

www.fondazioneminoprio.it



DALLA TERRA UN FUTURO VERDE

La Fondazione / Fondazione Minoprio

© Carlo Silla

Convegno

AGROMETEOROLOGIA E GESTIONE DEI SISTEMI CULTURALI

12 novembre 2014 ore 9.00

**Palazzo Lombardia
Sala Marco Biagi
Ingresso N4
via Melchiorre Gioia 37, Milano**



Regione Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali
PSR 2007-2013 Direzione Generale Agricoltura

Riassunti degli interventi

AGROMETEOROLOGIA COME SERVIZIO: ATTUALITÀ ED ESPERIENZE PREGRESSE

Luigi Mariani, *Università degli Studi di Milano e Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura*

Secondo l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) i servizi meteorologici devono rispettare le normative stabilite in sede internazionale; più in particolare la guida WMO n. 134 individua struttura e funzioni di un servizio agrometeorologico indicandolo come "un sistema di processo che tratta variabili fisiche e biologiche con opportuni algoritmi di analisi e previsione allo scopo di realizzare prodotti utili all'utenza agricola e più in generale alla filiera agro-alimentare". Uno dei requisiti chiave di tale servizio è l'operatività, intendendo con tale termine la capacità di rispondere alle richieste dell'utenza in tempi e modi prestabiliti. A questa idea di operatività, che in definitiva ci viene dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, si è sempre ispirata l'azione del servizio agrometeorologico regionale della Lombardia, attivo dal 1987 al 2001. In tal senso occorre ricordare che la Lombardia fu fra le regioni capofila della "new wave" che negli anni '80 vide la nascita dei servizi agrometeorologici regionali nell'ambito degli Enti Regionali di Sviluppo Agricolo. L'atmosfera che si respirava allora era positiva e fattiva e culminò nel 1997 nella costituzione dell'Associazione Italiana di Agrometeorologia.

Poi il vento cambiò e tutto ciò che era meteorologia regionale dovette diventare "ambiente" e dunque Arpa. Anche in Lombardia il servizio passò da Ersal ad Arpa ove le cose sono proseguite in modo fattivo (per inciso lì lavorano parecchi colleghi che si sono fatti le ossa con me e con cui ho conservato un ottimo rapporto).

Quale morale trarre da questa vicenda? L'operatività è un valore fondante dei servizi meteorologici ed in Italia tale valore è incarnato a livello nazionale dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica e dal CRA/Cma ed a livello regionale lombardo dal servizio meteorologico regionale Arpa. A tali entità occorre a mio avviso fare riferimento per costruire il futuro, poiché depositarie di una cultura di servizio e perché possono offrirci basi di dati in tempo reale (pregresse, attuali e previste).

Ciò detto, occorre evidenziare che, rispetto allo schema fornitoci dal WMO, un servizio meteorologico operativo orientato all'agricoltura e più in generale alla filiera agro-alimentare debba a mio avviso mostrare un'elevata attenzione agli aspetti biologici ed agro-ecosistemici. Da questo punto di vista la nostra stella polare è il modello di pianta coltivata, perché ad oltre 50 anni dai pionieristici lavori di de Wit e Monteith non possiamo più permetterci il lusso di ignorare gli aspetti sistemici sottesi alle colture. Tale modello vede la radiazione solare come fonte di energia, la fotosintesi come processo che trasforma la radiazione in energia di legame chimico, una serie di limitazioni (termiche, idriche, nutrizionali, da malerbe e da parassiti e patogeni) da quantificare adeguatamente ed infine una serie di organi di accumulo in cui la produzione finale viene trasferita (foglie, fusto, radici, organi di riserva).

Un tale schema individua un preciso spazio d'azione per chi sa operare in campo con questi strumenti, e qui penso sia lecita l'ipotesi di mirare a giovani professionisti preparati cui vengano offerti strumenti (dati, modelli) idonei per poter operare e che siano al contempo dotati di una salda visione quantitativa del sistema agricolo e zootecnico.

