ao tempo que a temperatura se mantém abaixo da temperatura crítica. Temperaturas inferiores a 28° F (-2,2) por um período curto (uma ou duas horas) causam apenas danos mínimos. Temperaturas superiores a 28° F (-2,2) podem ser toleradas por extensos períodos de tempo causando apenas danos mínimos (queimaduras parciais de folha, desfolhagem parcial, etc., mas sem danos na madeira). Outros factores tais como fases de crescimento (se a planta está numa fase inicial de crescimento ou maturidade), fixação da fruta (se os frutos continuam na árvore ou não), dormente (se a planta está activamente em crescimento ou adormecida), água contida pela planta (se a planta está sobre pressão de água ou não) e sobretudo a saúde da planta irá influenciar a temperatura crítica de uma colheita específica.

Existem três formas como a água pode transferir calor para a protecção contra congelamento. A primeira é através da radiação. Água bombeada de poços é enviada para os campos a uma temperatura superior do que a temperatura no ar circundante (em Florida a temperatura da água dos poços é de 72° F (22,2), excepto os poços encontrados em conjunção com os pontos quentes geotérmicos). Com o arrefecimento da água, esta transfere energia para o ar circundante, aquecendo-o, mantendo a temperatura á volta das plantas acima da temperatura crítica. A segunda forma é através de condução. Este método é similar ao anterior em vez de irradiar a energia para a atmosfera, a energia é transferida para a própria planta. A água pulverizada em cima da planta fria cria uma temperatura gradual entre a planta e a água. A energia da água com temperatura mais alta irá mover-se para a planta com a temperatura mais baixa. O aumento de energia na planta irá aumentar a sua temperatura, mantendo-a acima da temperatura crítica. A terceira e mais eficiente forma é através de calor latente. Calor latente é o calor absorvido ou transferido durante a mudança de fase ou material. Um exemplo disto é a mudança de fase da água enquanto esta se transforma de líquido em sólido.

Durante esta mudança, 80 cal por grama de água são transferidos sem alteração na temperatura da água (isto deve-se ao decréscimo em energia potencial enquanto as moléculas se prendem na estrutura do sólido cristal) (Miller, 1977). Enquanto a água é pulverizada na planta esta congela,

alterando a fase de líquido para sólido, libertando 80 cal por grama de água para manter a temperatura da planta acima da crítica.

Vários métodos de aplicação de água sobre as plantas foram investigados, cada utilizando uma ou mais formas de transferência de energia e calor para manter as temperaturas ao ponto ou acima das críticas. A maioria destes métodos utilizam sistemas de rega para distribuir a água pelas plantas, contudo alguns sistemas utilizam equipamento especializado. A forma mais popular e eficaz de rega usada em protecção contra as geadas são os aspersores fixos. Contando com dois conceitos do calor latente e transmissão de calor. Água é pulverizada directamente sobre as plantas. Transmissão de calor e energia é da água (a uma temperatura mais elevada) para a superfície da planta (a uma temperatura inferior). Calor latente (80 cal por grama de água) é produzida enquanto a água congela na planta, alterando a sua forma de líquido para sólido. Tal como água é habitualmente aplicada nas plantas existe contínuo libertar de calor latente mantendo a temperatura da planta acima da temperatura crítica. Os custos destes sistemas são mínimos porque o sistema de rega já estão aplicados. O custo principal é a energia necessária para bombear a água para os aspersores.

O método de rega por aspersor utilizado na protecção contra as geadas são o sistema de aspersores de cabeça fixa. Este método é utilizado em plantações de colheitas baixas e rendimento elevado tais como os morangos. Água é aplicada continuamente pela totalidade da plantação mantendo as temperaturas como acima descritas. Temperaturas em experiências conduzidas pelo Dr. George Hochmuth, aplicando 6,4 mm de água por hora, mostrando que este método durante temperaturas atmosféricas de 14F (-10C) manteve as temperaturas em 32F (0 C) ponto de congelamento ou até mesmo superiores (Hochmuth, et al., 1993). Ele também reportou que apenas 6% das flores e 15% das frutas maduras neste teste foram congeladas. Isto significa que 94% das colheitas de fruta e 75% das presentes colheitas foram salvas, assim como as próprias plantas. O potencial de quebra do membro das plantas é mínimo devido às características de longo crescimento das mesmas plantas.

