

IL PROBLEMA DELLE GELATE IN AGRICOLTURA NEL MONDO E IN ITALIA

THE PROBLEM OF AGRICULTURAL FROSTS IN THE WORLD AND IN ITALY

Franco Zinoni

Arpa, Bologna, Via Po 6, tel. 0516223800, e-mail: fzinoni@arpa.emr.it

Received 15/03/2008 – Accepted 28/5/2008

Riassunto

Le gelate costituiscono una delle principali calamità per l'agricoltura mondiale. La loro incidenza è diversa come intensità, periodo di ritorno e periodo della stagione in cui manifestano il loro effetto sulle coltivazioni. Nelle zone a clima temperato e in particolari situazioni nell'area sub-tropicale sono colpiti gli agrumi e altre produzioni tipiche invernali; alle medie latitudini e nei climi più continentali il loro effetto si avverte principalmente in primavera, alla ripresa del ciclo vegetativo. In Italia si è registrato nell'ultimo decennio un incremento delle gelate primaverili, principalmente nell'area padana, con manifestazioni, anche intense, che saltuariamente hanno interessato tutta la penisola, nonostante il cambiamento climatico stia determinando un generale aumento delle temperature.

Questa apparente contraddizione ha determinato un interesse ad approfondire gli aspetti legati alla fisica delle gelate e allo sviluppo di nuove iniziative per migliorare la previsione e l'efficacia dei sistemi di difesa. Non vi è dubbio che gli eventi osservati in questi ultimi anni costituiscono momenti di forte rischio per le produzioni locali, contro i quali comunque è possibile intervenire efficacemente come dimostrato dalle ricerche appena concluse.

Parole chiave: gelate, agricoltura, danni

Abstract

Frosts are among the worst agricultural calamities. Their intensity, frequency and season of appearance change with site and time. In temperate climate regions and in particular in sub-tropical areas citrus and other winter crops are the most sensitive to frost, instead at middle latitudes and in continental climates, spring is a sensitive period, when fruit trees are in early and full blossom.

We observed an increase of spring frost in Italy during the last decade, mainly in the Po valley, but occasionally with strong effects throughout the country. The increased damages are in contrast with the positive temperature trend of the last two decades.

The apparent contradiction between temperature trends and increase in frost damage gave a new impulse to study physical aspects of frost and to improve forecast and protection methods.

The response to frost increase in the last decade comes from some regional and national experiences during which effective protection technologies were investigated, aiming to minimize production losses.

Keywords: frosts, agriculture, damages

Aspetti generali delle gelate

La gelata è un termine che viene utilizzato comunemente per indicare temperature molto basse che possono arrecare fastidio anche intenso alle persone e danni alla vegetazione, in modo particolare in alcune fasi del loro sviluppo: i danni sono di norma tanto maggiori quanto maggiore è l'intensità e durata della gelata.

Non esiste di fatto una definizione unica e condivisa del termine gelata: in meteorologia si intende l'abbassamento della temperatura al di sotto di 0 °C, che si può suddividere in gelata bianca (con formazione di brina) e gelata scura senza manifestazioni visive (assenza di brina); in agronomia la gelata indica l'abbassamento della temperatura a valori inferiori a 0 °C con danni alla vegetazione (Bagdonas *et al.*, 1978; AAVV., 1998; Zinoni *et al.*, 2000; Snyder e Abreu, 2005).

Le gelate si dividono in tardive (fine inverno con danni alle piante in fase di ripresa vegetativa), precoci (nel tar-

do autunno, con danni alle produzioni tardive) e invernali (con danni alle produzioni invernali e alle piante a riposo nel caso di intensità eccezionali), in relazione al periodo in cui si verificano, e in gelate per avvezione, per irriggiamento, per evaporazione, a seconda del fenomeno meteorologico che le causa (AAVV., 1998; Zinoni *et al.*, 2000; Snyder e Abreu, 2005).

Nel corso dei secoli la selezione naturale e l'agricoltura hanno di fatto determinato un adattamento delle specie naturali e coltivate alle caratteristiche meteorologiche delle diverse aree climatiche presenti nel mondo, un equilibrio che ha un suo margine di rischio, fino a poco tempo fa legato alle situazioni climatiche eccezionali, con tempi di ritorno di 10 - 20 anni. Negli ultimi decenni questo rischio si è fortemente modificato a seguito di due fattori principali: il cambiamento climatico in atto e la risposta agronomica alla domanda del mercato.

