

ADATTAMENTO DEL MODELLO SWEB AD UN SISTEMA AGROMETEOROLOGICO DI PREVISIONE

Barbieri S.¹, Castelli G.¹, Cicogna A.², Danuso F.¹ e Gani M.²

¹Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali dell'Università degli Studi di Udine (danuso@uniud.it)

²Centro Servizi Agrometeorologici (CSA) per il Friuli Venezia Giulia (andrea.cicogna@csa.fvg.it)

Riassunto

Viene descritta l'implementazione, l'adattamento e la valutazione del modello per la previsione della bagnatura fogliare SWEB al fine del suo impiego in un sistema agrometeorologico a scala regionale, per la gestione delle fitopatie delle colture e, in particolare, della vite. Il modello è stato implementato utilizzando l'ambiente di sviluppo SEMoLa che permette la costruzione, modifica e valutazione dei modelli attraverso procedure di analisi della sensibilità, validazione e calibrazione dei parametri. E' stata effettuata una analisi della sensibilità dei parametri empirici del modello che ha permesso di identificare quelli più idonei al successivo processo di calibrazione, effettuato poi su dati di bagnatura forniti da sensori. Lo studio del modello ha permesso la messa a punto di una procedura di elaborazione da impiegarsi per la stima dei parametri di bagnatura delle diverse colture, sulla base di osservazioni dirette.

Introduzione

L'agrometeorologia è una disciplina che ha avuto una forte crescita negli ultimi decenni, sia per lo sviluppo di attività di assistenza tecnica in agricoltura, sia per la costituzione, in quasi tutte le regioni italiane, di Centri agrometeorologici. Attualmente questi Centri gestiscono una rete informativa strutturata, sia in ingresso (dati di input), sia in uscita (comunicati, informazioni). Secondo questo schema, in Friuli Venezia Giulia sono già state completate le reti di monitoraggio ambientale e sono già attivi i servizi di irrigazione e di difesa (allerta) dalle gelate.

Un progetto ancora in fase di definizione riguarda invece il monitoraggio e la previsione delle principali avversità delle colture. A tale proposito, in Regione si è creato un gruppo di lavoro tra il Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali dell'Università di Udine ed il Centro Agrometeorologico regionale (CSA), con l'obiettivo di effettuare previsioni a scala regionale sullo stato delle colture e sullo sviluppo delle principali malattie fungine, integrando tutte le informazioni disponibili (da stazioni meteo a terra e da radar meteorologico) e applicando specifici modelli agrometeorologici, epidemiologici e di intervento. Per raggiungere questo obiettivo, di fondamentale importanza è riuscire a valutare con sufficiente precisione e per tutto il territorio regionale il tempo di bagnatura fogliare, sia dovuto a pioggia sia da condensazione dell'umidità atmosferica (Cicogna *et al.*, 2002; Dietrich *et al.*, 2002).

Una prima applicazione ha riguardato la coltura della vite e la sua principale avversità, la peronospora. A tale proposito sono state create griglie giornaliere di pioggia stimata dal radar polarimetrico GPM-500 di Fossalon di Grado (Bechini *et al.*, 2002). Questi dati, assieme a quelli delle stazioni meteo a terra, sono stati implementati nel modello SWEB per il calcolo della bagnatura fogliare, necessaria come input per i modelli epidemiologici previsionali (Cicogna *et al.*, 2003).

Nell'ambito di un progetto di ricerca nazionale (PRIN-COFIN 2003) si è ritenuto importante approfondire gli aspetti riguardanti la previsione della bagnatura fogliare, attraverso la messa a punto e lo studio del modello

SWEB, già impiegato in precedenti studi e applicazioni (Della Marta *et al.*, 2002).

Materiali e metodi

Il modello SWEB (Magarey *et al.*, 2003), sviluppato per il calcolo della bagnatura fogliare basata sul bilancio idrico dell'acqua sulla copertura, è stato implementato in ambiente SEMoLa (Danuso, 2003; <http://www.dpvta.uniud.it/~Danuso/docs/Semola/homep.htm>), introducendo un modulo di simulazione dello sviluppo delle fasi fenologiche della coltura (*Cstage*), basato sulla somma termica (gradi giorno cumulati, *GDD*); in questo modo è stata resa dinamica la componente dell'indice di area fogliare (*LAI*).

