

DIFESA DALLE GELATE PRIMAVERILI**LINEE TECNICHE 2022****PREMESSA: LE TIPOLOGIE DI GELATE TARDIVE**

In generale “la gelata” è l’abbassamento termico (temperatura in °C, gradi centigradi, sotto lo zero), nelle ore notturne, con la minima in quelle prossime all’alba. Fenomeno che determina danni alla parte vegetante delle piante, in relazione allo stadio di ripresa vegetativa in cui si trovano (**vedere tabelle in appendice**).

GELATA PER IRRAGGIAMENTO

In passato era generalmente la tipologia di fenomeno più frequente. L’abbassamento termico è dovuto alla perdita di calore per “irraggiamento”. Normalmente il fenomeno si verifica nel seguente modo: **nelle ore diurne, correnti provenienti dai settori settentrionali apportano aria fredda e secca con un abbassamento consistente delle temperature che comunque si mantengono ad alcuni gradi centigradi sopra lo zero**. Durante la notte cessano i movimenti avvevivi alimentati in parte dal sole e l’aria fredda tende a ristagnare. Il terreno perde calore in superficie per irraggiamento ed abbassa la sua temperatura; gli strati di terreno e l’aria che si trovano a contatto con la superficie, ad una temperatura maggiore rispetto a quest’ultima, cedono a loro volta calore e si raffreddano. Questo processo si propaga negli strati di terreno e di aria via via più lontani dalla superficie. La perdita di calore per irraggiamento è contrastata da alti valori di umidità dell’aria.

La temperatura minima si raggiunge di solito all’alba ed è tanto più bassa quanto minori sono la temperatura e l’umidità al tramonto e l’assenza di vento nel corso della notte.

Il profilo di temperatura nelle ore più fredde segue la regola dell’inversione termica, con temperature minime registrate in prossimità del suolo e temperature che aumentano con la quota, anche in modo consistente (5 – 6 °C) in soli 3 – 4 metri. Questa situazione meteorologica determina i danni tipicamente osservati nei frutteti: la parte inferiore delle piante risulta priva di frutti, i danni si presentano consistenti anche nella zona compresa tra 2 e 3 metri di altezza, mentre la parte più alta delle chiome appare perfettamente fruttificata; nei fondovalle e nelle aree prossime a dossi, la perdita di frutti può interessare anche la parte più alta della chioma.

GELATA PER AVVEZIONE

È **determinata direttamente da aria fredda di correnti settentrionali o orientali che abbassano la temperatura** fino a diversi gradi sotto i zero gradi centigradi (0 °C), con presenza o assenza di vento, a partire dalle ore diurne, intensificandosi durante quelle notturne e magari per alcuni giorni.

GELATA MISTA

Il termine stesso indica un **mix fra “irraggiamento” (componente principale) e la “convezione”**, che può essere corrente fredda saltuaria o costante e di diversa intensità. **Situazione più complicata per l’efficacia dei vari sistemi antibrina**, per la maggior complessità e variabilità del fenomeno, anche all’interno del medesimo appezzamento coltivato.

I MEZZI DI AVVERTIMENTO DEL RISCHIO GELATA

a) Il servizio di previsione rischio da gelata e l'avvertimento: alert

Arpae regione Emilia Romagna ha in essere da tempo un servizio di "previsione delle gelate tardive" (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/previsioni-meteo/previsioni-agrometeo/previsioni-gelate-tardive>) che tramite le previsioni meteo e modelli per la definizione del rischio gelata, informa sul potenziale rischio nelle 24-48 ore precedenti il fenomeno.

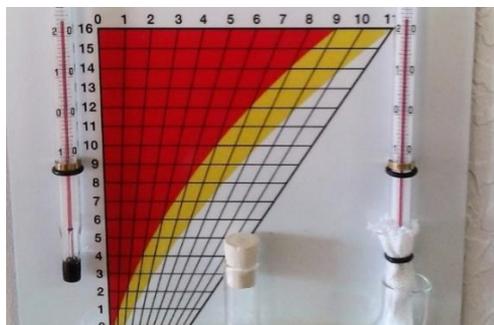


Fig. 1. Abaco previsione gelate tardive

b) Verifica tramite strumenti in campo

Il metodo più collaudato di previsione è quello della **verifica della differenza dell'andamento delle temperature, fra un termometro normale (bulbo asciutto) e un termometro a bulbo bagnato (tenuto inumidito con acqua)**. Le temperature vanno misurate nel campo soggetto a difesa antibrina, a partire dal crepuscolo (ore 18.00 e dintorni, ora solare) e per le diverse ore successive.



