



Il progetto *AgriCS*, Agricoltura, Conoscenza, Sviluppo



Valentino Volpe, Stefano Barbieri

Servizio fitosanitario e chimico, ricerca, sperimentazione e assistenza tecnica

L'insieme dei modelli matematici e degli strumenti di simulazione sviluppati con il progetto *AgriCS* consentirà di integrare ed arricchire l'attività di diffusione della conoscenza e della sperimentazione in agricoltura a favore delle imprese del territorio regionale attraverso modalità e strumenti innovativi.

Nell'ambito della Misura 1 del Programma di Sviluppo Rurale 2014 - 2020 della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (PSR), dedicata al "Trasferimento di conoscenze e azioni di informazione", l'Agenzia regionale per lo sviluppo rurale ERSA, in qualità di beneficiario della sottomisura 1.2 del PSR, ha ricevuto un finanziamento per la realizzazione del progetto *AgriCS*, Agricoltura, Conoscenza, Sviluppo.

Tale sottomisura si concentra sulle attività di infor-

mazione e divulgazione finalizzate alla raccolta, alla diffusione e illustrazione dei risultati della ricerca e della sperimentazione, delle innovazioni e dei processi innovativi in agricoltura verso le imprese, nell'ottica di un aumento della competitività e della sostenibilità delle aziende, contribuendo nel contempo allo sviluppo delle aree rurali. Particolare attenzione viene rivolta alle sfide che devono essere affrontate dalle aziende agricole in tema di cambiamenti climatici, aspetti energetici, uso efficiente delle risorse e tutela dell'ambiente.

I destinatari finali della sottomisura 1.2 del PSR sono evidenziati nel box dedicato.

Il progetto *AgriCS* si basa sul presupposto che accanto ai tradizionali servizi di assistenza tecnica e di consulenza in campo, il cui ruolo non può essere né surrogato né sostituito, molte delle nuove e complesse conoscenze in agricoltura possono raggiungere l'intera comunità del settore agricolo e le imprese sfruttando le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT). Rispetto all'obiettivo della diffusione delle conoscenze e delle

Destinatari finali della sottomisura 1.2 del PSR

I destinatari finali della Misura 1, Sottomisura 1.2 del PSR e pertanto delle attività di *AgriCS*, sono individuati nei seguenti soggetti:

- i dipendenti, i titolari, i legali rappresentanti e i soci di imprese operanti nel settore agricolo forestale o delle PMI operanti nel settore agro alimentare che siano potenzialmente eligibili quali beneficiari del PSR;
- i proprietari di terreni agricoli e forestali situati in Friuli Venezia Giulia;
- i gestori di aree forestali situate in Friuli Venezia Giulia;
- altri soggetti pubblici e privati che operano nel campo della gestione delle aree rurali che siano potenzialmente eligibili quali beneficiari del PSR.

innovazioni in agricoltura, tali tecnologie possono caratterizzarsi per:

- a. immediata e regolare disponibilità di dati e informazioni tecniche a favore delle aziende;
- b. organizzazione delle informazioni di interesse rispetto al loro utilizzo finale in relazione a colture, produzioni agricole, allevamenti, tecniche e tecnologie in ambito agricolo;
- c. utilizzazione del dato e dell'informazione per simulare le scelte aziendali attraverso applicativi dedicati;
- d. possibilità di verificare gli effetti delle scelte tecniche ed economiche delle aziende nel breve, medio e lungo periodo;
- e. fruizione di sistemi di supporto decisionali nel processo di consulenza e assistenza tecnica dell'azienda agricola.

