

USO DI MODELLI AGROIDROLOGICI PER LA GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE DI COLTURE ARBOREE MEDITERRANEE

Agnese C.¹, Blanda F.¹, Minacapilli M.¹, Provenzano G.¹, Rallo G.¹

¹Dipartimento di Ingegneria e Tecnologie Agro-Forestali (ITAF), Università di Palermo, E-mail: agnese@unipa.it

Abstract

Nel presente lavoro viene presentato un confronto tra due modelli di bilancio idrologico: il modello proposto dalla FAO e il modello SWAP, basato sulla soluzione dell'equazione di Richards. Il confronto ha riguardato i valori delle componenti del bilancio idrologico ed i contenuti idrici del suolo relativamente alle due stagioni irrigue 2005 e 2006 su colture di Vite ed Olivo. È stata inoltre valutata la performance dei due modelli sulla programmazione dell'irrigazione impostando i parametri di scheduling ordinari della zona.

Introduzione

L'uso parsimonioso della risorsa idrica in agricoltura richiede che le colture vengano irrigate in base alle loro effettive esigenze, in quei periodi del ciclo vegeto-produttivo nei quali l'intervento irriguo è in grado di massimizzare la produzione. Una gestione orientata in tal senso può essere supportata da modelli di bilancio idrico del sistema suolo-pianta-bassa atmosfera, in grado di definire i tempi degli interventi irrigui e l'entità dei singoli adacquamenti. Nella presente nota, sono state analizzate le possibilità applicative di due modelli di bilancio idrologico, ai fini della programmazione irrigua a scala aziendale; sono stati utilizzati il modello SWAP (van Dam, 1997), che integra numericamente l'equazione di Richards modificata con l'aggiunta di un termine di attingimento radicale, e il modello FAO (Allen et al., 1998), che si basa su una schematizzazione semplificata del suolo, come semplice serbatoio. In una fase preliminare, i modelli sono stati validati, mediante un confronto dei valori di contenuto idrico simulati, con misure dirette dello stesso nello spessore di suolo interessato dall'apparato radicale.

Materiali e metodi

L'indagine è stata condotta all'interno di un'azienda sita in Agro di Castelvetro (Sicilia Occidentale), coltivata a vite, olivo ed agrumi, all'interno della quale ricade una stazione di rilevamento agrometeorologico del SIAS (Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano). Nella prima fase della sperimentazione, che si è sviluppata per due stagioni irrigue consecutive (2005, 2006), si è proceduto alla caratterizzazione idraulica dei suoli, determinando le curve di ritenzione e di conducibilità su 20 campioni di suolo prelevati in due diversi siti, a differenti profondità, esplorando l'intero strato occupato dall'apparato radicale. Successivamente, per ogni coltura e in differenti fasi fenologiche, sono stati acquisiti i principali parametri biofisici, o attraverso misurazioni dirette (LAI, altezza della coltura), o attraverso il confronto con dati di letteratura rilevati in condizioni analoghe (coefficienti di estinzione, fattore di deplezione). Nel corso delle due stagioni irrigue esaminate, sono stati inoltre monitorati i contenuti idrici del terreno utilizzando sia sensori TDR (TDR 100, Campbell Scientific, Inc.) che FDR (Diviner 2000, Sentek). Una differenza sostanziale tra i due modelli consiste nel diverso dettaglio col quale sono simulati i contenuti idrici. Nel modello SWAP tali contenuti variano con la profondità, per effetto del moto di infiltrazione e della diversa densità dell'apparato