Fig. 2. Termometro a bulbo umido

Se la differenza di valore fra i due termometri aumenta, in poche ore, di diversi gradi centigradi, significa che l'aria sta rapidamente perdendo umidità e con cielo sereno e assenza di vento, aumenta la probabilità di abbassamento termico sotto i zero gradi centigradi, soprattutto verso il mattino successivo. **Conclusion: bisogna attivarsi per l'avvio della difesa antibrina, in relazione al sistema impiegato, già dalla tarda serata.**

Sono ovviamente impiegabili anche strumenti (termometri) derivati, come nodo da stazioncine meteo aziendali e che saranno principalmente "sensori termometrici asciutti". Meglio ancora se dotati di "sensori termometri bagnati", alcuni presenti in commercio.

c) Altri servizi vari Alert Gelate

Esistono altri servizi di Alert gelate che sono messi a disposizione (come servizio alert) da enti pubblici riconosciuti o privati e che non si elencano per correttezza del diritto di concorrenza sul mercato commerciale. Sono rintracciabili su siti web oppure per informazione tramite pubblicità diretta di chi li immette sul mercato.

I VARI METODI DI DIFESA

In relazione alla **maggiore sensibilità al momento della gelata**, per via delle fasi fenologiche di rottura gemme ed oltre già in essere al momento dell'evento, sul territorio dell'Emilia Romagna le specie arboree più sensibili sono, in ordine decrescente di rischio: **mandorlo, albicocco, actinidia, pesco (percoche, pesche e nettarine), ciliegio, susino, pero, melo e vite**. L'ordine indicato tiene ovviamente anche conto del periodo nel quale la specie rompe le gemme e/o entra in fioritura ed oltre. La vite è (non sempre) la specie meno a rischio perché fra quelle indicate è l'ultima a germogliare in primavera. Attenzione però che nel 2021 era già a germoglietto in essere al momento dei fenomeni gelate e quindi ha subito in diversi casi dei danni.

ACQUA, SOTTO FORMA DI PIOGGIA SOPRACHIOMA

Fonda i suoi presupposti sul principio che bagnando in continuo la pianta la cessione del calore dell'acqua (che si trova a temperatura di almeno 7-8 °C sopra zero) e il suo **raffreddamento fino al congelamento, assorbono l'abbassamento termico del germoglio/fiore/frutticino e lo mantengono di poco al disotto della temperatura di 0° C.**

Richiede molta attenzione nella corretta progettazione dell'impianto, per uniformare la bagnatura sull'apezzamento e non ammette errori grossolani nella gestione.



Fig. 3. Impianto a pioggia soprachioma

In questo caso il danno potrebbe essere superiore a quello che si registrerebbe in assenza del sistema antibrina. Si impiegano soprattutto irrigatori a schiasso, calssici dell'irrigazione a pioggia soprachioma. Può essere anche basato sull'impiego di minirrigatori posizionati sul filare, per bagnare direttamente solo gli stessi.

I fondamenti del metodo a "pioggia soprachioma" sono:

1. coprire uniformemente tutte le parti della pianta, soprattutto quelle già in vegetazione/fioritura, per formare uno strato di ghiaccio continuo che riduce l'abbassamento termico degli organi già in vegetazione (si aggiunge poi l'effetto positivo del calore ceduto all'ambiente dall'acqua che congela sul suolo, meglio se inerbito). Ogni grammo d'acqua, nel passaggio da liquido a ghiaccio libera 80 calorie;
2. mantenere l'uniformità di bagnatura di tutti gli organi in vegetazione per evitare rischi di concentrazione di ghiaccio su parti differenti fra loro;
3. bagnare quasi continuamente la pianta e quindi mantenere entro l'intervallo di 1 minuto la rotazione degli irrigatori, meglio ancora entro i 30-40 secondi;
4. utilizzare un tipo pioggia diffusa (acqua allo stato di pioggerella), ma non nebulizzata;
5. **in base alle esperienze realizzate, la quantità di acqua deve essere pari, almeno, a 4,0 - 4,5 mm/ora**, in particolare per l'actinidia; la pressione all'ugello è correlata alle caratteristiche del tipo impiegato, **comunque fra 3,0 - 3,5 atmosfere (atm), in relazione alle tabelle di funzionamento;**