In tale ottica, ERSA, attraverso il progetto *AgriCS*, sfruttando le potenzialità offerte dalle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nella diffusione delle conoscenze, si è proposta di sviluppare una piattaforma web aperta che comprende una serie di modelli matematici previsionali e di simulazione nonché di sistemi di supporto alle decisioni rivolti alle aziende agricole del territorio regionale e che più in generale rivestono significato per il trasferimento di informazioni e innovazione a favore del settore agricolo. Gli ambiti che saranno presi in considerazione sono: la difesa fitosanitaria, la difesa integrata delle colture e gli schemi di produzione integrata, l'irrigazione delle colture e l'ottimizzazione della risorsa acqua a scopi irrigui, la concimazione delle colture e infine la simulazione degli effetti delle scelte tecniche e gestionali delle aziende agricole. Nella visione di ERSA l'insieme degli strumenti di simulazione sviluppati con il progetto consentirà di integrare ed arricchire l'attività di diffusione della conoscenza e della sperimentazione in agricoltura a favore delle imprese del territorio attraverso modalità e strumenti innovativi. Accanto allo sviluppo delle applicazioni modellistiche, il progetto prevede inoltre la divulgazione e la disseminazione di

attività sperimentali condotte da ERSA, che abbracciano una serie di tematismi coerenti con le strategie individuate nel PSR.

In sintesi le attività di *AgriCS* si concentrano sui seguenti aspetti:

- a. sviluppo di una piattaforma ICT utilizzabile sia per l'accesso ai modelli previsionali e ai sistemi di supporto alle decisioni in ambito agricolo e fitosanitario sviluppati con il progetto, sia per la visualizzazione di alcuni scenari territoriali di carattere agro-meteorologico (SAM);
- b. sperimentazione finalizzata alla raccolta dati e alla validazione delle applicazioni modellistiche e dei sistemi di supporto alle decisioni del progetto;
- c. disseminazione dei risultati della sperimentazione ERSA coerente con i tematismi individuati con il progetto e divulgazione delle applicazioni modellistiche del progetto in modo da favorirne la fruizione e l'utilizzazione presso le aziende agricole e i destinatari finali della sottomisura 1.2 del PSR.

Modelli matematici previsionali e di simulazione dedicati ad aspetti agronomici

I modelli matematici previsionali e di simulazione del progetto *AgriCS* dedicati ad aspetti agronomici (AGR) sono quelli riportati in Tabella 1. In considerazione dell'importanza attribuita dal progetto ai temi climatici, ambientali e di sostenibilità tecnico-economica dell'azienda agricola, i modelli AGR riguardano l'irrigazione delle colture a livello aziendale (modello IR), la concimazione delle colture (modello CN) ed infine la simulazione degli aspetti tecnici e gestionali dell'azienda agricola (modello AZ).

Con il modello matematico dedicato all'irrigazione delle colture a livello aziendale (IR) ci si propone di rappresentare il bilancio idrico delle colture, di valutare la risposta produttiva dell'intervento irriguo ed infine di introdurre un sistema di supporto alle decisioni su alcuni specifici aspetti quali l'ot-

Tabella 1:
Modelli matematici e di simulazione di *AgriCS* dedicati ad aspetti agronomici (AGRI).

Modello	Descrizione	Tipologia modello
IR	Irrigazione delle colture a livello aziendale	Modello di simulazione Sistema di supporto alle decisioni
CN	Concimazione delle colture a livello aziendale	Modello di simulazione Sistema di supporto alle decisioni
AZ	Simulazione degli aspetti tecnici e gestionali dell'azienda agricola	Modello di simulazione Sistema di supporto alle decisioni

timizzazione del piano colturale, la valutazione dell'efficienza economica del singolo intervento irriguo, la valutazione di scenari alternativi di colture primaverili-estive finalizzate al minor consumo irriguo, la valutazione dello stress idrico e di alcuni dei suoi effetti sulle colture.

Il modello matematico dedicato alla concimazione delle colture a livello aziendale (CN) ha l'obiettivo di rappresentare la dinamica dei nutrienti e della sostanza organica nel suolo, l'utilizzazione dei nutrienti da parte delle colture, le relazioni tra concimazione e irrigazioni delle colture; si propone inoltre di valutare l'eventuale lisciviazione e il *run-off* (ruscellamento) dei nutrienti e di descrivere il flusso di nutrienti nel sistema suolo-pianta. Il modello può inoltre fungere da sistema di supporto alle decisioni rispetto alla distribuzione dei concimi sia minerali che organici, l'efficienza economica degli interventi di concimazione, gli effetti delle lavorazioni del terreno, l'ottimizzazione della distribuzione dei concimi organici e degli effluenti zootecnici massimizzandone l'efficienza agronomica in relazione alle successioni e alle rotazioni colturali praticate.