AGROMETEOROLOGIA E PROSPETTIVE PER LA CONSULENZA IN AGRICOLTURA

Tommaso Maggiore, *già Prof. Ordinario di Agronomia Generale e Coltivazioni Erbacee, DISAA, Università degli Studi, Milano*

Dopo avere indicato i cambiamenti verificatesi e ancora in divenire nei sistemi colturali Lombardi, si mostrerà come questi, per essere il più possibile razionalmente impostati e condotti, debbano essere gestiti da specialisti in grado di erogare consulenza puntuale e di sistema.

Fra gli strumenti per effettuare una puntuale consulenza un servizio agrometeorologico è indispensabile e alcuni esempi mostreranno dette esigenze:

- bilancio idrico e irrigazione;
- bilancio idrico e interventi colturali;
- previsioni meteo su comprensori anche limitati per organizzare logisticamente svariate operazioni colturali;
- mappe fenologiche per rendere più mirati gli interventi.

Si conclude auspicando un servizio pubblico regionale interattivo con i consulenti e con gli operatori in grado di utilizzarlo, ma anche collegato sussidiariamente con altri servizi esistenti a livelli regionali e nazionali

CROP MONITORING AND YIELD FORECAST IN EUROPE - MARS BULLETIN

Giovanna Fontana, *European Commission, JRC - MARS Unit*

Il gruppo MARS (Monitoring Agricultural Resources) della Commissione Europea JRC (Joint Research Centre) ha sviluppato, a partire dal 1992, un sistema operativo integrato di monitoraggio delle colture MCYFS - Monitoring Crop Yield Forecasting System, che mira a perseguire gli obiettivi indicati dal regolamento (CE) n. 78/2008 del Consiglio, nello specifico il monitoraggio delle condizioni delle principali colture, delle loro rese e in generale della produzione agricola. Questo monitoraggio consente di ottenere delle stime delle rese agricole in modo puntuale, con metodologie scientificamente robuste e attraverso procedure di tracciabilità e ripercorribilità del processo, a livello nazionale, per tutti gli Stati membri e i paesi confinanti dell'UE. Le informazioni ottenute vengono utilizzate dalla Commissione Europea per i seguenti scopi: 1) aggiornamento dei bilanci di approvvigionamento agricolo; 2) valutazione delle condizioni climatiche e dell'impatto potenziale di particolari eventi atmosferici negli Stati membri; 3) monitoraggio delle condizioni delle colture nei paesi terzi.

Il sistema MCYFS utilizza le seguenti fonti di informazioni:

- 1) Dati meteorologici;
- 2) Crop modelling;
- 3) Remote sensing;
- 4) Sistema statistico.

I risultati dalle attività di monitoraggio delle colture e previsione delle rese vengono pubblicate mensilmente nel bollettino MARS. Il bollettino offre informazioni e analisi relative all'attività di monitoraggio della crescita delle colture e di previsione delle rese nell'ambito EU28 e sulle regioni confinanti (Ucraina, Maghreb, area del Mar Nero). Le colture monitorate sono frumento tenero, frumento duro, triticale, segale, orzo invernale e primaverile, granturco da granella, colza, girasole, barbabietola da zucchero, patate, riso e pascoli. Durante la stagione di crescita delle colture, all'interno del Bollettino MARS vengono riportate diversi tipi di informazioni quali: analisi agro-meteorologica a breve termine, analisi agro-meteorologica stagionale, previsioni meteorologiche a breve termine, valutazione delle anomalie climatiche e dei possibili impatti sulla fenologia e sulla crescita delle colture, mappe aree di rischio, ecc.

L'archivio Bollettino raccoglie tutti i bollettini pubblicati dal 1997:

<http://mars.jrc.ec.europa.eu/mars/About-us/AGRI4CAST/MARS-Bulletins-for-Europe>.

Giovanna Fontana, European Commission

Joint Research Centre, IES

Monitoring Agricultural Resources Unit

giovanna.fontana@jrc.ec.europa.eu

<http://mars.jrc.ec.europa.eu/mars>

L'AGROMETEOROLOGIA E LE RECENTI NORMATIVE RIGUARDANTI LA DIFESA DALLE AVVERSITÀ E LO SVILUPPO RURALE

Federico Spanna, *Associazione Italiana di Agrometeorologia* - segreteria@agrometeorologia.it

Da molti anni si sono sviluppati ricerche e servizi in campo agrometeorologico aventi lo scopo di fornire conoscenze e supporti operativi per la gestione delle colture agrarie e per l'orientamento delle pratiche colturali.

