

D-Analyse

D-Olho

Introdução

Aviso legal

Informativos

Geadas: definição, ocorrência, previsão, prevenção & controle

Resumo

O software D-Analyse para previsão e aviso de geadas realiza leituras e interpretações das medições feitas pela Estação de Clima *D-Olho* em tempo real. A Estação está instalada na região de Ibiúna-SP.

Os dados da Estação podem ser acessados pelos seus usuários, em tempo real, através de celular, tablet ou computador.

Como todas as culturas exceto aquelas de classe 0 (veja página 4) aceitam, sem danos, ficar em 0° C, o maior sucesso para o controle de geada é molhar a cultura no intuito de deixar essa água se congelar para liberar o calor de congelamento.

Tabela 1.

Quantificação de água no Combate de geada com irrigação

No período noturno com temperatura do ar na terra em 0°C com céu limpo, sem nuvens e sem vento

UR Ar (%)	Radiação da terra Saindo RS (W/m ²)	Radiação do céu Entrando RE (W/m ²)	Déficit da Radiação DR (W/m ²)	Temperatura Equivalente do céu TEC (°C)	DR Equivalente calor de congelamento de água (g/m ² /s)	DR Equivalente calor de congelamento de água (mm/h)	DR Equivalente calor térmico de água em 10° C relativo a 0°C (mm/h)
<10%	300	160	140	-25	0,421	1,52	12,1
50%	300	210	90	-7	0,267	0,96	7,7
>90%	300	220	80	-4	0,239	0,86	6,9

Conforme tabela 1, se a umidade relativa do ar estiver em 50%, para manter a temperatura da cultura em zero grau Celsius ao invés de deixar as plantas congelarem, é necessário aplicar via aspersão uma quantidade de água efetiva de 1,0 mm/h.

Na mesma situação precisa-se de aproximadamente 8 mm/h de água entrando com 10° C para evitar que a temperatura chegue abaixo de zero grau Celsius e congele.

A estratégia adequada é a de aproveitar a liberação do calor do congelamento da água.

Introdução

Este documento foi escrito com o intuito de informar detalhes técnicos e referências que possibilitam a previsão de geadas, com base no software D-Analyse para geadas. O software realiza leituras e interpretações das medições feitas pela Estação de Clima *D-Olho* em tempo real. Além disso, esse texto oferece formas de manejo para proteger as plantas do congelamento e consequente perda dos produtos.

Os dados da Estação podem ser acessados pelos seus usuários, em tempo real, através de celular, tablet ou computador.

Aviso legal

A utilização de informações apresentadas neste documento é de total responsabilidade do usuário, incluindo, mas não se limitando a, produtores e consultores que farão uso das informações ou parte dessas.

Informativos

① Definição de Geada

- Popularmente falando, *geada* se caracteriza como evento natural de temperaturas abaixo de zero grau Celsius.
- Na agronomia, *geada* é um fenômeno climatológico que causa a morte de tecidos vegetais devido à sua sensibilidade para:
 1. **desidratação de células**, principalmente causada por ar frio e seco;
 2. **vazamento de eletrolíticos das células** devido à falta de calor nos tecidos vegetais da cultura: um *balanço térmico* negativo que causa alterações críticas em processos fisiológicos, e;
 3. **congelamento** dos tecidos vegetais da cultura.

Vento pode intensificar a desidratação. **Formação de gelo** nas superfícies de uma cultura também estimula a desidratação, pois, na mesma temperatura, o gelo possui uma Pressão de Vapor mais baixa que a água nos tecidos vegetais, causando o transporte da água dos tecidos para o gelo.

② Ocorrência de Geadas

No Brasil, geadas ocorrem em áreas de latitudes acima de 18º sul; nos estados de RS, SC, PR, SP, MG, RJ, GO & MS.