Il modello matematico dedicato alla gestione dell'azienda agricola (AZ) è senz'altro il più complesso tra quelli agronomici previsti nel progetto. Tale modello infatti deve essere in grado di delineare l'insieme delle operazioni aziendali e di offrire un sistema di supporto alle decisioni in merito alla gestione dell'azienda e alla sua sostenibilità. Il modello AZ deve rappresentare la gestione del suolo, le produzioni agricole e zootecniche dell'azienda, descrivere il ciclo di vita (LCA) dei processi aziendali per misurarne la sostenibilità, definire il bilancio energetico dell'azienda e la gestione delle singole operazioni aziendali. Come sistema di supporto alle decisioni, il modello è dedicato a valutare la sostenibilità ambientale ed economica dell'azienda agricola oltre alle scelte economiche aziendali di breve, medio e lungo periodo.

Modelli matematici previsionali e di simulazione dedicati ad aspetti fitosanitari

Uno degli obiettivi più significativi del progetto *AgriCS* è quello di proporre al settore agricolo regionale un sistema decisionale riguardo alla difesa fitosanitaria tenendo primariamente conto delle indicazioni stabilite dalla Direttiva 2009/128/CEE. I modelli matematici previsionali del progetto *AgriCS* dedicati agli aspetti fitosanitari (PHY) sono indicati in Tabella 2.

Tra i modelli matematici previsionali fitosanitari vi è quello dedicato alla peronospora della vite (modello PSV). Tale modello descriverà l'evoluzione nel tempo delle oospore della crittogama e sarà finalizzato alla previsione delle infezioni primarie e secondarie di peronospora sulla base dei dati meteorologici (pioggia, temperatura, umidità relativa, bagnatura fogliare).

Un secondo modello matematico previsionale PHY riguarderà la ticchiolatura del melo (modello TCM). In questo caso il modello descriverà l'evoluzione nel tempo delle ascospore della crittogama e la previsione delle infezioni primarie e secondarie di ticchiolatura in funzione dei dati meteorologici (pioggia, temperatura, umidità relativa, bagnatura fogliare).

Accanto ai modelli previsionali dedicati alla peronospora della vite ed alla ticchiolatura del melo, con il progetto *AgriCS* verranno sviluppati una serie di altri modelli matematici riguardanti alcuni parassiti delle colture erbacee ed arboree. Tali modelli, indicati in Tabella 2 nel loro insieme come AMP, sono dedicati alla diabrotica del mais (*Diabrotica virgifera*), alla piralide del mais (*Ostrinia nubilalis*), alla tignola della vite (*Eupoecilia ambiguella*), alla tignoletta della vite (*Lobesia botrana*), allo scafoideo (*Scaphoideus titanus*) ed alla carpocapsa (*Cydia pomonella*). In generale questi modelli saranno in grado di rappresentare l'evoluzione dei voli, della deposizione delle uova e dei

Modello	Descrizione	Tipologia modello
PSV	Peronospora della vite (<i>Plasmopara viticola</i>)	Modello previsionale
TCM	Ticchiolatura del melo (<i>Venturia inaequalis</i>)	Modello previsionale
AMP	Altri parassiti: Diabrotica del mais (<i>Diabrotica virgifera</i>) Piralide del mais (<i>Ostrinia nubilalis</i>) Tignola della vite (<i>Eupoecilia ambiguella</i>) Tignoletta della vite (<i>Lobesia botrana</i>) Scafoideo (<i>Scaphoideus titanus</i>) Carpocapsa (<i>Cydia pomonella</i>)	Modello previsionale

Tabella 2:
Modelli matematici e di simulazione di *AgriCS* dedicati ad aspetti fitosanitari (PHY).

diversi stadi larvali e di sviluppo, tenendo conto della specifica biologia di ciascuno dei parassiti.