Recentemente le normative europee e nazionali hanno sancito l'importanza di tale disciplina scientifica e riconosciuto l'utilità dei servizi da essa derivanti, specialmente nel campo della difesa fitosanitaria e della gestione agronomica delle coltivazioni

In particolare la Direttiva 2009/128/CE, recepita nell'ordinamento nazionale con il decreto legislativo n. 150 del 14 agosto 2012 (attuazione della direttiva 2009/128/CE, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi), assegna agli Stati Membri il compito di garantire l'implementazione di politiche e azioni volte alla riduzione dei rischi e degli impatti sulla salute umana, sull'ambiente e sulla biodiversità, derivanti dall'impiego di prodotti fitosanitari.

L'art 6 del D. Lgs 14 agosto 2012, n. 150 ha previsto l'elaborazione e l'adozione del Piano d'Azione Nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari (PAN) che è stato approvato con D.M. 22/01/2014 ed ha definito gli obiettivi, le misure, le modalità e i tempi per la riduzione dei rischi e degli impatti dell'utilizzo dei prodotti fitosanitari sulla salute umana, sull'ambiente e sulla biodiversità. Tra le azioni previste per l'applicazione della difesa fitosanitaria a basso apporto di prodotti fitosanitari viene stabilito che le Regioni debbano assicurare una rete di monitoraggio agrometeorologico e relativo allo sviluppo delle principali avversità e l'applicazione dei sistemi di previsione e avvertimento mediante modelli previsionali.

In relazione alla gestione colturale la recente normativa riguardante lo sviluppo rurale attribuisce grande importanza alla razionalizzazione dell'uso delle risorse (acqua, fertilizzanti ecc) anche attraverso l'applicazione di nuove tecnologie. Ciò porta a dover adottare sempre di più sistemi di supporto alle decisioni molto spesso basati su variabili guida di natura agrometeorologica e piattaforme informatiche, allo scopo di conoscere l'andamento dei processi produttivi e prendere decisioni in corso d'opera per l'ottenimento dei migliori risultati produttivi in relazione ai processi in atto.

La nuova programmazione relativa allo sviluppo rurale attribuisce inoltre grande importanza al tema del cambiamento climatico e dell'adattamento ed alla mitigazione in agricoltura. Anche in questo contesto i supporti agrometeorologici rivestono un ruolo di primissimo ordine.

La realizzazione degli obiettivi previsti dalle recenti normative richiede l'organizzazione sul territorio agricolo di un sistema integrato e coordinato di assistenza tecnica che assicuri flussi informativi bidirezionali e tecnico operativi in grado di consentire alla aziende agricole di disporre di tutti gli strumenti necessari per l'applicazione delle migliori tecniche di coltivazione in rapporto all'andamento dell'annata.

AGROMETEOROLOGIA E ASSISTENZA TECNICA: L'ESPERIENZA TRENTINA

Giambattista Toller, *Fondazione Edmund Mach (FEM); San Michele all'Adige (TN)*

L'agricoltura del Trentino

Il Trentino è una regione alpina, inserita nel settore che geologicamente è definito "Alpi meridionali", caratterizzato da rocce della placca tettonica Africana. Il 70% del territorio è situato ad una altitudine superiore a 1000 m sul livello medio del mare. L'area della superficie è di 6212 km², gli abitanti (Censimento ISTAT 2010) sono 530308 e la densità è di 85.37 ab./km².

Le aree agricole interessano il 10.26% della superficie, pascoli e foreste il 70.13%, gli improduttivi (prevalentemente alta montagna) il 10.73%. La superficie agricola (Censimento 2010) in ha è così suddivisa: vite 9771, melo 10576, seminativi 2997, prati 18779, pascoli 89658.