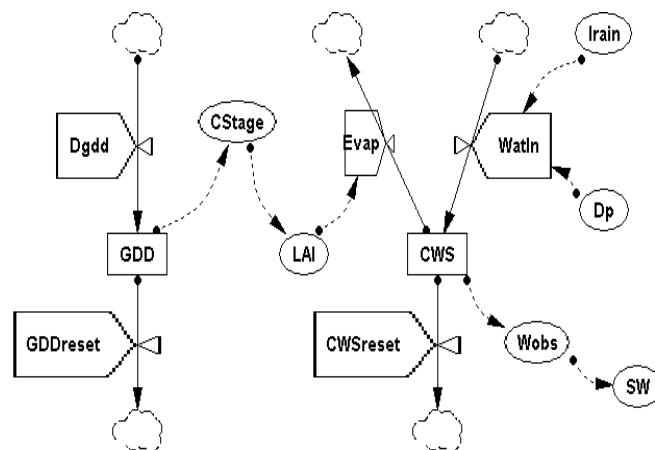


Fig.1 – Diagramma del modello SWEB.

Il modello con passo di simulazione orario fornisce la frazione di copertura fogliare bagnata (*Wobs*) valutata in funzione del rapporto tra il quantitativo di acqua presente sulla copertura (*CWS*), ed il massimo contenuto d'acqua che la copertura stessa può trattenere (figura 1).

Il bilancio dell'acqua sulla copertura risulta dall'interazione dei processi di intercettazione delle piogge (*Irain*), deposizione di rugiada (*Dp*) ed evapotraspirazione (*Evap*). La foglia è stata ritenuta bagnata quando la frazione di copertura bagnata superava un valore di soglia, stabilito pari al 10%.

Tab.1 –Principali parametri del modello SWEB e sensibilità monodimensionale della frazione di copertura fogliare bagnata (*Wobs*) ai parametri

| Par am. | Valore | Descrizione | Unità misura | Indice di sensibilità |
|-------------|--------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <i>Alfa</i> | 1.3 | Coefficiente velocità del vento | - | -0.12 |
| <i>Cl</i> | 0.02 | Max contenuto d'acqua su foglia media tipica | cm ³ /cm ² | 0.08 |
| <i>cd</i> | 8.7 | Costante di forma gocce | - | -0.59 |
| <i>cf</i> | 2 | Costante di forma film | - | -0.01 |
| <i>p1</i> | 0.5 | Frazione di foglia bagnabile | - | 0.00 |
| <i>rho</i> | 0.0012 | Densità dell'aria | g/cm ³ | -0.60 |
| <i>Wd</i> | 0.5 | Fraz. area bagnata su area foglie non bagnabili | - | -0.26 |
| <i>Wf</i> | 0.5 | Fraz. Area bagnata su area foglie bagnabili | - | -0.26 |
| <i>Wth</i> | 0.1 | Soglia bagnatura superficie | - | 0.00 |
| <i>Z</i> | 200 | Altezza di riferimento per velocità vento | cm | 1.37 |
| <i>Zc</i> | 175 | Altezza copertura | cm | -1.74 |

È stata effettuata un'analisi della sensibilità, condotta sui parametri e sui valori iniziali degli stati del modello (P), per individuare quelli che maggiormente influiscono, durante la simulazione, sui valori di frazione di copertura bagnata (*Wobs*). Si è scelto di valutare la sensibilità di *Wobs* in quanto assume valori continui, a differenza della bagnatura fogliare (*SW*) che può assumere solo valori discreti (0/1). Si è potuto notare come, generalmente, la sensibilità rispetto a tutti i parametri del modello diminuisca esponenzialmente all'aumentare del valore di *Wobs*, diventando vicina allo 0 per valori della variabile superiori a 0.4. Cioè, la sensibilità diviene massima ai bassi livelli di bagnatura. Al fine della comparazione dei parametri si è stabilito quindi di considerare l'indice di sensibilità $S = (\square Wobs/Wobs) / (\square P/P)$, come valore medio calcolato sulle ore con bagnatura presente ma con *Wobs* inferiore a 0.4.

