

# SVILUPPO E APPLICAZIONE DI UN SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI PER LA GESTIONE DEI TRATTAMENTI ANTIOIDICI SU FRAGOLA (SAFE BERRY)

S. Fratton<sup>1</sup>, A. Tizianel<sup>1</sup>, D. Shtienberg<sup>2</sup>, L. Ghielmi<sup>1</sup>, E. Eccel<sup>1</sup>, I. Pertot<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fondazione Edmund Mach, Centro Sperimentale, [ilaria.pertot@iasma.it](mailto:ilaria.pertot@iasma.it); <sup>2</sup>ARO, The Volcani Center, Israele

## Abstract

L'oidio della fragola, causato dal fungo *Podosphaera aphanis* è una malattia molto dannosa in climi caldi e asciutti o nella coltivazione protetta in tunnel o in serra. La difesa nei confronti di *P. aphanis* si ottiene principalmente con l'uso di fungicidi chimici. Nelle colture in tunnel dell'Italia settentrionale, sono necessari a volte anche più di dieci trattamenti. SafeBerry è un sistema di supporto alle decisioni per l'agricoltore che permette l'ottimizzazione e, spesso, la riduzione dei fungicidi antioidici. Si basa su una loro corretta applicazione in funzione del livello di rischio di malattia nel singolo tunnel e del meccanismo d'azione dello specifico fungicida. Il livello di rischio è stimato sulla base di alcuni parametri colturali ed ambientali. Il rilievo della temperatura come anche la sua previsione rappresentano due punti chiave del sistema. Con l'uso del sistema nel 2006 e 2007 si è potuto avere una riduzione dei trattamenti (fino al 60%).

## Introduzione

L'oidio della fragola, causato dal fungo *Podosphaera aphanis*, è una malattia molto dannosa nei climi caldi e asciutti o nella coltivazione protetta in tunnel o in serra. La malattia può colpire tutta la parte aerea della pianta, inclusi i fiori ed i frutti e l'infezione può causare grosse perdite specialmente sulle cultivar più sensibili (Amsalem *et al.*, 2006). La difesa si basa soprattutto sull'uso di fungicidi chimici e, nel caso di colture in tunnel dell'Italia settentrionale, si effettuano anche 10-12 trattamenti per ciclo colturale. La riduzione degli agrofarmaci può essere raggiunta mediante una loro corretta applicazione, cioè solo quando è necessario, considerando il loro meccanismo d'azione e lo stato della malattia, parametri che possono facilmente essere integrati in un sistema di supporto alle decisioni. Basandosi su dati raccolti in sei anni di sperimentazioni è stato sviluppato un sistema di supporto alle decisioni denominato SafeBerry. SafeBerry fornisce un consiglio per i trattamenti basandosi sullo stadio della pianta ospite, sul patogeno, sull'efficacia e meccanismo d'azione dei singoli principi attivi e su dati meteorologici (temperatura passata e prevista). La previsione di temperatura fornita direttamente dai modelli meteorologici numerici è soggetta ad errori dovuti *in primis* alle approssimazioni sulla quota con cui vengono rappresentati i nodi di griglia, e secondariamente alle schematizzazioni con cui il modello rappresenta l'atmosfera. La calibrazione con dati di stazione (*downscaling*) consente di pervenire ad una previsione sensibilmente migliorata.

## Materiali e metodi

Ad ogni parametro ritenuto influente allo sviluppo della malattia è stato assegnato un valore empirico. Questi valori empirici riflettono l'importanza relativa di ogni parametro nel promuovere la malattia. La somma di tutti i valori dà in un indice di rischio. Il processo decisionale di SafeBerry consiste in tre passaggi fondamentali. Il primo passaggio consiste nel calcolo del rischio di comparsa

della malattia (rischio potenziale), secondo l'approccio descritto da Madden ed Ellis (1988) che consiste nell'integrazione tra il rischio di base (parametri fissi descrittivi dell'azienda) ed il rischio giornaliero (parametri variabili). Anche se il rischio potenziale è elevato, per l'avvio effettivo della malattia è necessaria la presenza di un ambiente favorevole (secondo passaggio). Integrando il rischio potenziale con l'ambiente favorevole) il sistema fornisce un'indicazione per il trattamento (terzo passaggio). L'oidio necessita per il suo sviluppo di condizioni climatiche adatte. Sulla base di dati raccolti dal 1991 al 2003 in due località in nord Italia (Pertot *et al.*, 2001; 2007) ed in esperimenti in condizioni controllate (Amsalem *et al.*, 2006) si è individuata una correlazione tra temperatura e grado d'infezione (basso, moderato, elevato) della malattia (Fig. 1).

