

APPLICAZIONE SU LARGA SCALA DEL SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI VITE.NET® PER LA VITICOLTURA SOSTENIBILE

V. ROSSI¹, T. CAFFI¹, S. E. LEGLER², E. CAROTENUTO², G. BIGOT³

¹Istituto di Entomologia e Patologia vegetale - Università Cattolica del Sacro Cuore
Via E. Parmense 84, 29122 Piacenza

²Horta s.r.l. - Via Egidio Gorra 55, 29122 Piacenza

³Perleuve s.r.l., Via Isonzo 25/1, 34071 Cormons (Gorizia)
vittorio.rossi@unicatt.it

RIASSUNTO

Un nuovo sistema di supporto alle decisioni (in inglese Decision Support System, DSS), denominato vite.net®, è stato recentemente sviluppato per la gestione integrata e sostenibile del vigneto. Il sistema è disponibile in tempo reale su piattaforma web, mediante un accesso tramite username e password. Il DSS vite.net è basato su (i) una rete agrometeorologica, (ii) un server *repository* in grado di archiviare i dati meteo e le informazioni agronomiche e operative (come il registro dei trattamenti) relative ad ogni specifico vigneto, (iii) un complesso di diversi modelli matematici che utilizzano i dati raccolti per generare le informazioni utili per la gestione tattica dei trattamenti e delle pratiche colturali. Dopo l'utilizzo in fase dimostrativa nell'ambito della viticoltura biologica, il DSS è stato impiegato su larga scala da circa 50 aziende vitivinicole e un pari numero di tecnici (pubblici e privati) in diverse aree viticole italiane, dal Friuli alla Sicilia, su di una estensione superiore ai 3000 ha.

Parole chiave: produzione integrata, processo decisionale, implementazione DSS

SUMMARY

LARGE-SCALE APPLICATION OF THE WEB-BASED DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SUSTAINABLE VITICULTURE VITE.NET®

A new Decision Support System (DSS), named vite.net®, was recently developed for sustainable management of vineyards. The DSS is available in real-time on a web platform, accessible through personal username and password. The DSS is based on: i) a network of weather stations, ii) a server repository able to store weather data and site-specific information on cultural management (such as the list of treatments applied), iii) a set of mathematical models, that use the data collected in fields as input data to produce useful information about the tactical management of treatments and other cultural practices. After a pilot application in organic viticulture, the DSS was used on large scale by about 50 farmers and 50 technicians (both private and public) in different Italian grapevine growing areas, from Friuli to Sicily, on about 3,000 ha.

Keywords: integrated production, decision-making, implementation problem

INTRODUZIONE

Lo sviluppo di sistemi di produzione meno intensivi e più integrati è ormai un obiettivo fondamentale dell'agricoltura moderna. Gli obiettivi principali di questi sistemi sono quelli di mantenere una buona produzione, sia in termini qualitativi che quantitativi, di preservare, o meglio aumentare, il reddito aziendale e di ridurre il più possibile gli impatti ambientali negativi. La riduzione dell'utilizzo di fertilizzanti, di prodotti fitosanitari e delle risorse naturali (acqua, suolo, energia) acquisisce dunque crescente importanza. Raggiungere tutti questi obiettivi è un prerequisito per un'agricoltura sostenibile (Geng *et al.*, 1990).

In questo contesto, i processi decisionali sono divenuti molto più complessi e sono cresciute le conoscenze e le problematiche cui il viticoltore deve far fronte. Nell'ottica di facilitare l'implementazione di un uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, la direttiva europea n. 128/2009 chiede agli Stati Membri di assicurare strumenti che consentano agli agricoltori l'accesso alle informazioni necessarie per prendere le decisioni corrette. I sistemi di supporto alle decisioni (in inglese Decision Support Systems, DSSs) sono lo strumento migliore per fornire tutte le informazioni necessarie ed aggiornate per la gestione di una specifica coltura, malattia o infestazione (Rossi *et al.*, 2012).