6. **non bisogna attivare il sistema in presenza di vento o di brezza** che disturbi l'obiettivo della bagnatura uniforme e continua degli organi in vegetazione. Anche perché la brezza o vento, oltre a spostare la pioggia, assorbe calore dell'ambiente;
7. bagnare uniformemente e con quantità un poco più consistenti la parte di bordo degli appezzamenti perché l'azione di congelamento dell'acqua attira aria fredda esterna all'appezzamento verso di sé.
8. **La protezione della parte bagnata, in condizioni ottimali d'impianto e d'uso, permette di sopperire a temperature minime scese a minime di - 7/8 °C.** Fatto salvo che la parte vegetale non sia già in stato di discreto accrescimento, come nel caso dei germogli di actinidia, per cui esista il rischio di formazione di troppo ghiaccio sui germogli.
9. L'acqua distribuita ha come effetto aggiunto anche quello di aumentare l'umidità ambientale del campo.
10. La pianta bagnata aumenta la sua sensibilità al freddo e quindi occorre fare attenzione ad eventuali nottate successive, a rischio gelata, dopo la prima. La pianta potrebbe essere già stata bagnata da pioggia meteorica anche prima della prima notte di gelata.

Per una gestione corretta dell'impianto e del sistema:

1. occorre **far partire l'impianto con una temperatura non inferiore a +0,5 °C** (misurata dal termometro bagnato);
2. è necessario **fermare l'irrorazione quando la temperatura è sopra gli 0 °C (1-2 gradi °C, termometro asciutto esterno all'appezzamento)** o dopo il sorgere del sole (in presenza di ghiaccio occorre attendere che si sciogla almeno per il 75 - 80%, specialmente su actinidia);
3. è opportuno fare attenzione alla maggior perdita di calore al sorgere del sole causata dall'evaporazione del ghiaccio formato in superficie, quindi aver puntato alla massima uniformità di bagnatura del frutteto;
4. bisogna porre la **massima attenzione all'inizio dell'irrigazione nelle notti successive alla prima** perché la vegetazione bagnata nelle notti precedenti è più sensibile al freddo rispetto a quella asciutta;
5. **non si deve azionare l'impianto con velocità del vento superiore a 3-4 mt/sec;**
6. è necessario curare il drenaggio del suolo per velocizzare la dispersione superficiale e la percolazione dell'acqua dopo lo scongelamento e ridurre quindi al minimo il rischio di successivi danni da asfissia radicale;
7. curare le parti dinamiche dell'impianto, in particolare per quelli che hanno in azioni motopompe a gasolio/benzina o pompe elettriche. Per **evitare le interruzioni di funzionamento che provocherebbero danni peggiori.**
8. Porre attenzione alla dimensione dello strato di ghiaccio che via via si forma, soprattutto su piante in avanzata formazione germogli, perché il peso del ghiaccio può romperli.

ACQUA, SOTTO FORMA DI PIOGGIA SOTTOCHIOMA

Fonda i suoi presupposti sul principio che bagnando la superficie sotto la pianta (da mantenere preferibilmente inerbita e magari con i residui di potatura per aumentare le aree di bagnatura dell'acqua) **il congelamento dell'acqua libera calore nell'aria circostante che alzerà la temperatura della stessa fino a riportarla verso 0 °C, con differente gradiente verso l'alto.** Cessione di 80 calorie a grammo di acqua, nel passaggio dalla fase liquida a quella solida.



Fig. 4. Impianto a pioggia sottochioma

La fase di gestione è molto meno delicata di quella della pioggia soprachioma e anche se l'impianto dovesse funzionare in modo irregolare per qualche ragione tecnica e/o di impiantistica, questo metodo non peggiora la situazione rispetto a quella di un testimone, questo perché il sistema non bagna le parti vegetanti delle piante.

Si deve garantire che il calore sviluppato porti la temperatura dell'ambiente ad un valore maggiore rispetto a quello che crea danno a quella specie in quella precisa fase fenologica, per esempio: se il pesco in fioritura resiste ad una temperatura minima di -2,5 °C, è necessario che l'impianto sottochioma sviluppi una quantità di calore che mantenga la temperatura sopra quel valore.

