

Nota tecnica di difesa attiva antibrina

dai risultati del progetto DISGELO

Le tecniche di difesa attiva di maggior interesse si basano principalmente sull'uso dell'acqua e sul rimescolamento tramite ventilatori dell'aria in prossimità del suolo.

La difesa antibrina soprachioma

La tecnica consiste nel mantenere in prossimità di 0 °C la temperatura degli organi vegetali, ricoprendoli con uno strato di ghiaccio in continua formazione, fino al termine della gelata. La protezione della coltura è ottenuta dal calore liberato dall'acqua al momento della sua trasformazione in ghiaccio (80 calorie per grammo). Per l'irrigazione antibrina classica vengono normalmente impiegati impianti ad aspersione soprachioma fissi, con irrigatori a schiaffo, dotati di ugelli con foro del diametro di 3,5-4,5 mm, aventi una portata compresa tra 0,25 e 0,4 l/s, con velocità di rotazione di almeno un giro per minuto, disposti a distanze variabili da 15 m fino a 20 m, a triangolo o in quadrato, e pressione di esercizio di 2,5-4,5 atmosfere, in grado di assicurare una pluviometria oraria compresa tra 4 e 6 mm (4-6 l/m²).

Gestione dell'impianto: inizio/fine della difesa.

L'impianto viene avviato quando il termometro a bulbo bagnato misura 0-0,5 °C.

Occorre prestare molta attenzione al sorgere del sole, che induce l'evaporazione diretta del ghiaccio con assorbimento di circa 590 calorie per ogni grammo di acqua che si trasforma in vapore. Il calore viene prelevato dall'aria circostante e dal vegetale racchiuso dal ghiaccio, determinando in assenza di irrigazione un abbassamento di temperatura di qualche grado centigrado.

Si raccomanda pertanto di non interrompere l'irrigazione fino a quando la temperatura non raggiunge i 2/3 °C, con un innalzamento progressivo di almeno 1 °C per ora, che corrisponde alla fase in cui il ghiaccio diventa opaco e inizia a distaccarsi dagli organi vegetali. La misurazione della temperatura va effettuata all'esterno dell'area protetta, con un termometro a bulbo asciutto.

La difesa antibrina sottochioma

Il metodo consiste nel bagnare, tramite la microirrigazione con impianti a spruzzo sottochioma, solo l'interfilare inerbito e non la chioma degli alberi, sfruttando il calore ceduto dall'acqua nella fase di passaggio da liquido a solido (80 calorie, 344.4 J per grammo di acqua che solidifica) per contrastare efficacemente la perdita di calore per irraggiamento dal terreno. Il manto erboso costituisce il supporto su cui ghiaccia l'acqua di irrigazione: più alta è l'erba e maggiore è la superficie di scambio del calore prodotto, che viene utilizzato per modificare il profilo delle temperature dell'aria nei 2-4 metri prossimi al suolo, all'altezza degli organi vegetali da difendere (gemme, germogli, fiori e frutticini). Il miglior rendimento si registra in prossimità del suolo (con un innalzamento della temperatura fino a 5-6 °C, rispetto alla zona non protetta) e decresce con la quota, fino ad annullarsi a circa 3.5 - 4 metri di altezza.

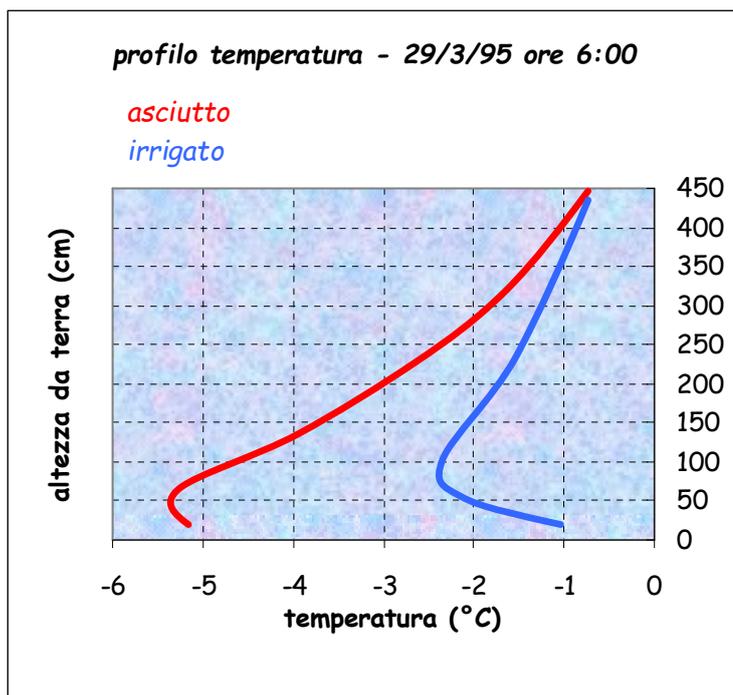


Figura 1: Variazione del profilo delle temperature per effetto dell'irrigazione antibrina sottochioma, rispetto alla zona non protetta.