Nel 2009 la melicoltura trentina ha prodotto 450.000 tonnellate (20% della produzione italiana), mentre la viticoltura (al 2010 un modesto 1.55% della superficie vitata italiana) si attesta mediamente su 1.200.000 quintali d'uva, equivalenti a 800.000 hl di vino.

Al 2010 la Produzione Lorda Vendibile (PLV) agricola totale in M€ era di 665.8: viticoltura 108.5 M€ (16.3%), frutticoltura (82% melicoltura) 230.7 (34.6%), erbacee 31.7 (4.8%), zootecnia 117.3 (17.6%), prima trasformazione 177.5 (26.7%). La PLV della silvicoltura è di soli 32.7 M€.

L'assistenza tecnica

L'assistenza tecnica agricola pubblica in Trentino è fornita dal Centro per il Trasferimento Tecnologico (CTT) della FEM, che assorbì l'Ente per lo Sviluppo dell'Agricoltura Trentina (ESAT) nato secondo le direttive 159-160-161/1972 della CEE. Si assistono attualmente: frutticoltura, piccoli frutti, viticoltura, olivicoltura, agricoltura biologica, risorse foraggere e produzioni zootecniche, apicoltura, consulenza qualità sicurezza e certificazioni, condizionalità, frigoconservazione e post-raccolta, consulenza enologica aziende trentine.

Sul territorio sono dislocati 10 uffici dove 49 tecnici FEM seguono i settori principali, inoltre alcuni Enti privati hanno tecnici propri : zootecnia 8, frutticoltura 20 (privati 5), viticoltura 13 (15), piccoli frutti 8 (4).

Agro-meteo

Va in generale notato che l'accresciuta affidabilità delle previsioni meteo ha grandemente innovato l'agro-meteorologia, dalla difesa da gelo e da parassiti, alla gestione irrigua ed a varie operazioni colturali.

L'Unità Sistema Informativo Geografico (SIG) del CTT gestisce una rete agro-meteo con 85 stazioni in telemisura (22 1° livello WMO, 54 2° liv., 9 in foresta) e un sistema informatico three tier (database-server, application-server, web-server) per la fornitura di dati grezzi ed elaborati. Vengono inoltre sviluppati applicazioni GIS, software di vario tipo per uso agricolo, strumentazioni hardware-software per la telemisura ed il telecomando.

I principali servizi agro-meteo riguardano: gelate, difesa contro funghi (es. ticchiolatura del melo, peronospora della vite), difesa contro artropodi (es. carpocapsa), irrigazione, maturazione uva, informazioni di tipo climatico.

Per le gelate alla sera si annunciano via SMS situazioni favorevoli (previsioni di Meteotrentino) poi 22 stazioni meteo con termometro bagnato a 50 cm appaiono su Web con passo di lettura di 5 min e lanciano SMS di allarme agli agricoltori quando la temperatura scende sotto le soglie critiche.

La difesa da parassiti animali e vegetali viene seguita dai tecnici in base alle usuali regole, facendo uso anche di adatti software o algoritmi (per melo RIMpro, per vite IPI, VitiMeteo, RIMpro peronospora) che negli anni continuamente migliorano.

Gradi giorno e gradi ora con varie soglie sono calcolati in tutte le stazioni meteo per la difesa dalla Carpocapsa del melo, ore freddo fragola, indici di Winkler e Huglin, gradi-giorno per riscaldamento,etc.

La gestione irrigua è sostenuta da emissione di dati di pioggia ed evapo-traspirazione, e da software per il bilancio idrico sviluppati da SIG semplici (IRRI3) o complessi basati su GIS (IRRI5). Si sono sperimentati sistemi per una gestione automatizzata che fanno uso dei dati meteo, delle previsioni del tempo, della carta dei suoli, delle informazioni sulle colture, di dati di telemisura dello stato del suolo e delle irrigazioni effettivamente eseguite, per impostare sui controller irrigui computerizzati quando e quanto irrigare. Per rendere economicamente interessante agli agricoltori la telemetria dello stato idrico del suolo, partendo dalla piattaforma informatica Arduino si è progettato e realizzato un economico (~100€) strumento chiamato Cent€urino.