Il cambiamento climatico ha determinato in diverse aree del globo un incremento delle temperature riducendo il numero di giorni con gelo e quindi una diminuzione delle gelate nel loro complesso. Dall'altro lato però un incremento delle temperature invernali porta ad un anticipo della ripresa vegetativa che per alcuni tipi di colture si traduce in un incremento del rischio (IPCC, 2001), ma soprattutto non è detto che la tendenza nei prossimi anni sia lineare rispetto a quanto atteso fra 50 anni.

La tendenza dei mercati e la ricerca di incrementi di reddito rispetto alla produzione tradizionale ha determinato una variazione degli areali di coltivazione delle specie agrarie di particolare interesse economico (Kiwi, frutti tropicali, ecc.) e l'introduzione di cultivar sempre più precoci in grado di anticipare le richieste del mercato (Zinoni *et al.*, 2000), a volte anche a prescindere dal rischio climatico.

Le gelate nel mondo

A livello mondiale i danni in agricoltura determinati dalle gelate costituiscono le principali cause di perdita di reddito per le aziende agricole (Snyder, 2005). Negli anni '70 le gelate costituivano negli USA la principale causa di danno provocato in agricoltura dalle avversità meteoriche (White and Hass, 1975) determinando una spinta notevole verso la ricerca di sistemi efficaci per la riduzione del danno. Le aree più interessate da questa calamità sono situate alle medie latitudini, fino a spingersi alle aree prossime ai tropici in altopiani a quote via via maggiori con la diminuzione della latitudine. I danni maggiori sono provocati dalle gelate per irraggiamento, sia nel periodo invernale che nei casi di gelate tardive, che per la loro caratteristica si prestano per essere contrastate e in parte limitate nei danni utilizzando apposite tecniche di difesa (Snyder, 2005). Esperienze attive per quanto riguarda la messa a punto e l'impiego di sistemi e tecniche finalizzati a ridurre i danni delle gelate sono attualmente operativi in diverse parti del mondo, tra gli stati più attivi si segnalano: USA (in particolare nella California), Messico, Argentina, Cile, Uruguay, Zimbabwe, Sud Africa, Spagna, Francia, Italia, Grecia, Cipro, Turchia, Giordania (Snyder, 2005).

La difesa è normalmente articolata in sistemi di previsione e allerta sempre di più basati su previsioni fornite dai servizi meteorologici nazionali o locali, e da sistemi di difesa basati su tecniche diverse a seconda del livello di protezione e di rischio specifico in funzione della zona e della coltura da proteggere, della normativa vigente, del costo di installazione e gestione dei vari sistemi, della disponibilità o meno di acqua.

I principali metodi di difesa si basano sui seguenti sistemi (Snyder, 2005):

Irrigazione

1. Irrigazione soprachioma, con tecniche sempre più mirate alla distribuzione dell'acqua sulla vegetazione da proteggere e alla riduzione dei volumi aspersi, con portate che variano da $6 - 7 \text{ l m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ nei metodi tradizionali, a $3 - 3.5 \text{ l m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ nell'irrigazione localizzata sulla fila;

2. Irrigazione al suolo, che può essere effettuata per scorrimento o sommersione, con portate superiori all'irrigazione soprachioma;

3. Microirrigazione sottochioma, con portate che si possono ridurre a $1/2 - 1/3$ rispetto al soprachioma.

Combustione – la tecnologia ha portato alla messa a punto di diverse soluzioni operative che riguardano diversi combustibili, bruciatori, stufe e pani di cera, tecniche di gestione dinamiche che considerano l'intensità della gelata, la sensibilità e la redditività della coltura.

Ventilatori – Dai ventilatori tradizionali ad asse orizzontale, che hanno raggiunto potenze e aree protette doppie rispetto al decennio passato, a ventilatori ad asse verticale di modeste dimensioni e costi di investimento contenuti. Un caso particolare riguarda l'uso dell'elicottero che si caratterizza per elevata efficacia ed efficienza ma che trova in molti casi ostacoli nell'impiego a causa della normativa vigente.