La calibrazione è stata effettuata confrontando i valori simulati di *SW* con i dati osservati ottenuti da un sensore di bagnatura, aggiustando i parametri di SWEB con la specifica procedura di SEMoLa che impiega il metodo iterativo di Gauss-Newton. La discretizzazione di *Wobs* è stata effettuata ponendo *SW*=1, per *Wobs*>*Wth* e *SW*=0 per *Wobs*<=*Wth*, dove *Wth* è un valore soglia, posto pari a 0.43.

I valori osservati di bagnatura, espressi in minuti di bagnatura per ora, sono stati convertiti in valori 0/1 utilizzando una soglia temporale di 30 minuti per poter essere confrontati con *SW*.

Risultati

I parametri più importanti nel determinare le variazioni di *Wobs* sono risultati *Zc*, *Z*, *rho*, *cd* (tabella 1).

Per la calibrazione sono stati scelti i parametri empirici *Zc*, *cd* e *cf*, importanti per caratterizzare il comportamento delle diverse colture. Sono stati invece

trascurati parametri di maggiore significato fisico e quindi stimabili facilmente a priori.

Zc rappresenta l'altezza della copertura fogliare, mentre *cd* e *cf* definiscono la forma (goccia o film) che tende ad assumere l'acqua sulle foglie in dipendenza della frazione di area bagnata. I valori ottenuti con la calibrazione sono stati: *cf*=1.72, *cd*=16.02, *Zc*=207.26. Il confronto tra i valori di bagnatura misurati ed i valori ottenuti con le simulazioni utilizzando i parametri originari e quelli calibrati ha evidenziato come il processo di calibrazione abbia portato ad una riduzione del 6% circa del numero di ore con bagnatura simulata non reale, mantenendo sostanzialmente invariato il numero delle ore di bagnatura non individuate dalla simulazione.

Conclusioni

Le procedure di sensibilità e di calibrazione adottate hanno permesso una accurata valutazione e messa a punto del modello SWEB. Ulteriori miglioramenti saranno possibili utilizzando nuove informazioni ottenibili sia da sensori a terra o Radar che da osservazioni dirette sulla vegetazione.

La disponibilità di misure di bagnatura effettuate su colture diverse dalla vite, sulla quale si sono concentrati gli studi fino ad ora, consentirà in futuro una maggiore generalizzazione e applicabilità del modello.

Ringraziamenti

Lavoro svolto nell'ambito del Progetto MIUR Prin-Cofin 2003 "Uso dei dati Radar per la validazione di modelli agrometeorologici in Friuli Venezia Giulia"

Bibliografia

- Bechini R., Gorgucci E., Scarchilli G., Dietrich S., 2002.-*The operational weather radar of Fossalon di Grado (Gorizia, Italy): accuracy of reflectivity and differential reflectivity measurements. Meteorol Atmos Phys* 79 (2002) 3-4, 275-284;
- Cicogna A., Dietrich S., 2003.- *Application of the radar data to forecast the epidemiology of grapevine downy mildew (Plasmopara viticola). Acta of EGS 2003: Nice France, 6-11 April 2003*
- Cicogna A., Dietrich S., Gani M., Giovanardi R., Sandra M., 2002 – *Stima della bagnatura fogliare attraverso misure Radar in vista dell'applicazione di modelli epidemiologici territoriali. Notiziario sulla protezione delle piante. 15:133-140*
- Dalla Marta A., Cicogna A., De Vincenzi M., Gani M., Orlandini S., 2002 – *Studio comparativo di alcuni metodi di stima della Bagnatura fogliare. Notiziario sulla protezione delle piante. 15:149-154*
- Danuso F., 2003.- *SEMoLa: uno strumento per la modellazione degli agroecosistemi. Atti XXXV Convegno della Società Italiana di Agronomia, N. 23, Napoli, 16-19 settembre 2003, 283-284.*
- Dietrich S., Alilla R., Cicogna A., Fabbo R., Gani M., Giovanardi R., Orlandini S., Sandra M., Severini M., Maracchi G., 2002 - *Using remotely sensed data for leaf wetness duration measurement. Acta of EGS 2002: Nice France, 21-26 April 2002*
- Magarey R.D., Weiss A., Gillespie T., Huber L., Seem R.C., 2003 - *Estimating surface wetness duration on plants - in press*