Outro método de rega por aspersão para protecção contra as geadas é a utilização de micro aspersores. Este método é utilizado em pomares ou colheitas de grande valor. Este método é preferido ao de aspersores de cabeça fixa devido à grande acumulação de gelo nos ramos mais altos causando quebras de ramos. Rega por micro aspersores é feita junto ao solo, num jacto que pode variar até 360°. Para protecção contra as geadas angulos de 90° foram encontrados como mais eficientes (Rieger et. Al., 1986). O micro aspersor é posicionado de forma que a água é borrifada directamente para o pé tronco da arvore. Mas nos aspersores de cabeça alta, a água bate no tronco da arvore, transformando-se em gelo libertando calor latente. Em experiências conduzidas por Rieger, as temperaturas mantiveram-se nos 29F (-1,6) ou mesmo superiores nas árvores regadas por micro aspersores e onde gelo formou quando a temperatura ambiente desceu até 21F (-6,1). Os rácios de aplicação variam de 84 litros por hora até 38 litros por hora por emissor nesta experiência. Outras experiências conduzidas pelo Dr. Larry Parsons tiveram resultados similares. Usando um rácio de aplicação entre os 20 e 100 litros por hora por emissor, as arvores estavam protegidas até dois metros acima do solo (Parsons et. Al., 1991). Num pomar o propósito da protecção contra as geadas é direccionada para a protecção da totalidade da árvore. Se o tronco e as raízes forem salvas a árvore irá crescer relativamente rápido ultrapassando a fase dos três a cinco anos que precisa para começar a dar frutos para colheita. A protecção das colheitas é impossível porque a maioria dos frutos estão nas pontas dos canos onde a formação de gelo é fácil e poderá causar a quebra dos mesmos.

Um dos graves problemas com protecção contra as geadas usando um destes dois métodos de rega por aspersor é se houver uma interrupção no abastecimento da água. Quando a água para vai provocar uma paragem no aumento da acumulação de gelo, parando também o aumento da calor latente nas colheitas. Também o gelo que se formou irá começar a evaporar retirando o calor latente das colheitas reduzindo a temperatura das mesmas. Se o abastecimento não for retomado a temperatura das plantas irá cair para uma inferior á da atmosfera, condição conhecida como super arrefecimento. Existem várias coisas que podem interromper o abastecimento da água. Uma será a falha da bomba alimentadora, que com uma bomba de reserva poderá ser montada em poucas horas. Outra será a falha de energia, neste caso um gerador a gás ou a diesel poderá ser instalado. Isto irá demorar mais tempo porque as ligações são diferentes do que as convencionais, altura em que as colheitas provavelmente já teriam chegado à fase de super arrefecimento sofrendo sérios danos.

Inundação é um método de protecção contra as geadas envolvendo rega de superfície. Inundação envolve o movimento de grandes quantidades de água para a superfície do terreno através de regos e condutas para cobrir toda a superfície do campo. Este método baseado na radiação de energia de calor libertada pela água para o ar envolvente. Os custos envolvidos neste método são similares aos do sistema de rega por regos e condutas que já estão feitas para rega do solo sendo apenas necessário a energia para levar a água para os campos. A grande desvantagem deste método é a grande quantidade de água necessária, a redução da qualidade da água utilizada e a falta de tolerância das colheitas em serem inundadas por grandes quantidades de água por longos períodos de tempo. O volume de água necessário é grande porque o campo tem de estar completamente coberto para obter a máxima radiação.

Quando comparado com as condutas, regos e grandes superfícies, o mínimo seria um acre por pé. Plantas normalmente suportam inundações por um período de tempo curto, mas o tempo necessário para a protecção de geadas ultrapassa o tempo de tolerância das plantas. O tempo de inundação é maior que o período de temperatura de congelamento, devido ao tempo que leva a inundar completamente o campo antes da temperatura de congelamento, e depois retirar a água após o congelamento. A redução na qualidade da água pode ser alta dependendo de recentes aplicações de herbicidas, fertilizantes, fungicidas, etc. Estes três factores levaram a uma redução no uso de inundações para proteger as colheitas de geadas.