In caso di gelata per "avvezione" o "mista" si può determinare qualche difficoltà di risalita del calore verso l'alto, a causa della contrastante discesa verso il basso dell'aria fredda degli strati più alti. È quindi possibile che **la protezione diminuisca dal basso verso l'alto con intensità più o meno elevata (si veda grafico a fianco).** Attenzione: una leggera brezza può spostare la massa di aria calda che si è formata, dall'intero all'esterno dell'appezzamento in protezione (1,5 - 2,0 mt/sec);

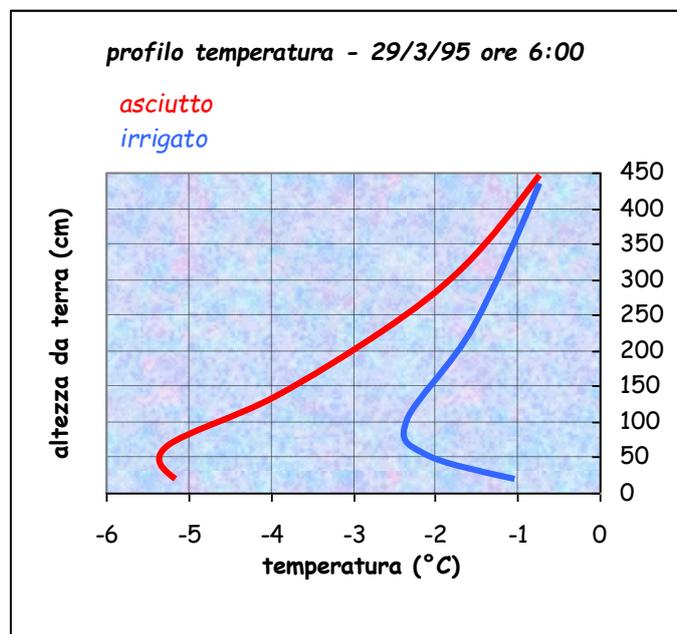


Fig. 5. Variazione del profilo delle temperature per effetto dell'irrigazione antibrina sottochioma, rispetto alla zona non protetta.

I fondamenti del metodo sottochioma sono i seguenti:

1. formare sul suolo la maggior quantità di ghiaccio possibile, senza dispersione di acqua non gelata per drenaggio o scorrimento superficiale, onde sviluppare nell'ambiente tutte le calorie possibili;
2. **evitare la nebulizzazione**, perché l'acqua nebulizzata tende ad evaporare per compensare la mancanza di umidità atmosferica e in questo modo sottrae calore all'ambiente invece di cederlo.
3. più elevata è la superficie di bagnatura sul suolo e maggiore è la quantità di ghiaccio formato (di conseguenza è maggiore lo sviluppo di calore). In questo caso è **più funzionale un inerbimento non sfalcato** rispetto ad un terreno nudo, magari in presenza dei tagli di potatura;
4. il calore che si forma cerca di salire verso l'alto e **l'effetto di aumento di temperatura è massimo nei primi metri in altezza del frutteto/vigneto**, con valori di recupero intorno a 2-3 °C. Per cui se la minima che si raggiunge verso l'alba è inferiore ai -4,5/5,0 °C, l'efficienza del sistema può essere in parte inferiore a quella della pioggia soprachioma;
5. con carenza d'acqua alla fonte o bassa portata oraria dell'impianto si può prevedere il funzionamento dell'impianto a settori, ma occorre una certa sicurezza che comunque la quantità di calorie immessa nell'ambiente mantiene la temperatura al di sopra del limite di sensibilità della fase fenologica in atto. Ultime esperienze sconsigliano di usare questa modalità perché nella fase di sosta di parte del sistema potrebbe formarsi ghiaccio negli irrigatori fermi o nelle condotte.
6. **La "nebulizzazione" del frutteto/vigneto, per aumentare l'umidità ambientale a fini di una riduzione dell'abbassamento termico notturno**, è un altro concetto di difesa antibrina. In pratica prevede di aumentare l'umidità ambientale, cosa non facile e spesso non sufficiente se le minime notturne vanno ampliamento sotto i zero gradi centigradi. Fenomeni di funzione antibrina in tal senso sono stati visti nelle aree prospicienti il Canale Emiliano Romagnolo (pieno di acqua), grazie all'evaporazione di acqua dalla sua superficie che generalmente si trova a diversi gradi sopra lo zero, nel periodo gelate tardive. L'impianto che determina nebulizzazione dell'acqua può essere funzionale all'effetto antibrina quando l'umidità dell'aria è già discreta (in questo caso però ci sono già implicitamente meno rischi di gelata) e quando l'impianto, fatto partire con discreto anticipo rispetto all'abbassamento termico (+2/+3 °C), riesce ad alzare anticipatamente l'umidità dell'aria del frutteto e a mantenerla tale per tutto il periodo dell'evento. Modalità più complessa da gestire e quindi consigliato con riserva nelle nostre aree;