Nel continente europeo si è assistito ad una ripresa di interesse determinata dalle gelate degli ultimi anni del secolo scorso, un fenomeno che dopo le gelate invernali del 1985 non aveva più determinato particolari apprensioni, ma un rischio nel complesso ordinario con i quali l'agricoltura convive quotidianamente.

Nel 1997 le gelate primaverili hanno determinato danni ingenti in diverse aree agricole europee indotti dalla combinazione di elevate temperature invernali con un anticipo consistente della ripresa vegetativa e l'arrivo di area polare nella prima e nella seconda decade di aprile. In quell'occasione le gelate hanno assunto intensità e ritardi abbastanza inusuali, che hanno cambiato l'attenzione e l'approccio degli ultimi anni verso questo rischio climatico che sembrava superato secondo logica a seguito dell'incremento delle temperature determinato dal cambiamento climatico (AAVV, 1998, Zinoni *et al.*, 2000; AAVV., 2004).

Incidenza delle gelate in Italia

Le gelate in Italia costituiscono una calamità che interessa in modo più o meno continuo e più o meno intenso tutte le principali aree agricole, che nei vari periodi hanno cercato risposte tra loro diverse in relazione alle specifiche condizioni ambientali che le caratterizzano.

Le gelate invernali rappresentano un rischio per la sopravvivenza delle piante da frutto, dell'olivo e della vite nelle aree della Pianura Padana con frequenze di ritorno di 25 – 30 anni (AAVV, 1986), mentre nelle pianure della Sicilia le gelate invernali costituiscono un rischio per le produzioni invernali durante la fase di sviluppo e maturazione degli agrumi. Nel primo caso il danno è determinato da temperature di 20 – 30 °C sotto lo zero, e riguarda l'intero impianto; di norma nei nostri ambienti non si attuano interventi di protezione; il limite inferiore dell'intervallo si riferisce alla soglia di danno per piante da frutto, e rappresenta valori ben difficilmente misurabili nel contesto agroclimatico nazionale. Il rischio d'impresa rientra nella casistica dei rischi poco frequenti verso i quali l'agricoltore fa fronte con interventi economici propri e con il sostegno pubblico.

Nelle piane siciliane, dove il danno è meno drastico ma più frequente, esso è determinato da pochi gradi sotto lo

zero. Mutuando le esperienze realizzate in California, nel corso degli anni si è sviluppata la tecnica di difesa delle produzioni basata sull'uso dei ventilatori antibrina (Zinoni *et al.*, 2000).

Diversamente, nelle aree del nord Italia le produzioni sono condizionate dall'andamento climatico dell'inizio primavera e sono le gelate tardive che possono determinare danni consistenti sugli organi produttivi dell'anno (Mezzetti *et al.*, 1974).

I tempi di ritorno degli eventi di rischio sono più o meno frequenti per le diverse aree produttive (valle dell'Adige, pianura romagnola e pianura emiliana, valli e pianure piemontesi, ecc.) e le tecniche di difesa si sono sviluppate in relazione alle risorse disponibili, alle tipologie di produzione presenti, ai costi della difesa.

La difesa antibrina con irrigazione soprachioma attuata nel Trentino - Alto Adige rappresenta il sistema più consolidato, la cui estensione alle altre aree è stata in parte ostacolata dalla elevata disponibilità di acqua che richiede questo metodo, dalla presenza di specie che mal sopportano elevati carichi di ghiaccio e dai suoli argillosi della pianura padana (Zinoni *et al.*, 2000).

In Piemonte, nella provincia di Cuneo, accanto ai metodi antibrina per asperzione si è sviluppata recentemente la difesa basata sull'uso di ventilatori, con modelli di maggiore potenza rispetto ai tradizionali ventilatori, che coprono aree di 5 - 6 ettari per installazione, ma che presentano gli stessi presupposti, efficacia e rischi di intervento dei modelli tradizionali. Tali apparecchiature devono però essere usate con intelligenza e non devono essere applicate in presenza di gelate per avvezione.