Para Ibiúna-SP e região, as geadas acontecem somente no inverno, podendo se estender de maio até setembro, com maior pressão nos meses de junho e julho e maior severidade no mês de julho e em terrenos planos e nas baixadas, ambos nas áreas de maior altitude. A região de Ibiúna engloba áreas com 40 a 80% de probabilidade de ocorrência de temperatura mínima absoluta anual de menos de 2°C.

③ Previsão de Geadas

Em macroescala, a pressão atmosférica alta com anticiclone no sul do continente traz (1) massas de ar polar frio que passam pelo oceano Atlântico ou pela cordilheira dos Andes com geadas mais prováveis e severas e promovem (2) noites sem nebulosidade e (3) sem vento; os três ingredientes para geada.

Em microescala, é preciso o monitoramento da Pressão de Vapor do Ar ao por do sol; aproximadamente 17h30, para determinar se há condições de geada na madrugada seguinte. Quando a Pressão de Vapor do ar fica menor que 9 *mbar*, uma geada é provável. Com pressão de vapor menor ou igual a 6.1 *mbar* uma geada é garantida quando as condições climáticas também atendem os pré-requisitos de céu limpo sem nebulosidade e ar parado sem vento. A Estação de Clima *D-Olho* monitora os parâmetros em tempo real, possibilitando a leitura das tendências com aviso de geada no software D-Analyse no celular, à distância, também em tempo real.

Para acompanhar a Pressão de Vapor do Ar próxima à superfície do solo em tempo real, veja o primeiro gráfico na aba “gráficos” do software D-Analyse da Estação de Clima *D-Olho*.

④ Prevenção de Geadas

Em geral, a tolerância da cultura depende:

- 1) da genética: tolerância específica da cultura e da variedade,
- 2) da epigenética: aprendizagem e adaptação = aclimatização,
- 3) do planejamento e escolha do sistema de produção,
- 4) dos tratamentos preventivos.

Em função da tolerância da cultura, o vazamento de eletrólitos das células, devido às temperaturas baixas, nem sempre precisa de temperaturas abaixo de zero grau Célsius para ser letal. Mandioca (+10°C) e vagem (+6°C) são exemplos de culturas da *Classe 0* - intolerantes às temperaturas baixas acima do zero grau Célsius. Mandioca apresenta sintomas de queima por frio a partir de 10 °C e vagem a partir de 6 °C.

Podemos influenciar a tolerância para geadas na lavoura através da genética, epigenética, condições agronômicas e tratos preventivos.

1) Genética

Pela genética, nós dividimos as culturas em classes de tolerância à falta de calor.

Referência: Temperatura Foliar Ideal para Fotossíntese:
+27°C = 300°K 100.0%

Classe 0:	até +6°C =	279°K	93.0%	Tolerância Zero
Classe 1:	até -2°C =	271°K	90.3%	Tolerância Mínima
Classe 2:	até -4°C =	269°K	89.7%	Tolerância Reduzida
Classe 3:	até -20°C =	253°K	84.3%	Tolerância Baixa
Classe 4:	até -40°C =	233°K	77.7%	Tolerância Moderada
Classe 5:	até -60°C =	213°K	71.0%	Tolerância Intermediária
Classe 6:	<< -60°C =	<213°K	<71.0%	Tolerância Extrema
Classe 7:	até -273°C =	0°K	0.0%	Tolerância Absoluta

Medida recomendada: A escolha da cultura e variedade deve ser feita com base na resistência adequada para a sua região.

2) Epigenética

Acclimatização envolve mudanças na expressão genética, bioquímica e ultraestrutura celular. Uma das mais consistentes mudanças é a **transformação de amido em açúcares livres**. Açúcares livres na seiva das plantas abaixam a temperatura de congelamento. Plantas usam principalmente **Sacarose** para aumentar a sua resistência contra congelamento para até -25°C. Já as classes mais resistentes, 4, 5 e 6, fazem uso de Raffinose e Stachyose.