Horta S.r.l., *spin-off* dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, ha sviluppato un sistema di supporto alle decisioni per la gestione sostenibile del vigneto chiamato vite.net. Il DSS vite.net è stato sviluppato nell'ambito del progetto europeo MoDeM_IVM (A web-based system for real-time monitoring and decision making for integrated vineyard management; www.modem_ivm.eu) con l'intento di superare i problemi che hanno limitato l'utilizzo nella pratica agricola dei DSS sviluppati in passato (Magarey *et al.*, 2002). L'obiettivo di questo lavoro è: i) descrivere brevemente la struttura del DSS vite.net, e ii) mostrare i differenti passaggi che hanno portato al suo sviluppo e alla sua applicazione su larga scala.

Struttura e finalità di vite.net

Il DSS vite.net è stato progettato come uno strumento capace di fornire assistenza e informazioni aggiuntive e non per sostituire chi è deputato a prendere le decisioni circa la gestione del vigneto.

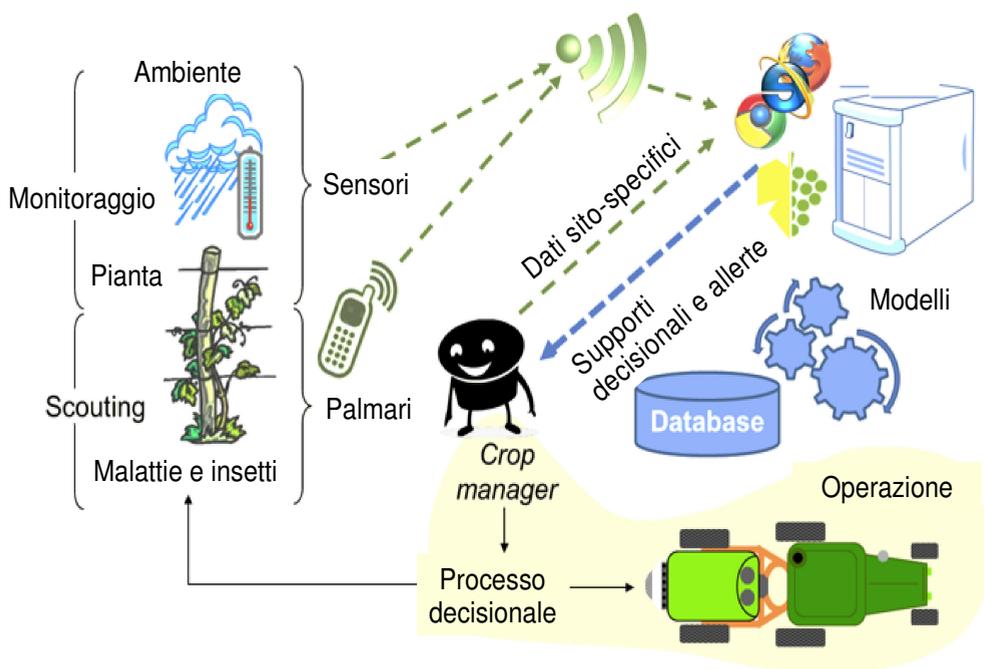
Il DSS si compone di due parti principali: (i) un sistema integrato per il monitoraggio in tempo reale delle componenti del vigneto (aria, suolo, piante, malattie e insetti) e la memorizzazione dei rispettivi dati; (ii) un applicativo disponibile on-line che, analizzando questi dati con tecniche di modellistica avanzata, fornisce in tempo reale allarmi e informazioni per supportare il processo decisionale.