In Emilia-Romagna la difesa ha mutuato le diverse esperienze, ma i rischi connessi alla difesa, determinati dalle caratteristiche ambientali e colturali dell'area, non hanno favorito lo sviluppo di una chiara strategia di difesa. Solo dopo le esperienze maturate a seguito delle gelate del 1997, che hanno portato alla messa a punto di un sistema di difesa basato sull'irrigazione antibrina sottochioma (Zinoni *et al.*, 2000; Anconelli *et al.*, 2002), con bassi volumi irrigui e ridotto rischio produttivo determinato da un eventuale uso improprio della difesa, si è osservato un significativo incremento della difesa a supporto delle produzioni frutticole dell'area. Gli eventi registrati nell'ultimo decennio sono stati di fatto la causa di questo nuovo impulso alla ricerca di soluzioni operative adeguate per la protezione delle colture nei diversi areali produttivi. Gli studi effettuati all'interno di alcuni progetti realizzati in ambiti regionali e nazionali (Disgelo, 99; Climagri, 2001; Gepri, 2002) hanno evidenziato che con cadenza quasi biennale si sono osservati in alcune aree sensibili a questo problema, abbassamenti termici tali da indurre danni significativi alle produzioni locali. Si tratta di fenomeni che sovente non vengono osservati utilizzando i dati delle stazioni che fanno parte delle reti meteorologiche proprio per la caratteristica degli eventi (di tipo radiativo) localizzati in aree spesso non monitorate e confinati nei primi 150 - 200 cm dal suolo. Ben diverso è l'esito e l'enfasi che sempre nell'ultima decade si sono avuti nel 1997, nel 1998 e nel 2003, anni in cui le gelate, per la loro intensità, la vastità delle aree interessate, e i danni osservati sulle produzioni agricole, hanno mostrato tutta la loro pericolosità nonostante la diversa attesa lega-

ta ai cambiamenti climatici, rilevati anche nei nostri ambienti con un aumento significativo delle temperature a partire dal 1985 (Maugeri *et al.*, 2005). In effetti l'incremento delle temperature può avere un duplice effetto: da un lato può determinare un possibile incremento del rischio indotto dall'anticipo del risveglio vegetativo delle piante, ma dall'altro dovrebbe ridurre l'intensità con cui le gelate si manifestano.

La realtà è stata ben diversa, e se nel 1997 gli ingenti danni sono stati attribuiti ad una situazione particolarmente sensibile delle piante con 2 eventi, il primo al termine della prima decade e il secondo al termine della seconda decade di aprile, che hanno interessato l'intero spettro delle produzioni frutticole dell'areale padano, con temperature non estremamente rigide ma con escursioni termiche molto elevate, nel 1998, nel 2002 e nel 2003 le temperature minime rilevate ad esempio in Emilia-Romagna e in Toscana nella terza decade di marzo e nella prima decade di aprile dimostrano che allo stato attuale, in queste aree, l'incremento medio delle temperature non riduce il rischio del verificarsi di temperature così basse.

Le elaborazioni effettuate da Cicogna (2003) relativamente ai dati delle temperature minime del 2003 (Fig. 1), quelle relative al rischio di gelate effettuate dal Servizio Idrometeo dell'Arpa Emilia-Romagna (AAVV, 2004) (Fig. 2) ed i notiziari meteorologici realizzati dal Centro Operativo Meteorologico dell'ERSA Toscana (ERSA Toscana, 2002; ERSA Toscana, 2003-Fig. 3), mostrano la classica distribuzione a macchie di leopardo, con le minime rilevate prevalentemente nelle aree più infossate e variazioni longitudinali dell'ordine di alcuni gradi centigradi in pochi chilometri (fino a 5 - 10 °C), a dimostrazione che in tutti questi casi le temperature minime si sono osservate a seguito di fenomeni radiativi.

I lavori condotti dal Servizio Idrometeo dell'Arpa Emilia-Romagna hanno evidenziato la presenza di avvezioni di aria fredda proveniente da Nord (normalmente Nord-Est) come elemento predisponente il successivo abbassamento a seguito del bilancio radiativo dei giorni seguenti.

Gli eventi più intensi sono riconducibili in Emilia-Romagna e in Toscana (temperature di -6 e -8 °C alla fine di marzo e nella prima decade di aprile) alle situazioni meteorologiche che hanno determinato nevicate sull'appennino a quote relativamente basse (600 - 800 m) e allo scivolamento notturno di masse d'aria fredda verso le aree pianeggianti a cui si è associato l'effetto radiativo tipico delle notti con bassa umidità e scarso rimescolamento dell'aria.