radicale che ne modificano la funzione di attingimento. Nel modello FAO, invece, è simulato solamente il contenuto idrico medio nell'intero spessore di suolo interessato dall'apparato radicale. Al fine di rendere omogeneo il confronto, il profilo di umidità di SWAP è stato integrato nel dominio di sviluppo dell'apparato radicale attraverso la nota procedura di Bezout. Nella fase di validazione, sono stati definiti, per i due modelli, le rispettive funzioni di stress idrico, che descrivono la riduzione dei flussi traspirativi della pianta generata dalle condizioni sub-ottimali dello stato idrico del suolo. Più precisamente, per il modello SWAP, si è fatto riferimento ai potenziali critici suggeriti da Taylor e Ashcroft (1972), al di sotto dei quali la pianta riduce il tasso di traspirazione secondo una legge lineare. Per quanto concerne il modello FAO, invece, è stato utilizzato il modello di van Diepen per la definizione del fattore di deplezione, p , utilizzato nel calcolo del coefficiente di riduzione traspirativo, K_s . La scelta dei parametri di scheduling è stata effettuata osservando la gestione ordinaria dell'irrigazione nell'agro di Castelvetro; pertanto sono stati valutati i contenuti idrici medi del suolo precedenti ogni singolo adacquamento e, sulla base degli stessi, sono stati valutati i valori medi dei fattori che definiscono il momento di intervento irriguo (f nel modello SWAP e MAD nel modello FAO).

Risultati e discussioni

Si riportano di seguito solamente i risultati relativi alla coltura della vite. Nelle figg. 1a e 1b sono riportati gli udogrammi simulati dai due modelli, rispettivamente per le stagioni 2005 e 2006. Le figg. 1c e 1d riportano, con riferimento alle stesse stagioni irrigue, l'andamento dei flussi cumulati di evaporazione dal suolo e di traspirazione dalla pianta simulati dai due modelli. I risultati della simulazione possono considerarsi accettabili per entrambi i modelli; infatti l'errore medio di stima (RMSE) dei contenuti idrici è risultato pari a circa il 2%. Nella seconda fase dell'indagine si chiedeva ai modelli di simulare il numero e la distribuzione degli adacquamenti nonché il consumo idrico totale da parte delle colture, nell'ipotesi di assumere quali parametri di programmazione quelli ordinari della zona. La buona risposta del modello SWAP viene presentata con le figg. 2a-b attraverso gli udogrammi simulati adottando la programmazione irrigua (Irrig. Programmata) unitamente a quelli ottenuti fissando i volumi ed i momenti di intervento irriguo (Irrig. Ordinaria). Le figg. 2c-d mostrano inoltre come il consumo idrico totale simulato

adottando la programmazione irrigua sia del tutto confrontabile con quello ottenuto fissando i volumi ed i momenti di intervento irriguo. Il modello FAO, nella sua impostazione originale, si è dimostrato non idoneo alla programmazione irrigua delle colture esaminate, tanto da anticipare significativamente la stagione irrigua (di circa due mesi) con conseguente sovrastima dei consumi idrici.

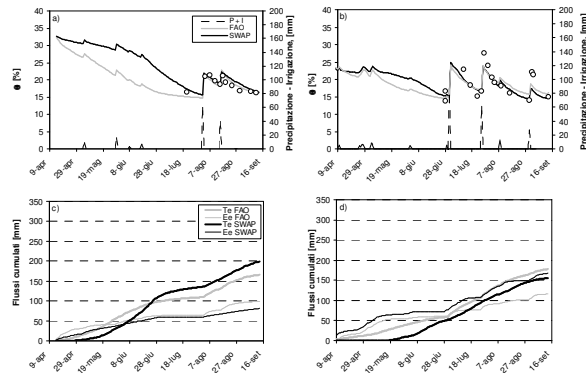


Figura 1a-d. Udogrammi simulati dai due modelli per la stagione irrigua 2005 (fig. a) e 2006 (fig. b) e corrispondenti flussi evaporativi dal suolo e traspirativi dalla pianta (figg. c- d)

L'analisi dei dati di input utilizzati nel modello FAO ha evidenziato come il fattore *MAD*, sostituendosi al fattore di deplezione, *p*, condizioni il coefficiente di stress idrico, *Ks* modificando in modo significativo la pendenza del tratto di curva che descrive il processo di essiccamento. Di conseguenza, l'uso del modello FAO nella gestione dell'irrigazione in regime di stress idrico, comporta una esaltazione dei flussi traspirativi a causa di valori del coefficiente *Ks* sempre prossimi o addirittura eguali all'unità. È stata quindi suggerita una modifica del modello FAO che consiste nel separare dal fattore *MAD* la componente ecofisiologica (rappresentata dal fattore di deplezione *p*) da quella economico-gestionale.