I supporti e gli allarmi forniti da vite.net sono riferiti a un'unità produttiva (UP), ossia a uno o più vigneti, o a una porzione di vigneto, con caratteristiche varietali, di sesto e densità di impianto e condizioni di terreno che permettano una gestione uniforme nel corso della stagione. L'UP è definita dall'utente all'inizio della stagione attraverso un'interfaccia che raccoglie, organizza e integra informazioni sito-specifiche sia statiche (che non cambiano nel corso della stagione e sono immesse nel sistema dall'utente una volta sola) sia dinamiche (che cambiano nel corso della stagione). Ciascuna UP "creata" dall'utente riceve in tempo reale i dati rilevati nel vigneto attraverso sensori o monitoraggi; questi dati rappresentano gli input per i modelli previsionali operanti nel sistema. Gli output dei modelli, aggiornati di ora in ora, offrono informazioni che si riferiscono agli aspetti chiave della gestione del vigneto: la difesa dalle malattie fungine e dagli insetti dannosi, la protezione assicurata dall'ultimo trattamento effettuato, lo sviluppo della pianta e la stima della produzione, la gestione della chioma, gli stress termici e idrici.

Il servizio è fornito via internet tramite qualsiasi browser, è quindi disponibile 7 giorni su 7, 24 ore su 24, e non richiede l'installazione di specifici programmi sul proprio computer. La navigazione all'interno del portale di vite.net è intuitiva e dinamica e permette di scegliere il livello di dettaglio con cui esplorare le informazioni. Tutte le informazioni sono visualizzate in un formato grafico che sfrutta colori e simboli in grado di comunicare in modo immediato, efficace e univoco lo stato di ciascuna componente di gestione del vigneto. L'accessibilità via internet permette anche un tempestivo aggiornamento delle funzionalità non appena siano disponibili nuovi risultati della ricerca e senza nessun intervento da parte dell'utente.

Il diagramma concettuale di vite.net (Figura 1) prevede che le informazioni statiche e dinamiche di ogni vigneto acquisite per mezzo di sensori (es. sensori meteo) o attività di monitoraggio (es. tramite palmari) fluiscano in tempo reale in un database remoto. Il DSS immagazzina queste informazioni, le controlla, le analizza tramite modelli matematici, le interpreta attraverso un confronto con il cosiddetto *expert knowledge* (conoscenze degli esperti) ed infine fornisce supporti decisionali e allerte che l'utente può utilizzare per prendere decisioni informate circa la gestione del vigneto. Con l'esecuzione di un'azione (ad esempio un trattamento fungicida) lo stato del vigneto si modifica (nell'esempio si modifica il rischio di malattia) e pertanto – sempre tramite il monitoraggio dell'ambiente vigneto – si attiva un nuovo ciclo di informazioni: le informazioni quindi si muovono “da” e “verso” il vigneto in un circolo continuo che inizia con un monitoraggio e termina con un'azione (Rossi *et al.*, 2012).

Figura 1. Diagramma concettuale di vite.net



Funzionalità di vite.net

Nel DSS sono inclusi diversi modelli e varie funzionalità (Figura 2):

- Modelli per le infezioni primarie e secondarie di *Plasmopara viticola*: questi modelli simulano il comportamento della dormienza dell'inoculo svernante, seguono la dinamica di ciascuna coorte di oospore così come delle coorti di lesioni sporulanti, individuano i periodi di rischio per le infezioni, definiscono una "finestra" di possibile comparsa dei sintomi, calcolano la presenza e la sopravvivenza dell'inoculo all'interno del vigneto.
- Modelli per le infezioni primarie di *Erysiphe necator* e secondarie di *Oidium tuckeri*: questi modelli simulano il comportamento della dormienza dell'inoculo svernante, gli

eventi di rilascio delle ascospore dai casmoteci, individuano i periodi di rischio per le infezioni, definiscono una "finestra" di possibile comparsa delle infezioni, generano un indice di rischio che sintetizza l'andamento delle infezioni secondarie di oidio durante la stagione anche in funzione della suscettibilità dell'ospite al patogeno legata alla resistenza ontogenetica.