Quando a temperatura abaixa ao longo de uns dias, plantas sentem a tendência de redução de calor e conseguem se preparar melhor, transformando, temporariamente, maior quantidade de amidos em açúcares livres.

Na acclimatização, as plantas, por natureza, fazem ajustes na composição de membranas celulares e proporção dos ácidos graxos, favorecendo uma maior contribuição dos não saturados.

Medida recomendada: Em dias com uma tendência de temperaturas cada vez mais baixas, o produtor deverá deixar as plantas se acostumando com essa nova situação, pois assim as plantas podem se preparar, já iniciando, por natureza, uma maior transformação de amido em açúcares livres.

3) Planejamento e escolha do sistema de produção

Escolha a data de plantio ou sementeira adequada: evita que florescimento e/ou início do enchimento de grãos ocorram durante os meses de maior probabilidade de geadas.

Escolha os lugares mais adequados para plantio: áreas mais ensolaradas durante o dia e sem acúmulo de ar frio à noite; áreas com face para o norte e sem depressões locais ou sem obstruções diretas para baixo da área, tais como plantações de árvores altas que bloqueiam passagem de ar frio.

Evite plantar em áreas mais propícias para geada: aquelas orientadas sul-sudoeste e com acúmulo de ar frio à noite por ser uma área em depressão ou com obstruções diretas para baixo da área, tais como plantações de árvores altas que bloqueiam a passagem de ar frio.

Evite cobertura do terreno com *mulch* ou vegetação rasteira. Ambos atuam como isolante térmico entre o solo como fonte de calor, a cultura e o ar na sua proximidade. Cobertura do terreno favorece o processo de resfriamento, intensificando a geada.

4) Tratos preventivos

Para prevenir congelamento de plantas, é necessário garantir um valor osmótico adequado nos tecidos vegetais da cultura.

1. É preciso garantir um valor osmótico adequado no ambiente radicular, responsável para estimular a cultura a carregar-se com potássio e sacarose livre e responsável para abaixar o ponto de congelamento dos tecidos da cultura. No solo e substrato, o valor osmótico estável depende diretamente da Capacidade de Troca de Cátions - CTC. Em solos caoliníticos tropicais, a CTC está diretamente ligada ao teor de matéria orgânica no solo. Em equilíbrio com a CTC, solos e substratos procuram manter uma quantidade de sais (adubos orgânicos e minerais) disponível (EC). Para sistemas de hidroponia, a EC da água em circulação garante o estímulo osmótico. O produtor deve procurar trabalhar com um valor de EC no limite alto em épocas com risco de geada.
2. É preciso carregar a planta com eletrolíticos e estimular a liberação de maior quantidade de açúcares livres, através da aplicação via foliar de Mono Fosfato de Potássio (MKP) na concentração de 3(até 5) g/l. Concentrações acima de 3 g/l devem ser testadas primeiro para avaliar e confirmar a tolerância da cultura à dosagem maior de MKP.
3. É preciso provocar um estresse hídrico temporário através do corte de água. Corte ou redução de irrigação provoca um aumento do valor

osmótico nos tecidos vegetais da cultura que, por sua vez, estimula o aumento de sacarose livre, abaixando assim o ponto de congelamento das plantas.

4. É preciso reduzir a taxa de transpiração da cultura aplicando açúcar (sacarose) na concentração de 10 kg em 1000 litros por hectare. É recomendada a adição de um espalhante adesivo com base em silicone (por exemplo, Silwet) ao açúcar na água, na concentração de 0,05% (500 ml por 1000 litros por hectare). A mistura deve ser aplicada durante o fotoperíodo, quando os estômatos estão abertos, para que a calda possa entrar nas plantas através deles.

Observação importante: A aplicação de MKP com açúcar e Silwet em uma mistura só deve ser testada em escala menor para confirmação da tolerância da cultura e antes de ser liberada para aplicação em escala maior.

⑤ Controle de geada

Até este ponto, as colocações tratam de decisões estratégicas de planejamento e preparativos em antecipação de geadas.