Dati meteorologici, scenari agrometeorologici, utilizzo ed accessibilità dei modelli matematici e di simulazione di AgriCS

Tutti i modelli matematici sviluppati con AgriCS (Tab. 1 e 2) prevedono, tra gli altri input, l'utilizzo di dati meteorologici (temperatura dell'aria, precipitazioni, umidità relativa, bagnatura fogliare) su base giornaliera o, nel caso specifico dei modelli fitosanitari, su base oraria; tali dati saranno forniti ed elaborati dal Servizio Osmer dell'ARPA Friuli Venezia Giulia, Agenzia con la quale ERSA, nell'ambito del progetto AgriCS, ha concluso un'apposita convenzione di collaborazione. Oltre alla fornitura di dati meteorologici elaborati, dedicati ad alimentare i modelli matematici del progetto, Osmer produrrà alcuni scenari agrometeorologici di carattere territoriale (SAM), illustrati nella Tabella 3. Si tratta di scenari di interesse generale che hanno lo scopo di fornire delle prime rappresentazioni su scala regionale di aspetti agronomici e fitosanitari e pertanto hanno carattere indicativo degli scenari prescelti, con obiettivi di utilizzazione diversi da quelli che caratterizzano i modelli matematici agronomici e fitosanitari descritti in Tabella 1 e Tabella 2 rispettivamente. La piattaforma ICT di AgriCS gestirà tutti i dati di input dei modelli matematici previsti ed i singoli modelli saranno invocati con modalità *web-service*. Il progetto prevede che gli output dei modelli previsionali di carattere fitosanitario (Tab. 2) vengano visualizzati in forma numerica, mediante grafici, tabelle o mappe sulla piattaforma ICT del progetto AgriCS, con delle rappresentazioni su aree specifiche del territorio regionale.

Le aziende agricole ed i destinatari finali della sottomisura 1.2 del PSR che avranno partecipato ad eventi di divulgazione specialistica sulle

applicazioni modellistiche del progetto potranno comunque avere diretto accesso alla piattaforma ICT del progetto ed utilizzare sia i modelli agronomici (Tab. 1) che quelli fitosanitari (Tab. 2) di AgriCS.

Attività divulgativa e dimostrativa di AgriCS

L'attività divulgativa di AgriCS si articola su tre diversi piani:

- disseminazione dei risultati della sperimentazione condotta da ERSA di interesse per il progetto (divulgazione DVG) e coerente con i tematismi del progetto indicati in Tabella 4;
- divulgazione sulle applicazioni modellistiche e sulle informazioni accessibili ai destinatari finali dell'operazione sulla piattaforma ICT del progetto (divulgazione ICG);
- divulgazione specialistica dedicata all'utilizzazione delle applicazioni modellistiche fruibili sulla piattaforma ICT del progetto e riservata ai destinatari finali della sottomisura 1.2 del PSR che avranno partecipato a tale attività informativa (divulgazione ICS).

Gli eventi divulgativi del progetto sono al momento pubblicati periodicamente sul sito istituzionale dell'ERSA, <http://www.ersa.fvg.it> ed in futuro, una volta completata, su di un'apposita sezione della piattaforma ICT di AgriCS. Informazioni sull'attività del progetto possono essere ottenute attraverso la seguente e-mail: infoagrics@ersa.fvg.it.

Il progetto AgriCS, sintesi informazioni attuative

Inizio: ottobre 2017

Conclusione: maggio 2021

Finanziamento: Programma di sviluppo rurale 2014 - 2020 della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

Importo totale sostegno pubblico:

€ 1.497.789,59 di cui FEASR: € 645.846,87

Tabella 3:
Scenari agro-meteorologici (SAM) accessibili sulla piattaforma ICT di AgriCS.