La tecnica di difesa è improntata su alcune semplici regole: sono sufficienti spruzzatori da 40-70 l/h con almeno 2 m di gittata, disposti generalmente uno per pianta, lungo la fila. Sono da preferire microirrigatori dinamici, che presentano un organo distributivo rotante, che determina una distribuzione di gocce di diametro maggiore e una gittata più ampia. Viceversa i microirrigatori statici, caratterizzati da una testina fissa recante un certo numero di fori radiali, producono, a parità di portata, un getto più nebulizzato, che potrebbe comportare perdite per evaporazione, con un controproducente assorbimento di calore dall'ambiente (circa 590 calorie, ovvero 2466 J, per ogni grammo di acqua che evapora), che riduce l'effetto climatizzante dell'irrigazione. Le prove hanno evidenziato, in particolare in caso di gelate con temperature inferiori a -4, -5°C, una maggiore efficacia degli spruzzatori dinamici (figura 2), proprio in virtù della minor nebulizzazione del getto.

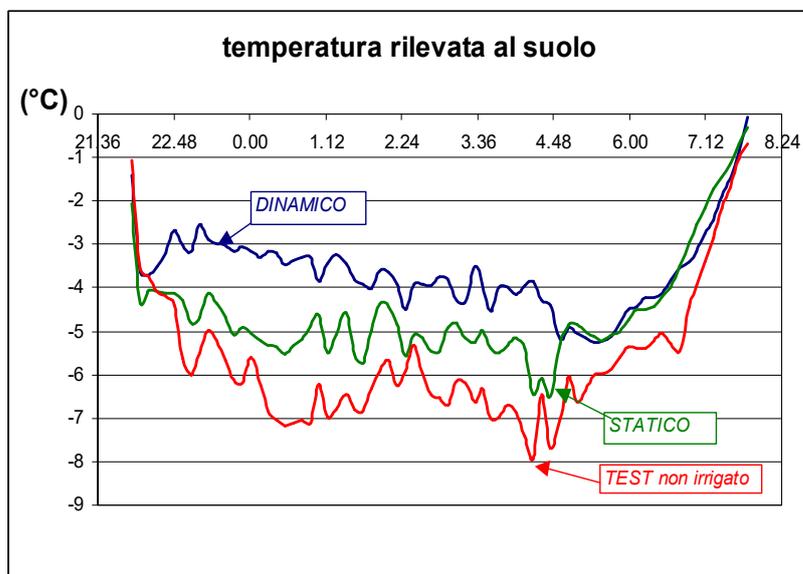


Figura 2: andamento delle temperature registrate al suolo durante una notte di gelata presso la base meteorologica dell'ARPA-Servizio Meteorologico, di S. Pietro Capofiume (BO). I dati si riferiscono a zone protette con irrigatori statici e dinamici, con la stessa pluviometria oraria, a confronto con un test non protetto

Funzionamento intermittente

Il sistema sottochioma consente di effettuare l'irrigazione turnata, 2 minuti di irrigazione e 4-6 minuti di pausa per facilitare il congelamento dell'acqua sul terreno, permettendo così di irrigare a settori, e aumentare l'area protetta quando il volume irriguo non è sufficiente per irrigare contemporaneamente tutta l'azienda; in questo modo i volumi distribuiti vengono ridotti fino al 70% rispetto all'irrigazione antibrina tradizionale soprachioma.

Con l'irrigazione turnata non si sono mai registrati problemi di formazione di ghiaccio all'interno delle condotte e negli erogatori inseriti direttamente nel tubo, durante gli intervalli di funzionamento, anche con temperature di -7 , -8 °C: problemi potrebbero insorgere invece per gli irrigatori in derivazione mediante il tubicino capillare, nei casi in cui la condotta principale sia posta in terra o con gli irrigatori agganciati in alto: durante le pause infatti gli spruzzatori e i relativi tubini si svuotano e, se rimane una lama d'acqua ferma intorno agli organi rotanti degli erogatori, si può verificare il blocco della testina.