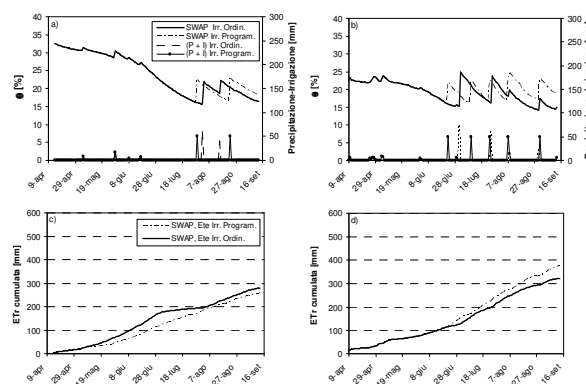


Figura 2a-d. Programmazione irrigua, Vite. Udogrammi e distribuzione degli adacquamenti simulati da SWAP per le stagioni irrigue 2005 (fig. a) e 2006 (fig. b). In corrispondenza i flussi evaporativi dal suolo e traspirativi dalla pianta (figg. c e d)

Tale modifica può essere effettuata intervenendo sull'algoritmo suggerito nel quaderno FAO 56, Annex 8.

L'esame di fig. 3a-b evidenzia come il modello modificato preveda un numero di interventi irrigui non molto dissimili da quelli ottenuti considerando la gestione irrigua ordinaria della zona. Anche con riferimento ai flussi evapotraspirativi cumulati, riportati nelle fig. 3c-d si è ottenuto un apprezzabile miglioramento, risultando valori dei consumi idrici totali molto prossimi a quelli simulati nell'ipotesi di considerare la gestione ordinaria.

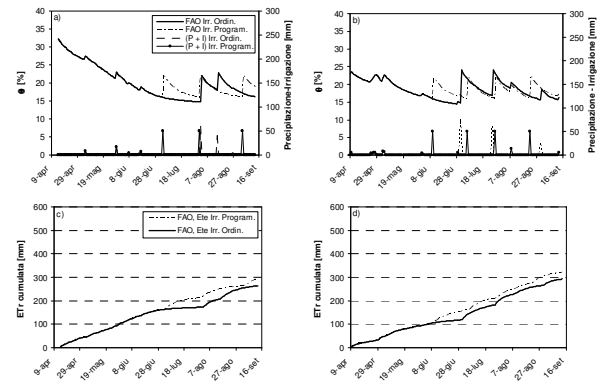


Figura 3a-d. Programmazione irrigua, Vite. Udogrammi e distribuzione degli adacquamenti simulati dal modello FAO modificato per le stagioni irrigue 2005 (fig. a) e 2006 (fig. b). In corrispondenza i flussi evaporativi dal suolo e traspirativi dalla pianta (figg. c e d)

Conclusioni

Nella fase di validazione ambedue i modelli hanno simulato con buona approssimazione l'andamento dei contenuti idrici medi del suolo risultando un errore di stima pari a circa il 2,0%. I due modelli hanno fornito risultati simili anche nella stima dei consumi idrici complessivi. Nella seconda fase dell'indagine, relativa alla programmazione dell'irrigazione, il modello SWAP ha con fiducia ripercorso la gestione tipica della zona. Per il modello FAO è stata suggerita una modifica dell'algoritmo che ha comportato un apprezzabile miglioramento dei risultati.

Ringraziamenti

Ricerca condotta nell'ambito del progetto "Agroidrologia Sicilia" finanziato dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia. Il contributo all'impostazione del lavoro è da ripartire in modo paritetico fra gli autori.

Bibliografia

- Allen et al. (1998). *Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56.
- Kroes J.G., van Dam J.C., Huygen J., Vervoort R.W. *User's Guide of SWAP version 2.0 Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment*
- Rallo G. (2008). *Bilancio idrico e gestione dell'irrigazione col programma IRRISIAS: analisi critica e possibilità di miglioramento. Tesi per il conseguimento del titolo di Master in Irrigazione in Ambiente Mediterraneo*.
- Taylor S.A., Ashcroft G.M., 1972. *Physical Edaphology*, San Francisco.