SAM	Descrizione	Significato
SAM-1	Sviluppo e diffusione territoriale della peronospora della vite	Indicazione generale di carattere territoriale
SAM-2	Sviluppo e diffusione territoriale della ticchiolatura del melo	Indicazione generale di carattere territoriale
SAM-3	Bilancio idrico territoriale e analisi stress idrico di alcune colture	Indicazione generale di carattere territoriale
SAM-4	Scenari territoriali di praticabilità della utilizzazione agronomica effluenti zootecnici e digestati in base a dati meteorologici	Indicazione generale di carattere territoriale

Riferimento	Descrizione
T.1	Diffusione di buone pratiche agronomiche ed ambientali
T.2	Diversificazione delle colture anche in relazione agli effetti sull'ambiente e all'impatto sui cambiamenti climatici
T.3	Supporto alle aziende per l'attuazione dei principi generali della difesa integrata
T.4	Aspetti che contribuiscono all'attuazione della Direttiva 2000/60/CE ("Direttiva acque")
T.5	Attuazione di operazioni agronomiche volte alla mitigazione dei cambiamenti climatici ed adattamento ad essi, gestione ed aumento dell'efficienza delle risorse idriche
T.6	Valutazione dell'efficienza aziendale in termini economici, tecnici ed ambientali
T.7	Miglioramento della gestione del suolo e promozione del sequestro di carbonio nel settore agricolo
T.8	Risparmio energetico e produzione di energia aziendale
T.9	Introduzione di pratiche agro-ambientali e di agricoltura biologica
T.10	Alpicoltura e alpeggio
T.11	Innovazioni e processi innovativi in agricoltura

Tabella 4:
Tematismi del progetto
AgriCS rispetto alla attività
divulgativa DVG.

Glossario: modelli matematici e web-service

Modello matematico: insieme e serie di equazioni dedicate a rappresentare un sistema di interesse. Il sistema di interesse può essere per esempio individuato in un sistema biologico complesso (ambiente, pianta, animale). Le equazioni del modello vengono codificate in un linguaggio di simulazione (il codice) che viene gestito da un computer. I modelli matematici possono essere distinti in:

- **Modelli empirici:** il sistema oggetto di studio viene descritto sulla base delle relazioni statistiche tra le variabili che tuttavia non esplicano la natura e i meccanismi alla base di tali relazioni; in tal senso i modelli empirici vengono anche definiti come "descrittivi".
- **Modelli meccanicistici:** in contrapposizione ai modelli empirici ("descrittivi") i modelli meccanicistici vengono definiti anche come "esplicativi". Nei modelli meccanicistici il comportamento del sistema è la risultante del funzionamento di sottosistemi di livello di organizzazione gerarchica inferiore. Per esempio se il sistema oggetto di studio è un organismo (livello n), questo risulterà descritto dal funzionamento a livello di cellule di ciascun tessuto (livello n - 1), a sua volta descritte in termini di vie biochimiche e pool di metabolici tipici delle cellule di quel tessuto (livello n - 2)
- **Modelli statici:** le soluzioni di questi modelli sono relative a specifiche condizioni che non variano nel tempo. Tali modelli non sono pertanto in grado di descrivere l'evoluzione del sistema nel tempo.
- **Modelli dinamici:** in contrapposizione ai quelli statici, i modelli dinamici tengono esplicitamente conto della variabile tempo. Una tipica situazione potrebbe riguardare la descrizione di un sistema ad un dato momento e dopo un determinato intervallo di tempo (esempio l'evoluzione della sostanza organica del suolo dopo un certo numero di anni di adozione di determinate pratiche colturali). I modelli dinamici sono descritti da equazioni differenziali la cui soluzione è affidata ad algoritmi di integrazione.
- **Modelli deterministici:** effettuano una simulazione senza tenere conto del grado di probabilità nella variazione del valore di una variabile. In questo caso non viene presa in considerazione l'incertezza che può accompagnare le variabili.
- **Modelli stocastici:** contrariamente a quelli deterministici, i modelli stocastici tengono conto delle variazioni casuali delle variabili e pertanto forniscono dei risultati in termini di probabilità.

Web service: servizio associato ad un'interfaccia che descrive un insieme di operazioni accessibili attraverso una rete Internet mediante un formato standard. Tramite un web service una applicazione può rendere accessibili le proprie funzionalità ad altre applicazioni operanti attraverso il web. Il servizio viene così esposto all'esterno in modo che altri sistemi possano interagire con l'applicazione stessa attivando le operazioni descritte nell'interfaccia.