Gestione dell'impianto: pluviometria – inizio/fine della difesa

La quantità di acqua da distribuire dovrebbe variare in relazione all'intensità della gelata, ma in generale pluviometrie orarie comprese tra 1,5 e 2,5 mm/ora, al netto degli intervalli di funzionamento, si sono rivelate idonee per una difesa adeguata nella maggioranza delle situazioni riscontrate: pluviometrie superiori sono in grado di produrre un ulteriore recupero termico solo se le temperature scendono sotto i -6 , -7 °C e tutta la maggior quantità d'acqua distribuita è in condizioni di ghiacciare (fig. 3).

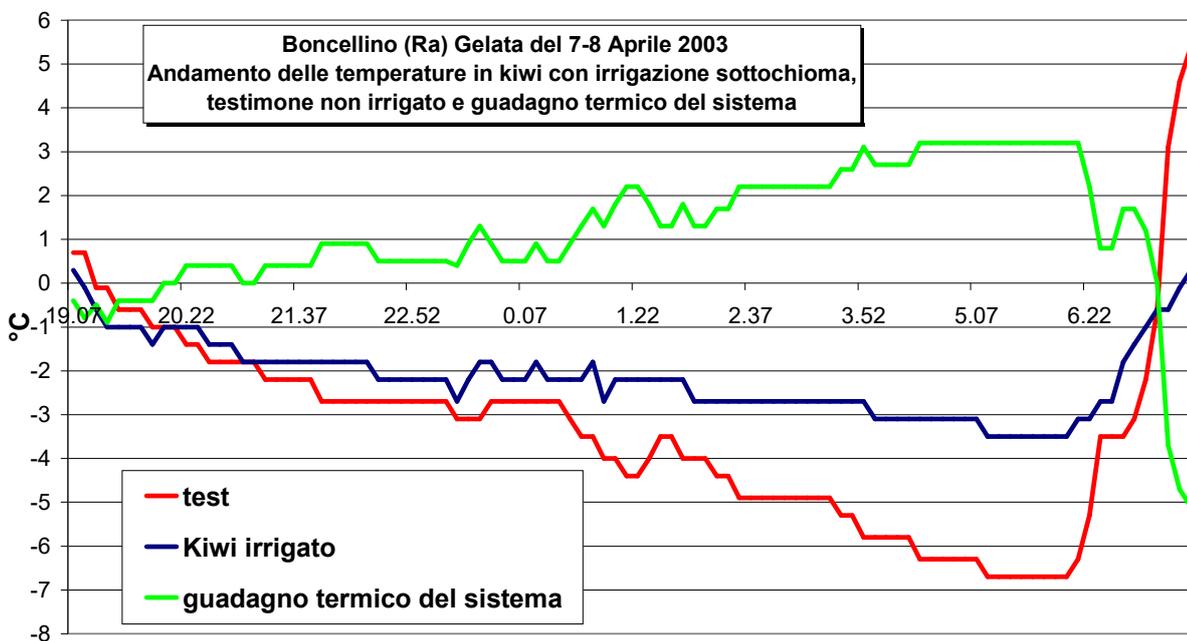


Figura 3: andamento delle temperature registrate a 1 metro di altezza da terra durante una notte di gelata presso una delle aziende inserite nel progetto DISGELO, in una zona irrigata a confronto con un'area non protetta.

E' sufficiente iniziare l'irrigazione quando la temperatura misurata con un termometro a bulbo asciutto in prossimità del suolo raggiunge $0.5 - 0$ °C; questo avviene con 1 o 2 ore di anticipo rispetto alla quota di 1-2 metri, dove sono posti gli organi vegetali da proteggere. Il termine

dell'intervento deve corrispondere al momento in cui la temperatura misurata con un termometro a bulbo asciutto in prossimità del suolo ritorna a valori superiori a 1°C.

Ambito di applicazione

Occorre infine valutare l'ambito di applicazione dell'irrigazione antibrina sottochioma e gli eventuali rischi o situazioni di scarso interesse:

La tecnica è sicuramente efficace per la difesa dei frutteti di pianura, ma nelle esperienze condotte nel quadriennio del progetto DISGELO si sono ottenuti risultati anche in aziende di pendio o fondovalle, pur se con incrementi di temperatura inferiori in quanto, con pendenze superiori al 5-10%, il calore prodotto viene in parte "drenato" dai moti convettivi dell'aria, nella direzione della pendenza;

Più ampia è l'area su cui viene esercitata l'azione di difesa e migliore è il risultato che ne consegue;

il sistema presenta una buona efficacia in caso di gelate per irraggiamento fino a -4, -6°C: per gelate più intense il grado di protezione è meno efficace rispetto all'aspersione classica.