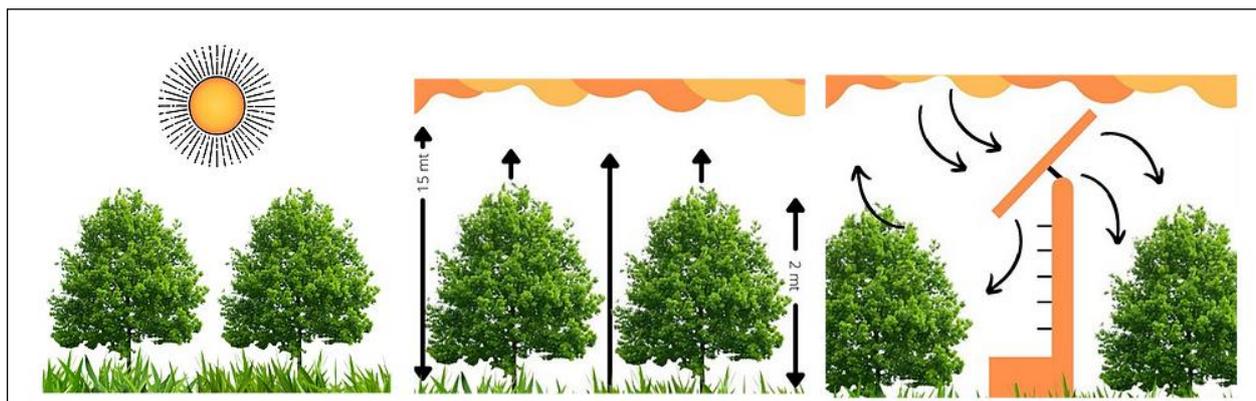
Per una gestione corretta dell'impianto e del sistema:

1. **messa in funzione dell'impianto quando ci sono le condizioni perché l'acqua geli, quindi con la temperatura del termometro asciutto poco sopra a 0 °C (0,1 - 0,2 °C)**; in condizioni di ambiente predisposto a gelata notturna, il termometro a bulbo bagnato rileva già, in confronto a quello a bulbo asciutto, temperature inferiori; ma è quello asciutto che indica il prossimo momento di inizio congelamento dell'acqua distribuita sul suolo.
2. è necessario bagnare tutta la superficie possibile del frutteto, quindi è meglio sistemare i minirrigatori su tutte le file;
3. occorre utilizzare un tipo di pioggia diffusa (acqua allo stato di pioggerella), ma non nebulizzata;
4. sulla base dell'esperienza già acquisita, **la quantità di acqua deve essere pari ad almeno 2,0 - 2,5 mm/ora**; non è necessario alzare troppo la quantità perché comunque l'acqua deve gelare per svolgere calore e non percolare nel terreno se in esubero. Meno se ne disperde è meglio è.
5. il sesto di montaggio degli irrigatori deve variare in funzione della gittata, della pressione, della portata e del tipo di gocce. Possibilmente per bagnare l'intera superficie sottesa. Mantenendo uniformità di bagnatura (in quantità e modalità) sull'intero appezzamento sotto difesa.

6. **l'impianto deve rimanere in funzione fino a che la temperatura esterna non risale sopra gli 0°C**, anche di poco, del termometro asciutto; infatti oltre, l'acqua distribuita non gela più;
7. controllare il corretto funzionamento dei mini irrigatori, per non rischiare, dovessero per qualche ragione, smettere di funzionare causa ghiacciamento. Magari per pressione di funzionamento troppo bassa;
8. attenzione ad un **controllo meticoloso del sistema filtrante** di cui sono dotati questi impianti, perché in certe condizioni di "acqua sporca" in passaggio o accumulo del filtrato, si può avere congelamento negli stessi e/o nelle condotte del sistema.

TORRI A VENTO, CON FUNZIONE 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 accentuato di quello degli strati superiori**, per effetto della discesa e compressione degli strati d'aria freddi, più pesanti. La capacità dei ventilatori antibrina di aumentare la temperatura nel frutteto dipende da diversi fattori, ma si può considerare 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, dalle esperienze acquisite ad oggi risulta che non conviene avviare i ventilatori.



A) Durante il giorno

B) La gelata notturna

C) L'effetto del ventilatore

Figura 6 - Schema di funzionamento del ventilatore antibrina (fonte: AID, 2021).