- Modelli per gli insetti (tignoletta, cocciniglia farinosa e *Scaphoideus titanus*): questi modelli restituiscono la dinamica dello sviluppo degli insetti e, nel caso della tignoletta, anche l'abbondanza delle popolazioni.
- Modelli per gli stress abiotici: danni da basse temperature e stress idrico delle piante.
- Modelli per lo sviluppo della pianta: simulano la dinamica di emissione delle foglie e di sviluppo riproduttivo (dallo stadio di infiorescenze visibili a grappoli maturi).

Altre funzionalità riguardano la distribuzione dei prodotti fitosanitari (con un sistema che permette di calcolare la dose del prodotto fitosanitario da distribuire e le caratteristiche operative del mezzo di distribuzione), la durata dell'efficacia (preventiva e curativa) dei prodotti fitosanitari distribuiti, la stampa del quaderno di campagna, il calcolo della sostenibilità del processo produttivo del vigneto (attraverso specifici indicatori di sostenibilità).

Figura 2. Il DSS vite.net prende in considerazione vari aspetti della gestione viticola: coltivazione, gestione della chioma, stress abiotici e difesa. I triangoli indicano le funzionalità già operative, i quadrati le funzionalità in fase prototipale e i semicerchi le funzionalità in fase di sviluppo



Fase pilota

Nelle stagioni 2011 e 2012 il sistema vite.net è stato testato in un progetto pilota per la gestione della peronospora in viticoltura biologica, con il nome di vitebio.net (Caffi *et al.*, 2012). In 21 aziende è stata installata una stazione meteorologica automatica (Davis Instruments Corp., Hayward, California, USA) in grado di registrare, con cadenza oraria, i dati di temperatura, umidità relativa, bagnatura fogliare e pioggia e di trasmetterli via GPRS all'indirizzo IP del *server repository* del DSS. La dimensione dei vigneti destinati alla prova è risultata variabile da 1 a 5 ettari, in funzione delle disponibilità operative delle aziende pilota e dell'omogeneità dei vigneti selezionati. Queste porzioni di vigneti sono state gestite secondo gli allarmi generati dal DSS mentre le restanti porzioni sono state condotte secondo la consueta pratica aziendale; è stato mantenuto anche un testimone non trattato. Le aziende pilota sono state visitate regolarmente durante le due stagioni per seguire la crescita delle piante, come pure la presenza e lo sviluppo di malattie e insetti. I trattamenti fitosanitari sono stati registrati nell'apposito registro trattamenti presente nel sistema vite.net. In entrambe le stagioni, grazie all'utilizzo di vite.net è stato possibile ridurre il numero dei trattamenti effettuati e la dose di rame utilizzata, con un risparmio medio di rame pari al 37%, mantenendo lo stesso grado di controllo delle malattie rispetto al testimone aziendale. Questa riduzione ha anche permesso di ridurre i costi (con un risparmio medio di 195 €/ha rispetto alla pratica aziendale) e, ovviamente, di aumentare la sostenibilità. È facile immaginare come il vantaggio economico avrebbe potuto essere superiore nel caso in cui si fosse operato in vigneti non biologici e si fossero utilizzati fungicidi di sintesi anziché prodotti rameici.

Nel corso del progetto sono stati anche organizzati seminari e visite mirate a capire i criteri e le dinamiche del processo decisionale alla base delle azioni intraprese per la gestione del vigneto. Tutti gli utenti hanno consultato regolarmente il DSS e la maggior parte di loro ha aumentato la consultazione durante il trascorrere della stagione. Le allerte ed i supporti decisionali sono stati considerati espliciti e facili da comprendere. Maggiori informazioni circa le valutazioni effettuate dagli utenti sono disponibili in Rossi *et al.*, 2014.