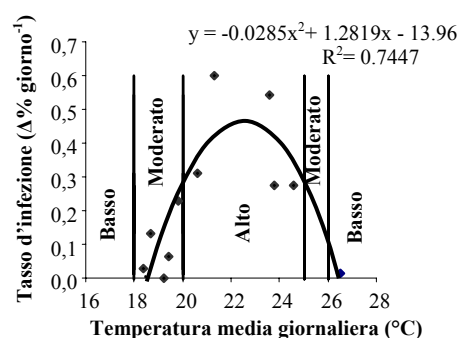


Fig.1 - Relazione fra temperatura giornaliera e tasso d'infezione giornaliero

Nella procedura decisionale si prende in considerazione la temperatura passata (6 giorni precedenti) e temperatura prevista (3 giorni seguenti), perché l'incremento di malattia giornaliero (tasso d'infezione) è il risultato di condizioni passate e il successo di un trattamento effettuato o non effettuato è influenzato da condizioni

future. Il calcolo della temperatura parte dal momento in cui si ritiene che la coltura non sia più protetta dall'ultimo intervento antiparassitario effettuato.

Come obiettivo previsionale è stata scelta la temperatura oraria in tre stazioni della Valsugana. È stato applicato un algoritmo di "Model Output Statistics" denominato "foresta stocastica" ("random forest") (Breiman, 2001). Il metodo, già sperimentato per la previsione delle temperature minime (Eccel *et al.*, 2007), impiega come predittori (circa 80 – 90) le variabili in output previste alle ore sinottiche 00, 06, 12 e 18 UTC dal modello europeo ECMWF T511 - L60 (run delle ore 00), con un passo di griglia di 0.5°, per 9 punti di griglia circostanti l'area in oggetto. L'algoritmo di "foresta stocastica" è un modello multi-albero (1000 in questa applicazione), dove ciascun albero è un regressore. La presenza di molti alberi rende la previsione assai più accurata di quella ricavabile con un solo albero "medio". Si è usata l'implementazione per il software "R", disponibile liberamente su R-CRAN. Gli algoritmi di downscaling alle ore sinottiche sono stati applicati per l'orizzonte temporale di +3 giorni dall'emissione della previsione. I valori orari sono stati ricavati dall'interpolazione condotta secondo una versione affinata del modello "TM" (Cesaraccio *et al.*, 2001), presupponendo ore fisse in cui si verificano le massime e le minime. Il risultato di una previsione oraria è rappresentato nella fig. 2. I valori orari sono poi mediati per ottenere il dato utilizzato per il calcolo del tasso giornaliero d'infezione.