Quando si avvia il ventilatore si può indurre una rapida evaporazione sulla superficie della vegetazione e provocare una gelata per evaporazione. Più è secca l'aria, maggiore è il rischio di evaporazione dell'acqua dalla superficie della nuova vegetazione (foglie, fiori, frutticini), con ulteriore abbassamento della temperatura degli organi vegetali. In queste condizioni, **per evitare possibili danni alla partenza della ventilazione si consiglia di avviare il ventilatore quando il termometro bagnato indica valori di 3-4 °C al di sopra della soglia considerata critica per la coltura (si veda tabella in Allegato). Data la facilità con cui si può avviare il ventilatore 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 6-7 metri/sec (soprattutto con gelate per "avvezione" o "miste"). Il ventilatore verrà fermato quando la temperatura, rilevata su un termometro bagnato, posto fuori dalla zona protetta, raggiunge valori positivi.

In base alle esperienze acquisite fino ad oggi occorrono due condizioni importanti per favorirne l'efficacia: aria calda in alto da riportare in basso e abbassamento termico non troppo forte e lungo. Caso soprattutto delle "gelate per irraggiamento".

In fase di predisposizione valutare il possibile l'impatto ambientale dovuto al rumore, se le ventole sono azionate da motori endotermici.

Per una gestione corretta dell'impianto e del sistema:

1. **Disposizione dei ventilatori:** in base al disegno del frutteto e alla direzione di un'eventuale brezza in corso durante la nottata. In generale n. 1 ogni 2,5-3,0 ettari. Questi sono consigli proposti da costruttori e utilizzatori esteri e anche italiani. Diversi costruttori indicano valori anche più alti di superficie protetta per un ventilatore. Dipende dalle modalità costruttive della macchina e delle ventole. Da ricordare però che ogni manifestazione di gelata primaverile è fine a sé stessa per caratteristiche fisico/climatiche e può essere di modalità ed intensità diversa da zona a zona.
2. **Azionamento: con temperatura sopra i 0 °C (0,5 - 1,5 °C) misurata a 1 metro da terra, dal termometro bagnato. Consiglio: 3 - 4 °C sopra la soglia critica della fase fenologica in corso.**
3. Non azionare quando il vento supera i 6-7 metri/sec perché l'aria è già in rimescolamento.
4. **Fermare quando la temperatura fuori area coperta ritorna sopra i 0 °C (termometro bagnato, posto dentro o fuori l'area protetta).**
5. Risultati in Emilia-Romagna e per impiego su actinidia. È stato verificato in vari anni un recupero di 1,2 - 2,1 °C a partire da minime variabili fra - 3, - 4 °C in differenti fasi fenologiche: gemma gonfia, gemma rotta, germoglio a 5 cm o 10 cm.
6. In presenza di gelate di tipo "avvezione" e/o "miste" i risultati possono essere minori o in alcuni casi peggiorativi, se la ventola dovesse rimescolare aria fredda in alto e portarla poi anche in basso.

"CANDELE", A PARAFFINA O PELLET LEGNA, GENERATORI DI CALORE IN FUNZIONE ANTIBRINA

Le "candele", chiamate anche "bugie" dalla nomenclatura francese, sono contenitori in metallo (bidoni) che bruciano paraffina (tipi più usati sono da 5 - 10 Kg) oppure pellets di legna. **Vanno disposti sull'appezzamento in modo regolare, in misura di 300-500 ad ettaro e la funzione è semplicemente quella di generare calore dalla combustione del comburente che si espande all'intorno alzando la temperatura per tenerla intorno o sopra i 0° C;** un "bidone" di paraffina da 10 Kg può funzionare 2-3 notti, in relazione al numero di ore di attività.



Fig. 7. Candele calorifere

Per cercare la maggior efficienza economica del sistema si possono "accendere" i bidoni a **gruppi di 100 alla volta**, sempre coprendo omogeneamente l'intera superficie da proteggere, **a partire dalla sera in cui la temperatura si avvicina a 0°C e continuando nella notte fino ai 300-400 per ettaro**, in funzione del controllo e verifica degli abbassamenti di temperatura all'esterno del campo e del mantenimento sopra i 0 °C all'interno. Inizio accensione con temperature di 2-3 °C sopra zero del termometro bagnato. Le candele si spengono quando la temperatura del termometro asciutto (esterno al frutteto/vigneto) torna sopra i 0 °C.