La componente prevalentemente radiativa degli eventi è inoltre confermata dal fatto che nonostante le temperature abbiano raggiunto valori decisamente critici per le piante, i sistemi di difesa attiva utilizzati in modo appropriato hanno manifestato durante questi eventi una buona efficacia, stimolando la loro progressiva diffusione.

Una corretta valutazione tecnica ed economica del rischio sotteso alle gelate tardive rappresenta un elemento fondamentale per la pianificazione aziendale nelle aree a rischio valutando la necessità o meno di dotarsi di impianti di difesa e di opportune precauzioni colturali (Snyder *et al.*, 2005), ma non meno importante è l'analisi

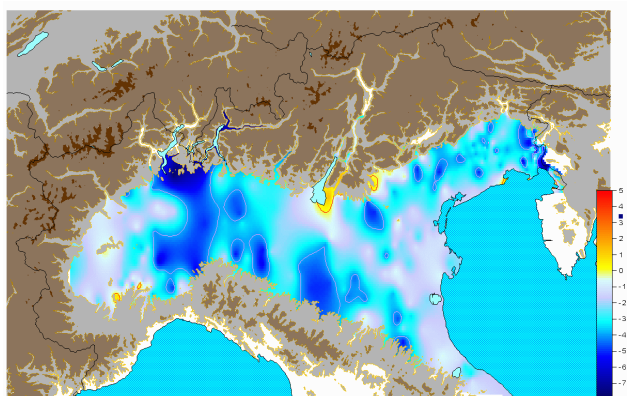


Fig. 1 - Temperature minime rilevate nella Pianura Padana in occasione della gelata dell'8 aprile 2003 (elaborazione A. Cicogna, CSA Friuli Venezia Giulia, Arpa-Smr, 2003).

Fig. 1 - Minimum temperature measured in the Po valley during the 8 April 2003 frost (elaboration by A. Cicogna, CSA Friuli Venezia-Giulia, Arpa-Smr, 2003).

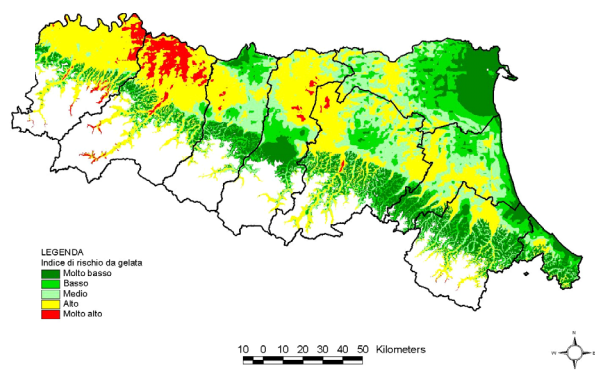


Fig. 2 - Indice di rischio climatico da gelate tardive elaborato per la regione Emilia-Romagna. (AAVV, 2004)

Fig. 2 - Climatic risk index for late frosts in the Emilia-Romagna area (AAVV, 2004)

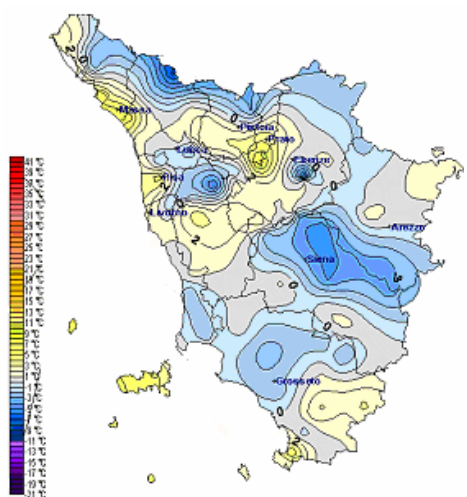


Fig. 3 - Temperature minime rilevate in Toscana in occasione della gelata del 25 marzo 2002 (notiziario meteorologico, ERSA Toscana - Centro operativo meteorologico, Pisa, aprile 2002)

Fig. 3 - Minimum temperature measured in Tuscany during the 25 march 2002 frost (Meteorological newsletter, ERSA Tuscany - meteorological operational centre, Pisa, April 2002)

del rischio in ambito territoriale e regionale con l'intento di definire adeguate strategie di supporto delle amministrazioni alla produzione locale (Zinoni, 2005).