Applicazione su larga scala

Nel 2013, vite.net è stato utilizzato da 47 aziende viti-vinicole per un totale di oltre 3.000 ettari in varie zone d'Italia, da 25 consulenti privati o tecnici di consorzi (che hanno usato il DSS per fornire consulenze alle aziende) e da 21 tecnici di enti pubblici (Figura 3A). Questi utenti hanno eseguito circa 55.000 accessi al portale di vite.net nel periodo aprile - metà di settembre (Figura 3B), con un picco tra maggio e giugno (Figura 4). Altri 22.000 accessi sono stati effettuati da 4 tecnici di Horta allo scopo di fornire assistenza e consulenza agli utenti (Figura 3B).

Figura 3. Numero di utenti del DSS vite.net nel 2013 (A) e numero di accessi al portale del DSS tra aprile and metà settembre (B)

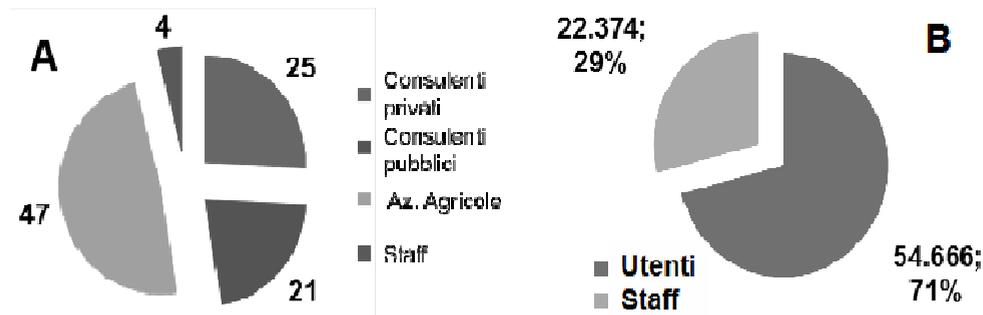
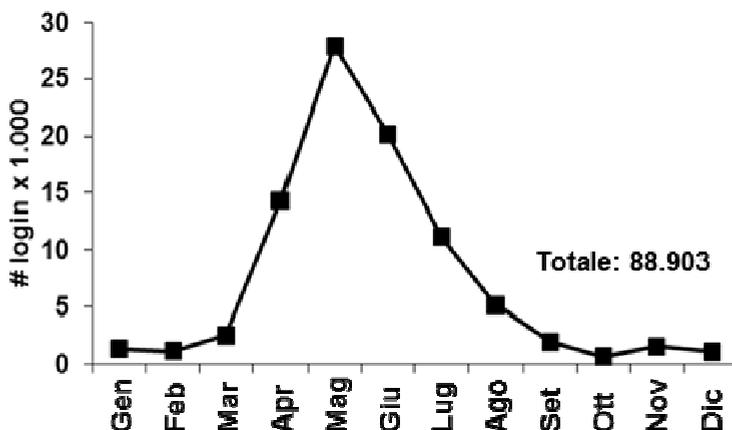


Figura 4. Numero di accessi al portale di vite.net registrati nel 2013



CONCLUSIONI

Il DSS vite.net è stato ideato per fornire informazioni aggiuntive a coloro che hanno la responsabilità di prendere le decisioni tattiche per una gestione sostenibile dei vigneti; l'utente resta il responsabile ultimo delle scelte e delle azioni da intraprendere.

Le allerte e gli strumenti di supporto forniti dal DSS sono tarati su una unità produttiva, vale a dire un vigneto o parte di esso che per le sue caratteristiche geo-morfologiche e ambientali viene gestito in maniera uniforme durante la stagione. Ciascuna unità è definita da caratteristiche statiche e dinamiche. Le caratteristiche non cambiano nel corso della stagione (ad es. varietà, sesto d'impianto, forma di allevamento, ecc.) mentre quelle dinamiche si modificano continuamente nel corso della stagione e vengono acquisite dal DSS attraverso misurazioni (ad es. i dati meteo) o monitoraggi (ad es. la comparsa di una malattia).