Um Exemplo de uso de equipamentos especializados para manter a temperatura acima da crítica é "Aqua – Heat " geradores de nevoeiro desenvolvidas pela Aqua-Heat Company, Winter Haven, Florida. Esta maquina gera uma neblina de água quente que é visível como uma nuvem densa de nevoeiro que penetra o campo criando uma camada saturada de humidade á volta e em cima da colheita. Este método é baseado em dois dos antes mencionados métodos de transferencia de calor. Primeiro começa por introduzir água quente no campo e ar circundante para radiação de calor. Segundo criando uma saturação da atmosfera à volta das plantas, reduzindo a evaporação da água da superfície das plantas reduzindo a perda de calor e energia quando da mudança de fase de liquido para gás (cerca de 540 cal por grama de água(Miller, 1977)) assim como adicionando 540 cal por grama de água condensando em cima da superfície da planta (mudando fase gás para liquido). Este método foi desconsiderado devido a alguns contratemplos e outros problemas. Um dos grandes contratemplos era a facilidade com que o vento levava a humidade para outra área. Enquanto o vento mudava a humidade para longe do campo invertia a condensação para evaporação da superfície das plantas causando um abaixamento na energia de calor da planta. Outros problemas incluem o movimento do nevoeiro para as estradas, reduzindo a visibilidade dos motoristas, e o custo do aquecimento da água.

O uso da água, distribuída por sistemas de rega podem fazer a diferença entre a perda completa da colheita ou pomar devido a temperaturas baixas, ou o sofrer de danos menores. Quando projectar um sistema de rega, deve ter em consideração as potencialidades do sistema. Se um sistema que não foi concebido para protecção de geadas for usado para proteger plantas contra baixas temperaturas, pode apenas causar mais danos devido a uma má cobertura ou cobertura intermitente.

MÉTODOS PARA PROTECÇÃO CONTRA GEADAS

Protecção de geadas/nevoeiro pode ser dividido em formas passivas e activas. Protecção passiva envolve métodos como selecção de local, variedade e stockagem de raízes culturais práticas tais como o podar preparação do chão do pomar, preparações que não requerem grandes gastos de fontes de energia de fora durante a época de geadas / nevoeiros. Sistemas de protecção activa substituem ou previnem a perda da radiação do calor utilizando métodos como aquecedores, aspersores ou ventoinhas que requerem energia externa para operarem durante as geadas. A forma de protecção activa depende do tipo de colheita, local, economia e outros variáveis. Uma discussão sobre as vantagens e desvantagens de métodos activas e passivas de protecção contra as geadas é dado nas tabelas abaixo. A tabela 3 dá uma visão global.

1. Sistemas de Protecção Passiva	
Descrição do método de protecção	Colheitas protegidas
Seleção do local - a seleção do local com temperaturas mais quentes e menos frias durante as geadas	Todas as colheitas de frutos, mas especialmente árvores de fruto e uva do monte
Tipo de solo – solo pesado, escuro tem tendência a suster mais calor do que solo fino, leve e de cor mais clara no inverno início da primavera resultando numa actividade mais cedo da parte das plantas.	Todo tipo de colheita de fruto
Seleção de variedade – seleccionando variedades que historicamente dão mais colheita durante geadas severas	Todo tipo de colheita de fruto, mas especialmente fruto de carroço ou uva do monte
Seleção de stockagem de raízes – algumas stockagem de raízes concedem maior dureza do que outras e retardam o nascer da flor	Citrios, frutos de carroço; excepto citrios que diferencia em dureza induzido por recomendação de stockagem de raízes para outros frutos é inadequado estar a recomendar um em vez do outro
Gestão do chão do pomar – terra liberta de ervas, firme com humidade debaixo das plantas cria um micro clima mais quente reduzindo os danos de geadas.	Todo tipo de colheita de fruto