I costi del sistema, materiali e impegno manodopera, sono importanti e vanno quindi preventivamente calcolati con il proprio tecnico e/o fornitore.

BRUCIATORI/FROSTBUSTER (DIFFUSORI DI CALORE IN MOVIMENTO) O DIFFUSORI DI VAPORE CALDO A LIVELLO DEL SUOLO

In generale il bruciatore è alimentato a gpl (gas propano liquido) o a materiale solido (balle di legno di risulta) soprattutto quelli che producono vapore tramite caldaia, da diffondere in ambiente, trainati dal trattore o dotati di mezzo motore indipendente. **La funzione è quella di diffondere il calore generato dal bruciatore nell'ambiente da proteggere, oppure diffondere vapore caldo, come barriera protettiva, muovendosi continuamente fra filari del frutteto/vigneto. Quindi mantenendo la temperatura dell'ambiente possibilmente intorno ai 0° C.** Si inizia a girare nel frutteto/vigneto quando la temperatura ambiente è ancora sopra i 0 °C e si continua fino a che cessa il pericolo dell'abbassamento sotto lo zero. **Nel caso dei "bruciatori" che emettono calore occorre tornare il più frequentemente possibile su ogni punto "in riscaldamento" dell'apezzamento, per cui se la velocità è intorno ai 6-7 km ora, si torna sullo stesso punto ogni 25 minuti, se la superficie è di un ettaro.** Bisogna, possibilmente, tornare sul punto precedente, anche solo in 8-12 minuti- Nel caso dei diffusori di vapore acqueo che deve costituire una "barriera" protettiva all'abbassamento termico nelle parti basse del frutteto/vigneto, la superficie coperta da una macchina è dichiarata maggiore dai costruttori, ma servono ancora osservazioni sul campo del metodo. La presenza di termometri in vari punti dell'apezzamento gestito, per verificare l'andamento della temperatura (altezza: 60-100 cm da terra) è funzionale alla gestione. Anche in questo caso, come per le torri a vento occorre fare attenzione ai rumori di disturbo alla quiete pubblica, generati dal sistema in movimento durante la notte.

PROTEZIONE CON LE RETI ANTIGRANDINE TRADIZIONALI

Ovviamente **aperte, in generale è stato verificato un recupero di 1,0-1,3 °C sotto le stesse, ma questo valore dipende dal tipo di gelata (intensità e modalità, durata).** Con eventi meteo predisponenti alla gelata, mantengono un grado di umidità maggiore all'interno del frutteto/vigneto che riduce in parte l'abbassamento termico.

PROTEZIONE CON LE RETI ANTIPIOGGIA

Vale quanto detto in relazione alle reti antigrandine, con **ulteriore vantaggio sul mantenimento di un certo ambiente umido** interno nel frutteto/vigneto, che mitiga la caduta di temperatura. L'efficacia però è da verificare in relazione alla modalità (intensità, durata) della gelata.

INTERVENTI ALLE COLTURE

Per tutti quei mezzi/metodi, molto "estemporanei" (ritardanti della ripresa vegetativa, protettivi della vegetazione, ecc.), **non ci sono ancora significativi risultati positivi (con riscontri oggettivi confrontabili) degni di consigliarne lo sviluppo su ampia scala e di facile applicazione.** Anche se nascono da valutazioni scientifiche che si possono considerare funzionali, soprattutto per ridar vigore alla pianta nel post fenomeno gelata che abbia determinato danni parziali, alle verifiche svolte fino ad oggi si è visto di tutto, ma senza correlazione positive tali da definire una linea tecnica possibile.

ALLEGATI:

1. Tabella orientativa delle temperature critiche delle principali piante da frutto- Snyder at al., 2005

SPECIE	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
	Allegagione	- 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
	Scamiciatura	- 2,5 °C	- 3,9 °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 °C
	Piena fioritura	- 3,1 °C	- 6,0 °C
	Caduta petali	- 2,6 °C	- 4,3 °C

SPECIE	STADIO FENOLOGICO	10% DANNO	90% DANNO
Pero	Apertura gemme	- 8,6 °C	- 17,7 °C
	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 petali	- 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
Vite	Allegagione	- 1,9 °C	- 3,0 °C
	Gemma cotonosa	- 10,6 °C	- 19,4 °C
	Punta verde	- 6,1 °C	- 12,2 °C
	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
Actinidia	Quarta foglia	- 2,2 °C	- 2,8 °C
	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

2. Tabella riepilogativa delle modalità di funzionamento consigliate per i vari sistemi

Sulla base delle informazioni raccolte, confrontando le diverse esperienze riscontrate sul territorio dell'Emilia-Romagna, pur considerando la particolarità del fenomeno gelate, qui si riassumono le modalità di inizio/fine attivazione degli impianti sopra illustrati.