Nel corso della stagione, i sensori meteo (accorpati in una centralina meteo o sensori wireless collocati nella vegetazione) installati nel vigneto rilevano e trasmettono in tempo reale via GPRS i dati al DSS. Ulteriori informazioni sulle componenti del vigneto possono

essere rilevate con una serie di osservazioni in loco, la cui esecuzione è guidata e facilitata dall'uso di appositi strumenti portatili (es. palmari). Il DSS vite.net è stato concepito in modo da poter funzionare anche senza dati di monitoraggio, ma la loro disponibilità rende gli output dei modelli ancora più specifici per il vigneto attraverso una calibrazione in itinere dei modelli. Il DSS vite.net è disponibile via internet; ciò elimina la necessità di installare un software nel computer dell'utente e permette il collegamento da qualsiasi tipo di supporto, fisso o mobile. Inoltre, in questo modo, il DSS può essere costantemente e facilmente aggiornato in modo da garantire agli utenti di avere sempre a disposizione le ultime innovazioni derivanti dalla ricerca. La navigazione all'interno del portale di vite.net è intuitiva e dinamica e permette di scegliere il livello di dettaglio con cui esplorare le informazioni.

La valutazione del DSS da parte di esperti e ricercatori è stata complessivamente positiva; il grado di consenso da parte degli utenti finali (viticoltori e consulenti) è stato alto sia durante la fase pilota (in cui l'utilizzo del DSS è stato gratuito) sia nel corso dell'applicazione su larga scala (che richiede il pagamento di un canone annuale variabile con le dimensioni del vigneto).

In vista dell'entrata in vigore della Direttiva 2009/128/CE sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, vite.net offre al viticoltore la possibilità concreta di implementare la difesa integrata e di fornire giustificazione delle proprie decisioni relative alla difesa qualora soggetto a controlli di verifica di conformità. Nella Direttiva e nel Piano d'Azione Nazionale, le attività di monitoraggio e i sistemi di allerta basati su modelli epidemiologici, quali quelli operanti in vite.net, sono infatti indicati tra le soluzioni tecniche per l'implementazione della difesa integrata e la riduzione della dipendenza dai prodotti fitosanitari.

Ringraziamenti

La ricerca che ha prodotto questi risultati è stata finanziata dal VII Programma Quadro dell'Unione Europea, gestito da REA-Research Executive Agency <http://ec.europa.eu/research/rea> ([FP7/2007-2013] [FP7/2007-2011]) nell'ambito dell'Accordo di Sovvenzione n. [262059]. Alcune prove in aziende pilota sono state effettuate nell'ambito dei progetti europei "PURE" (call FP7-KBBE-2010-4, project n° 265864) e "VineMan.org" (progetto ERA-NET CORE-Organic II, project n° 249667).

LAVORI CITATI

- Caffi, T., Legler, S.E., Salinari, F., Mariani, L., and Rossi, V. 2012. VITEBIO.NET™: la web assistance per il controllo della peronospora in viticoltura biologica. *Atti Giornate fitopatologiche* 2, 405-412.
- Geng, S., Hess, C.E., and Auburn, J., 1990. Sustainable agricultural systems: concepts and definition. *Journal of Agronomy and Crop Science* 165(2):73-85.
- Magarey, R.D., Travis, J.W., Russo, J.M., Seem, R.C., and Magarey, P.A. 2002. Decision Support Systems: Quenching the Thirst. *Plant Disease* 86(1):4-14.
- Rossi, V., Caffi, T., and Salinari, F. 2012. Helping farmers face the increasing complexity of decision-making for crop protection. *Phytopathologia Mediterranea* 51:457-479.
- Rossi, V., Salinari, F., Poni S., Caffi, T., and Bettati, T. 2014. Addressing the implementation problem in agricultural decision support systems: the example of vite.net®. *Computers and Electronics in Agriculture* 100:88-99.