AGROMETEOROLOGIA A SUPPORTO DELLE STRATEGIE DI DIFESA SOSTENIBILE IN REGIONE LOMBARDIA

Lorenzo Craveri, *ARPA Lombardia*

Beniamino Cavagna, *DG Agricoltura Regione Lombardia*

Mariangela Ciampitti, *ERSAF Servizio Fitosanitario*

Il servizio fitosanitario regionale ha sempre avuto come ruolo quello di promuovere iniziative volte ad elaborare strategie di difesa razionali. Molteplici sono state le prove e le azioni dimostrative svolte a partire dagli anni '90 in collaborazione con i ricercatori e con i tecnici delle associazioni di produttori e delle organizzazioni di categoria con l'importante supporto dei dati agrometeorologici.

Oggi l'entrata in vigore della Direttiva Uso Sostenibile e del PAN chiede alle Regioni di assumersi un ruolo nuovo con obblighi ben delineati. In primo luogo le Regioni devono mettere in grado i produttori di accedere alle indicazioni per applicare una difesa a basso apporto di prodotti fitosanitari, cioè seguendo i criteri della difesa integrata oppure operando secondo quanto previsto dalle norme dell'agricoltura biologica. Il Servizio fitosanitario quindi a partire dalla campagna 2015 non potrà più limitarsi a dare il patrocinio a vario titolo ai bollettini emessi dagli enti e dalle associazioni presenti sul proprio territorio, ma dovrà farsi carico di validare direttamente le indicazioni. L'utilizzo dei dati agrometeorologici in quest'ottica dovrà necessariamente dare output generici, che si possano applicare a tutto il territorio lombardo o al limite ad una zonizzazione sicuramente non di dettaglio.

Le potenzialità d'uso dei dati agrometeorologici, dei modelli previsionali e dei DSS attualmente disponibili si possono sicuramente utilizzare con performance notevoli se si opera a livello di azienda o meglio ancora di appezzamenti omogenei per caratteristiche pedoclimatiche. E' per sfruttare queste potenzialità che Regione Lombardia incentiverà con il prossimo PSR l'acquisto e l'utilizzo di strumentazioni per il rilevamento dei dati agrometeorologici.

Per il supporto delle strategie di difesa sostenibile in Regione Lombardia sono a disposizione anche le informazioni prodotte dal servizio meteorologico di ARPA Lombardia. Le attività istituzionali di ARPA prevedono, infatti, la produzione di alcune informazioni ad hoc per gli agricoltori e che comprendono: l'emissione del bollettino agrometeorologico settimanale, del bollettino a supporto del regolare spandimento degli effluenti di allevamento e la collaborazione alla stesura del bollettino Diabrotica. Quest'ultimo, ad esempio è uno strumento che ERSAF, Regione Lombardia ed ARPA, lavorando in sinergia, mettono a disposizione dei produttori di Mais da diversi anni. Il Bollettino stagionale ha come scopo quello di una più corretta gestione della "problematica Diabrotica". L'elaborato è la sintesi di informazioni modellistiche sullo sviluppo fenologico dell'insetto (*Modello accumulo gradi giorno: Davis P.M., Brenes N. & L.L. Allee, 1996*), di informazioni agrometeorologiche di contesto, abbinate ad informazioni che provengono dal monitoraggio svolto dai tecnici in campo.

Non meno importante può essere il contributo, per il singolo agricoltore, della rete di monitoraggio di ARPA Lombardia che mette a disposizione gratuitamente, sul proprio sito istituzionale, ed in totale autonomia per l'utente, i dati delle 250 stazioni che formano la rete. I dati disponibili sono dati (*orari o giornalieri*) di precipitazioni, temperatura, pressione atmosferica, velocità e direzione del vento ed umidità relativa.