Neste capítulo será discutido o 'o que fazer' quando uma geada começar a se manifestar nas condições de céu aberto sem nebulosidade e sem vento.

Primeiro, vamos apresentar números de grandezas físicas que podem causar geadas.

À noite não há radiação solar para compensar a perda constante de energia por radiação térmica de objetos, inclusive a terra e as plantas. Como consequência, os objetos, a terra e as plantas costumam se esfriar durante o período noturno. A perda pela radiação está diretamente ligada à temperatura do objeto. Uma superfície de terra com plantio em 10° C perde por m² de campo aproximadamente 350 W/m² em radiação térmica. Em 0° C a perda ainda equivale consideráveis 300 W/m² na radiação térmica.

Nuvens refletem a radiação térmica de volta para a terra, reduzindo assim a perda de calor de objetos, terra e plantas. Sem nuvens, mas ainda em função da umidade relativa (UR), o céu representa um objeto relativamente frio de aproximadamente -4°C, quando com >90% de UR, e -25° C, quando com <10% de UR, e radia para a terra aproximadamente 220 W/m², quando com >90% de (UR), e 160 W/m², quando com <10% de UR. Assim, sem nuvens e com 0° C na terra, a perda líquida na radiação térmica noturna fica em torno de 300 - (220 a 160) = 80 a 140 W/m².

O tempo necessário para a terra e o ar encostado nela abaixar 1° C, depende da condutividade térmica e o conteúdo de calor por temperatura.

Controle de geada por Irrigação

A aplicação estratégica de água por cima da cultura funciona para compensar a perda de energia na radiação térmica noturna. Irrigação através de micro-aspersão para manter a cultura molhada ajuda a evitar que temperaturas se instalem abaixo de 0° C.

Água traz calor em duas formas, uma sendo a mais adequada para proteger a cultura:

1. Por capacidade térmica, água acima de 0° C representa calor: 4.186 J/g/°K. Por exemplo, água com uma temperatura de 10° C traz para o campo 41.86 Joule de calor por grama de água aplicada.
2. Água em 0° C, com a tendência de perder calor, congela. No processo de congelamento é liberado calor que mantém a temperatura em 0° C até que toda a água congele. Por grama de água são liberados 334 Joule, equivalente ao calor térmico que água tem relativo ao 0° C quando em 80° C (!).

Como todas as culturas exceto aquelas de classe 0 aceitam, sem danos, ficar em 0° C, o maior sucesso para o controle de geada é molhar a cultura no intuito de deixar essa água se congelar para liberar o calor de congelamento.

Tabela 1.

Quantificação de água no Combate de geada com irrigação

No período noturno com temperatura do ar na terra em 0°C com céu limpo, sem nuvens e sem vento

UR Ar (%)	Radiação da terra Saindo RS (W/m ²)	Radiação do céu Entrando RE (W/m ²)	Déficit da Radiação DR (W/m ²)	Temperatura Equivalente do céu TEC (°C)	DR Equivalente calor de congelamento de água (g/m ² /s)	DR Equivalente calor de congelamento de água (mm/h)	DR Equivalente calor térmico de água em 10° C relativo a 0°C (mm/h)
<10%	300	160	140	-25	0,421	1,52	12,1
50%	300	210	90	-7	0,267	0,96	7,7
>90%	300	220	80	-4	0,239	0,86	6,9

Conforme tabela 1, se a umidade relativa do ar estiver em 50%, para manter a temperatura da cultura em zero grau Celsius ao invés de deixar as plantas congelarem, é necessário aplicar via aspersão uma quantidade de água efetiva de 1,0 mm/h.

Na mesma situação precisa-se de aproximadamente 8 mm/h de água entrando com 10° C para evitar que a temperatura chegue abaixo de zero grau Celsius e congele.

A estratégia adequada é a de aproveitar a liberação do calor do congelamento da água.