METODO DI DIFESA	QUANDO ATTIVARE (T° in °C)	TERMOMETRO A BULBO ASCIUTTO/BAGNATO	QUANDO INTERROMPERE (T° in °C)	TERMOMETRO A BULBO ASCIUTTO/BAGNATO
Acqua a pioggia soprachioma	0,5	Bagnato	1,0-2,0	Asciutto
Acqua a pioggia sottochioma	0,1-0,2	Asciutto	0,2-0,3	Asciutto
ventole	0,5-1,5 oppure (3,0-4,0 sopra soglia critica fase fenologica)	Bagnato	0,1-0,5	Bagnato
		Bagnato	0,1-0,5	Bagnato
Candele per calore ambientale	2-3	Bagnato	0,1-0,5	Asciutto
Brucciatori in movimento per calore ambientale	2-3	Bagnato	0,1-0,5	Asciutto

Note importanti:

- L'allerta rischio gelata va messo a fuoco soprattutto la sera precedente l'ipotesi del verificarsi del fenomeno, **seguendo gli "alert" (esempio, quello dell'Arpae Emilia Romagna, al sito <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/previsioni-meteo/previsioni-agrometeo/previsioni-gelate-tardive>).**
Oppure **monitorando la differenza di temperatura** fra termometro a bulbo bagnato e termometro a bulbo asciutto, dalla scomparsa del sole (circa dalle 18.00, orario solare) a seguire per 3-4 ore. Se la differenza aumenta, via via, di 2-3-4-5 °C significa che con cielo sereno e assenza di vento, l'umidità dell'aria è in forte diminuzione e quindi aumenta il rischio di gelata notturna.
- I sistemi di difesa, **basati sull'impiego dell'acqua, vanno azionati in assenza di vento**, in particolare il soprachioma.
- Per i sistemi con distribuzione **dell'acqua sottochioma, controllare attentamente la pulizia continua dei filtri**, onde evitare blocco del funzionamento regolare del sistema.
- Se la gelata prevista è assimilabile ad una per **avvezione o mista, occorre fare attenzione all'efficacia delle ventole**, perché le stesse potrebbero portare in basso ulteriore aria fredda che si trova in alto al posto della presupposta aria più calda.

3. Note informative aggiuntive:

- Il **tipo di suolo e le modalità di conduzione** sono elementi importanti:
 - un suolo inerbito accumula minor calore di un suolo non inerbito e quindi si raffredda maggiormente,
 - si accumula maggior calore in un suolo non inerbito ma ben strutturato rispetto ad un suolo non inerbito e lavorato di recente,
 - si accumula maggior calore in un suolo non inerbito ma ben strutturato rispetto ad un suolo inerbito ma tagliato raso,
 - un suolo irrigato (comunque ricco di acqua) accumula maggior quantità di calore di un suolo asciutto.
- Un **fiume, un lago, un canale, un centro abitato** liberano calore.
- Un **frangivento** riduce l'intensità del raffreddamento: l'acqua si condensa sul frangivento e assorbe le onde di infrarosso delle piante e del suolo determinando un effetto serra locale; il raffreddamento però continua nella parte alta sopra il frangivento.
- Sui **pendii collinari**, il suolo inerbito rallenta la discesa verso il basso delle correnti fredde.
- Il **livello di danno** è correlato alle minime raggiunte, al tempo di permanenza sotto i 0 °C, alla sensibilità della fase fenologica in atto e al numero di giorni nei quali si ripete e prolunga il fenomeno.
- Il fenomeno **“gelata tardiva” non è generalmente omogeneo su ampio territorio**; dipende dalla sua intensità (origine, temperatura minima raggiunta, durata), dalla fase fenologica della coltura in quell'ambiente, dall'altezza dei terreni rispetto al livello del mare. In Emilia-Romagna ci sono aree più predisposte di altre, perché i fenomeni sono di solito più intensi e frequenti, in buona parte in relazione alla posizione di accumulo delle correnti fredde di quelle aree e/o alla loro altezza sul livello del mare (per esempio: le aree della zona pianeggiante del comune di Spilamberto e del comune di Faenza).