Lorenzo Craveri: Arpa Lombardia - L.CRAVERI@arpalombardia.it

Mariangela: Ciampitti ERSAF Servizio fitosanitario – mariangela.ciampitti@ersaf.lombardia.it

Beniamino Cavagna: Regione Lombardia Servizio fitosanitario – beniamino_cavagna@regione.lombardia.it

DAI MODELLI MATEMATICI AI SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI

Tito Caffi, *Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili DI.PRO.VE.S., Università Cattolica del Sacro Cuore, via E. Parmense 84, I-29122 Piacenza, tito.caffi@unicatt.it*

Sara Elisabetta Legler, *Horta srl, via E. Gorra 55, I-29122 Piacenza*

Un modello epidemiologico è una rappresentazione semplificata della realtà, ovvero delle relazioni che intercorrono tra patogeno, pianta ospite e ambiente, in grado di simulare se e come un'epidemia può svilupparsi nel tempo e/o nello spazio. Differenti approcci metodologici sono stati utilizzati per lo sviluppo di questi modelli, con un notevole miglioramento negli anni recenti anche grazie al miglioramento e all'incremento delle potenzialità di calcolo dei moderni processori.

Numerosi modelli empirici sono stati realizzati utilizzando dati raccolti in varie condizioni di campo già dalla seconda metà del secolo scorso. Ad esempio, la cosiddetta regola dei 'tre-dieci', elaborata nel 1948 per prevedere la prima infezione stagionale di peronospora della vite, rappresenta un esempio di questo approccio, basato sulla ricerca di relazioni matematiche o statistiche, che non necessariamente sottintendono ad un rapporto di causa-effetto, tra i dati raccolti in vigneto. La ricostruzione imperfetta del patosistema, la mancanza di accuratezza e, soprattutto, di robustezza, rappresentano le principali debolezze di questo approccio con la conseguente necessità di un'accurata validazione e un'appropriata calibrazione, in particolar modo quando questi modelli vengono impiegati in ambienti differenti rispetto a quelli dove sono stati sviluppati oppure in scenari di cambiamento climatico. Le recenti metodologie di analisi dei dati, come ad esempio l'impiego delle reti neurali, hanno certamente incrementato la capacità di individuazione della struttura matematica del modello, ma non hanno permesso di superare i limiti evidenziati.

I modelli meccanicistici, invece, sono frutto di un approccio innovativo interamente basato sulla conoscenza biologica ed epidemiologica del sistema oggetto di studio, in grado di spiegare il patosistema sulla base di quanto è noto su come il sistema opera in funzione delle variabili guida (ambientali). Questi modelli sono basati sull'assunzione che lo stato del sistema possa essere in ogni momento caratterizzato quantitativamente e che i passaggi da uno stato all'altro possano essere descritti attraverso funzioni matematiche. Pertanto i modelli meccanicistici sono anche definiti dinamici, ovvero in grado di analizzare i cambiamenti nel tempo delle componenti dell'epidemia legati alle variabili esterne. I modelli dinamici permettono di superare i limiti dei modelli empirici: confrontato con la regola dei 'tre-dieci' un modello meccanicistico per la peronospora della vite permette di incrementare l'accuratezza della previsione di malattia dal 60 al 90%.

La complessità dei modelli meccanicistici è stata sovente indicata come un possibile fattore limitante per il loro utilizzo nella pratica delle strategie di difesa, specialmente se confrontata con la semplicità dei modelli empirici. Questo è, in realtà, un falso problema in quanto è fuorviante confondere la complessità matematica di un modello con la complessità dell'output di quello stesso modello. Infatti, è possibile utilizzare modelli dinamici in grado di simulare la complessità di un sistema biologico per produrre informazioni semplici, user-friendly e pronte per essere utilizzate dagli agricoltori. La recente elaborazione di un Sistema di Supporto alle Decisioni per la gestione sostenibile del vigneto denominato vite.net[®] (www.horta-srl.com) ed il suo impiego su larga scala hanno ampiamente dimostrato l'inconsistenza del cosiddetto "paradigma della complessità".

L'IMPORTANZA DELL'AGROMETEOROLOGIA NELLA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE PIANTE INFESTANTI

Francesco Vidotto, *Università degli Studi di Torino*

La crescita delle piante infestanti è fondamentalmente influenzata dalle dinamiche delle stesse variabili climatiche che condizionano lo sviluppo delle piante coltivate.