Poda/ configuração da árvore – reduzindo o rigor da poda, atrasando a poda até ao final do Inverno/ início da Primavera e deixando as árvores mais altas (até poda final) reduz danos de congelamento e aumenta as colheitas ; poda no Verão pode atrasar o nascer da flor na uva do monte	Principalmente em frutos de caroço e uva do monte.
Nutrição – utilizando aplicações de nitrogénio no meio do Verão ou pós colheita, pode induzir força suficiente para o desenvolvimento de um rebento saudável e um atraso do nascer da flor, com isto aumentando a colheita.	Principalmente em frutos de caroço e uva do monte.
Plantação de árvores de cobertura com colheita em pomar – a utilização de grandes árvores de cobertura (tais como palmeiras usadas em plantações de citrinos na Califórnia) podem oferecer alguma protecção contra geadas. Pinheiros estão a ser utilizados em plantações citrinas no sul da Alabama.	Principalmente em citrinos.
Produtos Químicos – Cryoprotectants e antitranspirantes; Produtos químicos comercialmente disponíveis não fornecem uma protecção contra congelamento dos novos rebentos de flor, flores e novos frutos através de sprays para as folhas.	Não são eficazes em qualquer tipo de colheita de frutos.
Produtos Químicos – Reguladores de crescimento; entre os produtos testados, apenas o ethylene – libertou componentes, ethephon, tem mostrado algum sucesso comercial. Ethephon aumenta a robusteza de rebentos de fruta no Inverno e atrasa o nascer da flor entre 4 a 7 dias. Estudos com GA3 tem mostrado resultados no atraso do nascer da flor mas a necessidade de múltiplas aplicações e custos são limitações.	Pêssegos; possivelmente outros frutos de caroço e uva do monte.
Coberturas de árvores - coberturas de polypropylene de espessura variada (pesos) estão entre a mais recente forma de protecção contra geadas para serem testadas em colheitas de fruto. Dependendo do material utilizado pode ser dado vários graus de protecção.	Morangos e possivelmente uva do monte e pequenos citrinos.
Evaporação de arrefecimento – estação especial inactiva utilizando uma neblina que cai em cima da planta de frutos de caroço do período de descanso é satisfeito até aos rebentos atrasando o nascer da flor mas danificando os rebentos. Mais estudos serão necessários antes que esta aplicação possa ser recomendada.	Potencialmente utilizado em pêssegos e nectarinas.
Pintar tronco da árvore (cal)– utilizando tinta branca (cal) nos troncos de pessegueiros e outras árvores de fruto reduz danos causados ao tronco durante o inverno.	Todas as árvores de fruta.

2. Sistemas de Protecção Activas (requer energia suplementar)	
Dispositivos de deslocamento de vento – utilizando ventoinhas e helicópteros para aumentar as temperaturas nas plantações.	Todas as colheitas e plantações de fruto, mas principalmente utilizado em árvores de fruto.
Aquecimento – utilizando dispositivos de aquecimento tais como aquecedores de pomares para aumentar a temperatura da plantação.	Todas as colheitas e plantações de fruto, mas principalmente utilizado em árvores de fruto.
Rega – aplicações de aspersores; usando sistema convencional de aspersores de cabeça fixa, sistema de micro aspersores de cabeça fixa ou sistema de aspersores emergentes	Todas as colheitas e plantações de fruto, mas um sistema diferente é utilizado em diferentes tipos de árvore de fruto.
Rega – aplicação de terra; água pode ser bombeada para os pomares antes das geadas como na Califórnia. Requer um solo relativamente plano.	Todas as colheitas e plantações de fruto, mas o terreno dita o uso; mais comum em árvores de fruto.
1 A protecção contra as geadas nesta tabela focam a atenção primariamente na prevenção ou no minimizar os danos das colheitas. Contudo, a maioria dos métodos desta lista também fornecem alguns tópicos de protecção de plantas. O pintar dos troncos das árvores é o único método utilizado expressamente para a protecção das árvores.	

Como Proteger o seu Pomar Vegetais e vinhas contra a geada

Durante o dia

O sol aquece o solo e as plantas, que acumulam o calor, que por sua vez aquece o ar. A quantidade de energia térmica vai aumentando com quantidade de humidade contida no solo, nu e sem ser lavrado. Nestas condições, a melhor condutividade é obtida para o solo armazenar o calor.

Geadas de primavera até à noite

À noite, o congelamento é causado pela queda rápida na temperatura, enquanto o calor é reflectido do solo.

A queda continua durante a noite, desta forma as camadas do ar á volta da planta frequentemente atingem temperaturas abaixo dos 0º celsius (32º F).

Essas camadas frias são mais densas e lentamente baixam as encostas e chegam as partes mais baixas do chão, onde se acumulam, e é onde os estragos mais severos podem ser vistos.

A cerca de 15 metros (50ft) acima do solo, a temperatura é aquela obtida durante o dia ao passo que há uma queda no nível do chão.

Desta forma existe uma diferença de temperatura, a mais quente sendo aos 15 metros acima do solo, a mais fria ao nível do solo (isto é á volta das plantas).

Este fenómeno é conhecido como inversão de temperatura (ou “tecto térmico”), que faz com que a nossa torre de anti congelamento seja absolutamente necessária e eficiente.

Como funciona

O ar é sucado das camadas mais quentes e enviado para baixo através de uma ventoinha, que o mistura com ar mais frio no nível do chão, desta forma causando uma subida de temperatura do ar que rodeia as plantas.

Esta subida é quanto mais alta como a inversão da temperatura é importante.