Nel caso di gelate per avvezione l'irrigazione sottochioma potrebbe anche incrementare l'entità del danno.

Verifiche preliminari dell'impianto

L'impianto di irrigazione deve essere in perfetto stato all'inizio del periodo di rischio, generalmente a partire da metà marzo. Infatti, mentre nell'uso estivo quotidiano l'avviamento dell'impianto irriguo non pone dei problemi particolari, per l'uso primaverile antibrina, il perfetto funzionamento è una condizione indispensabile.

L'inverno potrebbe aver danneggiato parti importanti: tubi incrinati, irrigatori e saracinesche gelati, aperture dimenticate, cavi sezionati. Solo prove di funzionamento di un'ora o due permettono di verificare lo stato dell'impianto. Occorre inoltre prestare particolare cura ad eventuali detriti o alghe accumulate sulle pareti dei tubi, che si staccano solo progressivamente. Ci si può considerare tranquilli a questo riguardo dopo 2 o 3 giorni di funzionamento. Di conseguenza, converrebbe provare l'impianto una o due settimane prima della data prevedibile del primo intervento. Se la prova viene effettuata nel periodo invernale, al termine della verifica è buona norma svuotare la rete al fine di prevenire la formazione di tappi di ghiaccio. Ogni volta che sono annunciati rischi di gelate per la notte seguente, sarebbe opportuno effettuare una prova generale delle pompe dell'impianto alla normale pressione d'esercizio.

Gestione dell'interfilare

Il terreno deve essere mantenuto inerbito su tutta la superficie: l'erba funge infatti da supporto su cui far ghiacciare l'acqua. Più alto è il manto erboso maggiore è la superficie di scambio per la cessione di calore da parte dell'acqua che si trasforma in ghiaccio. Il terreno lavorato riduce l'efficienza del sistema in quanto, oltre a diminuire la superficie di scambio, parte dell'acqua si infiltra nel terreno e ghiaccia a temperature inferiori a 0 °C. È opportuno inoltre ricordare che durante le gelate per irraggiamento si verificano sempre sensibili movimenti di aria, pertanto l'avvezione, seppur minima, è sempre presente, causando perdite di calore sensibilmente superiori rispetto al puro irraggiamento. Aumentando la superficie di congelamento si ottiene una maggiore liberazione di calore dalla formazione del ghiaccio per contrastare anche parte dell'avvezione. All'opposto in caso **non si attui la difesa attiva con irrigazione** è consigliabile sfalciare il tappeto erboso per limitare la perdita di calore per irraggiamento.

Ventilatori antibrina

La protezione dalle brinate basata sul rimescolamento dell'aria parte dalla constatazione che durante le gelate per irraggiamento il raffreddamento dell'aria a contatto con la superficie del suolo e delle piante è più rapido di quello degli strati superiori. Ne consegue che la temperatura aumenta allontanandosi dal livello del terreno fino a raggiungere la zona dove si ha l'inversione termica, oltre la quale la temperatura inizia a diminuire. Lo strato interessato da questo fenomeno può variare da alcuni metri a centinaia di metri.

La capacità dei ventilatori antibrina di aumentare la temperatura nel frutteto dipende da diversi fattori, ma si può calcolare che il risultato massimo ottenibile in termini di innalzamento termico corrisponda alla media tra la temperatura rilevata al suolo e quella dell'aria più calda degli strati soprastanti, spinti in basso dal ventilatore. Se la differenza tra le temperature degli strati che si intende miscelare è uguale o inferiore a 1 °C non conviene avviare i ventilatori.

Come impiegare il ventilatore

Quando si avvia il ventilatore si può indurre una rapida evaporazione sulla superficie della vegetazione e provocare una gelata per evaporazione. È quindi importante iniziare la ventilazione con temperature al di sopra di 0 °C, indicativamente tra 0,5 e 1,5 °C a circa 1 metro da terra.