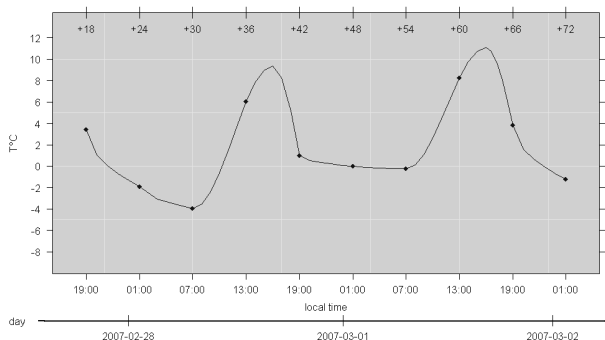


Fig. 2 – Esempio di previsione oraria interpolata da MOS alle ore sinottiche

Sono state valutate undici versioni di SafeBerry (che variavano per il livello di rischio accettato) in nove esperimenti, realizzati in quattro località del Trentino differenti per altitudine, microclima, data di impianto e comparsa della malattia, nel 2006 e 2007 (indicate in seguito come località 1-9). Nel 2007 in una località sono stati ripetuti due cicli di produzione (6 e 9). Le versioni di SafeBerry sono sempre state confrontate con una tesi non trattata, una strategia corrispondente alla pratica agricola comune nella zona ed un piano di trattamenti a calendario (settimanale). Il piano sperimentale era a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni di 24 piante per tesi. La valutazione della malattia è stata effettuata settimanalmente su 40 foglie e 20 frutti per ripetizione determinando la gravità (percentuale di superficie colpita)

e la diffusione della malattia (percentuale di organi colpiti).

## Risultati

La malattia si è sviluppata in sette località, mentre non è comparsa nella località 1 e 5. Tutte le versioni di SafeBerry valutate hanno permesso di controllare la malattia in modo adeguato sia su foglia, sia su frutto, mostrando differenze non significative con la pratica comune o i trattamenti a calendario (ANOVA, Test di Tukey,  $\alpha=0.05$ ). Tra le 11 versioni di SafeBerry valutate, le versioni 6, 8, 9, 10 e 11 hanno permesso di effettuare un minor numero di trattamenti se confrontato con la pratica comune (Tab. 1).

Tab.1 - Numero di trattamenti per ciclo produttivo. SB= Safeberry. Tra parentesi i trattamenti effettuati con biofungicidi sul totale

Trattamenti	Località								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Comune	10	11	8	8	8	10	8	9	9
Calendario	15	16	13	13	13	15	13	14	14
SB 1	13	13	10	11					
SB 2	8	8	9	9					
SB 3	12	10	10	11					
SB 4	8	8	8	8	5	10	6	4	8
SB 5	12	11	9	9					
SB 6	7	7	6	8	4	7	5	3	6
SB 7					0	9	5	10	8
SB 8					0	9 (1)	5 (2)	9 (4)	9 (4)
SB 9					0	8	5	8	7
SB 10					0	6	6		
SB 11								3	5

## Conclusioni

Lo scopo di questo lavoro era quello di sviluppare uno strumento in grado di controllare adeguatamente l'oidio (almeno quanto la pratica comune) riducendo il numero di trattamenti, che potesse essere utilizzato dagli agricoltori per ottimizzare i trattamenti. Cinque versioni di SafeBerry hanno permesso di ottenere una buona riduzione dei trattamenti e potranno essere ulteriormente valutate in tunnel commerciali nelle prossime stagioni.

## Ringraziamenti

Lo sviluppo di SafeBerry DSS è stato svolto dal Centro SafeCrop, un progetto finanziato dalla Provincia Autonoma di Trento.

## Bibliografia

- Amsalem L., Freeman S., Rav-David D., Nitzani Y., Szejnberg A., Pertot I., Elad Y., 2006. Effect of climatic factors on powdery mildew caused by *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae* on strawberry. *Eur. J. Plant Path.*, 114: 283–292.
- Madden L.V., Ellis M.A., 1988. How to develop a plant disease forecaster. In: J. Kranz and J. Rotem, eds. *Experimental Techniques in Plant Disease Epidemiology*. Springer-Verlag, New York. 191–208
- Pertot I., Fadanelli L., Chieste C., Ropelato E., 2001. Oidio della fragola in coltura autunnale sotto tunnel. *Informatore Agrario*, 57: 51–53.
- Breiman, L., 2001. Random Forests. *Machine Learning*, 45: 5–32.
- Cesaraccio C., Spano D., Duce P., Snyder R.L., 2001. An improved model for determining degree-day values from daily temperature data. *Int J Biometeorol* 45: 161–169
- Eccel, E., Ghielmi, L., Granitto, P., Barbiero, R., Grazzini, F., and Cesari, D., 2007. Prediction of minimum temperatures in an alpine region by linear and non-linear post-processing of meteorological models. *Nonlinear Proc Geoph*, 14: 211–222