Sebbene l'intero ciclo di crescita delle piante infestanti sia influenzato dalle variabili climatiche, il periodo di maggior criticità dal punto di vista agronomico coincide spesso con l'emergenza e le prime fasi di crescita delle infestanti e della coltura. Per tale ragione, ogni variabile climatica in grado di influenzare direttamente o indirettamente i processi germinativi e di emergenza può condizionare i rapporti competitivi fra malerbe e coltura. In tal senso, risultano particolarmente importanti la temperatura atmosferica e l'andamento delle precipitazioni. Dopo lo sviluppo dei primi modelli di previsione delle emergenze basate sul concetto di *Growing Degree Days* (GDD) o tempo termico, si stanno infatti sempre più affermando modelli che, considerando anche il potenziale idrico del suolo, si basano sul concetto di "tempo idrotermico". Attraverso tali modelli è possibile prevedere i principali flussi di emergenza delle infestanti più importanti e disporre quindi di informazioni utili ad ottimizzare la tempistica delle pratiche adottate per il controllo delle infestanti stesse, ottenendo una migliore efficacia degli interventi e un potenziale minor impiego di erbicidi.

Temperatura e precipitazioni possono inoltre condizionare, in modo talvolta decisivo, la possibilità stessa di effettuare interventi di gestione delle malerbe e l'efficacia degli stessi. Nel caso del diserbo chimico, ad esempio, le applicazioni di pre-emergenza richiedono la presenza di terreno sufficientemente umido o che si verifichino precipitazioni di modesta entità dopo il trattamento. In mancanza di queste condizioni, il trattamento può risultare scarsamente efficace e richiedere ulteriori interventi in post-emergenza. Questi ultimi, viceversa, necessitano di essere eseguiti per lo più su vegetazione asciutta e che non si verifichino precipitazioni nelle ore immediatamente successive al trattamento. Le precipitazioni, inoltre, modificando il contenuto idrico del suolo, condizionano anche la possibilità di impiegare mezzi meccanici per il contenimento delle malerbe e possono ridurre significativamente l'efficacia degli stessi.

E' verosimile che i cambiamenti climatici in atto possano influenzare l'evoluzione globale delle comunità di malerbe. Tuttavia, le possibili previsioni in tal senso sono affette da notevole incertezza, dovuta sia ai modelli previsionali adottati, sia agli effetti complessivi dell'agrotecnica e di altri fenomeni concomitanti e verosimilmente indipendenti, quali la comparsa e la diffusione di popolazioni di infestanti agli erbicidi, aspetti di carattere normativo, economico e sociale, che possono parzialmente mascherare gli effetti del solo cambiamento climatico.

FENOLOGIA VEGETALE: OSSERVAZIONI E MODELLI

Gabriele Cola, *Università degli Studi di Milano*

La fenologia vegetale è la scienza che classifica e registra le fasi di sviluppo delle piante. La descrizione dello sviluppo fenologico delle piante coltivate è un'informazione essenziale per una ottimale organizzazione delle attività agricole poiché la fenologia agisce come un orologio in grado di segnalarci il momento opportuno per le operazioni di campo oppure il momento in cui una data coltura è particolarmente suscettibile ad una determinata avversità. Pertanto una tempestiva ed accurata descrizione dello sviluppo fenologico, oltre a fornirci utili informazioni sull'andamento della coltivazione, permette di utilizzare in maniera più efficace gli strumenti di supporto alle decisioni (programmazione delle attività di campo, uso di modelli di previsione delle rese, uso di modelli fitopatologici, ecc.).

Appare quindi evidente che un'agricoltura moderna e performante deve necessariamente dotarsi di una adeguata rete osservativa e di modelli matematici in grado di simulare lo sviluppo fenologico delle piante di interesse.

È importante segnalare che osservazioni e modelli fenologici forniscono informazioni utili a scale diverse (dal singolo campo al comprensorio agricolo fino ai più estesi livelli amministrativi) e in questo senso è di fondamentale importanza la capacità di interpretare l'informazione fenologica (sia osservata che simulata) in funzione delle specifiche esigenze operative.