Più è secca l'aria, maggiore è il rischio di evaporazione dell'acqua dalla superficie della nuova vegetazione (foglie, fiori, frutti), con ulteriore abbassamento della temperatura degli organi vegetali. Per evitare possibili danni alla partenza della ventilazione si consiglia di avviare il ventilatore quando il termometro a bulbo umido indica valori di 3-4 °C al disopra della soglia considerata critica per la coltura. Data la facilità con cui si avvia il ventilatore e i bassi costi di esercizio si consiglia di iniziare la protezione con un leggero anticipo per ridurre il più possibile eventuali situazioni di rischio.

È importante tenere presente che non si deve avviare il ventilatore quando il vento supera la velocità di 6 m/s (gelate per avvezione).

Il ventilatore verrà fermato quando la temperatura, rilevata su un termometro a bulbo umido posto fuori dalla zona protetta, raggiunge valori positivi.

Tabella 1: Indicazioni sulle temperature critiche di alcune colture in base allo stadio fenologico (Snyder et al., 2005)

SPECIE	I STADIO FENOLOGICO	10% DANNO	90% DANNO
Albicocco	Gemma rigonfia	- 4,3°C	- 14,4°C
	Calice visibile	- 6,2°C	- 13,8°C
	Inizio fioritura	- 4,9°C	- 10,3°C
	Piena fioritura	- 4,3°C	- 6,4°C
	Scamiciatura	- 2,6°C	- 4,7°C
	Ingrossamento frutto	- 2,3°C	- 3,3°C
Ciliegio	Gemma rigonfia	-11,1°C	- 17,9°C
	Bottoni visibili	- 2,7°C	-6,2°C
	Separazione dei bottoni	- 2,7°C	-4,9°C
	Inizio fioritura	- 2,8°C	- 4,1°C
	Piena fioritura	- 2,4°C	- 3,9°C
	Allegazione	- 2,2°C	- 3,6°C
Pesco	Gemma rigonfia	-7,4°C	- 17,9°C
	Calice visibile	- 6,1 °C	-15,7°C
	Corolla visibile	- 4,1 °C	- 9,2°C
	Inizio fioritura	- 3,3°C	- 5,9°C
	Piena fioritura	- 2,7°C	- 4,4°C
	Caduta petali	- 2,7°C	- 4,9°C
Susino	Gemma rigonfia	- 11,1 °C	-17,2°C
	Bottoni visibili	- 8,1 °C	- 14,8°C
	Bottoni bianchi	- 4,0°C	-7,9°C
	Inizio fioritura	- 4,3°C	- 8,2°
	Piena fioritura	- 3,1 °C	- 6,0°C
	Caduta petali	- 2,6°C	- 4,3°C
Pero	Apertura gemme	- 8,6°C	- 17,7°
	Mazzetti fiorali	- 4,3°C	- 9,6°C
	Mazzetti divaricati	- 3,1 °C	- 6,4°C
	Inizio fioritura	- 3,2°C	- 6,9°C
	Piena fioritura	- 2,7°C	- 4,9°C
	Caduta netali	- 2,7°C	- 4,0°C
Melo	Gemma d'inverno	-11,9°C	-17,6°C
	Rottura gemma	- 7,5°C	-15,7°C
	Punte verdi	- 5,6°C	- 11,7° C
	Orecchiette di topo	- 3,9°C	- 7,9°C
	Mazzetti affioranti	- 2,8°C	- 5,9°C
	Bottoni rosa	- 2,7°C	- 4,6°C
	Apertura fiore centrale	- 2,3°C	- 3,9°C
	Piena fioritura	- 2,9°C	- 4,7°C
	Allegazione	- 1,9°C	- 3,0°C
Vite	Gemma cotonosa	- 10,6°C	- 19,4°C
	Punta verde	- 6,1 °C	- 12,2°C

SPECIE	I STADIO FENOLOGICO	10% DANNO	90% DANNO
	Apertura gemme	- 3,9°C	- 8,9°C
	Prima foglia	- 2,8°C	- 6,1 °C
	Seconda foglia	- 2,2°C	- 5,6°C
	Terza foglia	- 2,2°C	- 3,3°C
	Quarta foglia	- 22°C	- 28°C
Actinidia	Gemma dormiente		- 18,0°C
	Germogliamento		- 3,0 °C
	Inizio accrescimento		- 2,0 °C
	Foglie espanse		- 1,5 °C
	Bottoni fiorali distinguibili		- 1,0 °C

Bibliografia

CRPV, 2004. Previsione e difesa dalle gelate tardive - Risultati finale del progetto Disgelo.

Snyder, R.L., Melo-Abreu, J.P., Matulich, S., 2005. Frost protection: fundamentals, practice and economics. Rome: FAO