Bibliografia

AAVV, 1986. I danni da gelo alle colture fruttiviticole nell'inverno 1985. Ministero Agricoltura e Foreste. Società orticola Italiana, numero speciale Rivista Frutticoltura, 8: 80 pp.

AAVV, 2004. Previsione e difesa dalle gelate tardive. Notiziario Tecnico N. 70, CRPV, Diegaro di Cesena. 111 pp.

AAVV., 1998. Gel de printemps, protection des vergers. Ctjfl, 151 pp.

Anconelli S., O. Faccini, V. Marletto, A. Pitacco, F. Rossi, F. Zinoni, 2002. Micrometeorological test of microsprinklers for frost protection of fruit orchards in Northern Italy. Chemistry and Physics of the Earth, 27: 1103-1107.

Arpa-Smr, 2003. Gelate tardive in Emilia-Romagna. Quaderno tecnico, Arpa-Smr, N° 14/2003.

Bagdonas A., J.C. Georg, J.F. Gerber, 1978. Techniques of frost prediction and methods of frost and cold protection. World Meteorological Organisation, Technical Note N. 487, 160 pp.

Borin M., G. Tridello, A. Barbi, 2003. Studio delle gelate tardive e precoci verificatesi nella pianura veneta nel periodo 1992 - 2001. Atti convegno del convegno "Le sfide dell'agrometeorologia". Bologna 29 - 30 maggio 2003.

CLIMAGRI, 2001. CLIMAGRI: cambiamenti climatici e agricoltura. Progetto di ricerca triennale, UCEA, Roma, 01 - 05.

Disgelo, 1999. Studio del rischio climatico da gelate tardive in Emilia Romagna e sviluppo di strumenti per la programmazione la previsione e la difesa. Progetto di ricerca quadriennale, SIM-ArpaER, Bologna, 99-03. DGR. Emilia-Romagna N° 1626/99.

ERSA Toscana, 2002. Notiziario meteorologico: gelate tardive 24 - 26 marzo 2002.

ERSA Toscana, 2003. Notiziario meteorologico: rapporto sulla gelata del periodo 6 - 9 aprile 2003.

GEPRI, 2002. Le gelate primaverili in Trentino: climatologia, caratterizzazione micrometeorologica e modellistica applicata. Progetto di ricerca triennale, IASMA, S. Michele Adige, 2002 - 2006. Provincia di Trento DG N° 1159/2002.

IPCC, 2001. Third assessment report - Climate Change 2001, the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change, IPCC/WMO/UNEP.

Maugeri M., Brunetti M., Buffoni L., Lentini G., Mangianti F., Monti F., Nanni T., Pastorelli R, 2005. Variabilità e cambiamenti climatici in Italia nel corso degli ultimi due secoli documentati da serie storiche secolari omogeneizzate. Progetto CLIMAGRI, relazione 3° anno, UCEA, Roma.

Mezzetti A., G. Veronesi, 1974. Gelate in agricoltura: genesi, danni e difesa. Edagricole, Bologna, 1-48.

Snyder R.L., J.P. de M. Abreu, 2005. Frost Protection: fundamentals, practice and economics, vol. 1. Environmental and natural resources series, FAO, Rome, 223 pp.

Snyder R.L., J.P. de M. Abreu, S. Matulich, 2005. Frost Protection: fundamentals, practice and economics, vol. 2. Environmental and natural resources series, FAO, Rome, 223 pp.

White G.F., J.E. Haas, 1975. Assessment of research on natural hazards. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 487 pp.

Zinoni F., F. Rossi, A. Pitacco, A. Brunetti, 2000. Metodi di previsione e difesa dalle gelate tardive. Calderini edagricole, Bologna, 171 pp.

Zinoni F., 2005. Effetto delle modificazioni del clima sui rischi da gelate (invernali, precoci e tardive) e sul soddisfacimento in freddo delle specie coltivate. Progetto CLIMAGRI, relazione 3° anno, UCEA, Roma.