

ANALISI COMPARATA DI METODI DI STIMA DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE DELLA BARBABIETOLA DA ZUCCHERO E DEL POMODORO IN AMBIENTE SEMI-ARIDO

Ferrara R.M., Introna M., Martinelli N., Vitale D., Rana G.

CRA - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti caldo-aridi, via C. Ulpiani 5, 70125 Bari

Abstract

Il crescente fabbisogno di acqua da impiegare in agricoltura rende necessario valutare in maniera sempre più accurata l'effettivo consumo idrico delle colture. Stime rigorose di evapotraspirazione effettiva (*ET*) di colture irrigate possono risultare utili al fine di gestire in maniera razionale la pianificazione irrigua. Facendo riferimento al metodo diretto di stima dell'*ET* basato sul modello Penman-Monteith in cui le variabili meteorologiche sono misurate sulla coltura, due diversi approcci di calcolo di uno dei parametri più critici di tale modello, la resistenza colturale (r_c), vengono comparati. Il modello di Jarvis (1976) e l'approccio Katerji e Perrier (1983) per il calcolo della r_c vengono utilizzati per simulare l'*ET* di due colture, la barbabietola da zucchero e il pomodoro, coltivate in Capitanata (Foggia) e mantenute in buone condizioni idriche. In particolare, si presenta un'analisi comparata tra i risultati dei due suddetti modelli teorici e i valori di *ET* misurati mediante la tecnica *eddy covariance* a livello orario e su due stagioni colturali.

Introduzione

Nel Mediterraneo l'irrigazione è il solo modo per avere produzioni elevate e stabili nel tempo. A causa della limitata risorsa idrica in questa regione, è necessario determinare i consumi idrici delle colture in maniera accurata, al fine di mantenere un'irrigazione efficiente e sostenibile. Per una programmazione irrigua corretta è, dunque, necessario conoscere la quantità d'acqua realmente persa da una coltura per evapotraspirazione (*ET*). L'*ET* può essere misura o stimata con modelli. Ancora oggi le tecniche di misura sono piuttosto complesse e quindi limitate alla ricerca. Si ricorre dunque a metodi di stima dell'*ET* basati su modelli più o meno fisicamente basati (Katerji e Rana, 2008). Tra i modelli di *ET*, quello più diffuso e realmente efficace è quello di Penman-Monteith (P-M) (Monteith, 1965), in cui la variabile più importante da determinare è la resistenza colturale r_c , specie se la coltura è in stress idrico anche leggero (Rana e Katerji, 1998). Questa situazione si verifica sempre più spesso in Italia meridionale a causa dei recenti aumenti di temperatura dell'aria e alla crescente scarsità delle risorse idriche per l'agricoltura. In questo lavoro si confrontano le prestazioni di due modelli di r_c , confrontando l'*ET* reale modellizzata su scala oraria, con quella misurata con un metodo micrometeorologico, su due colture tipiche dei sistemi agricoli della Capitanata: la barbabietola da zucchero e il pomodoro da industria, sottoposte a regime irriguo tipico della zona. Poiché per la gestione dell'irrigazione è necessario determinare l'*ET* giornaliera, il test è stato effettuato anche su questa scala temporale.

Materiali e metodi

L'*ET* reale di una coltura secondo il modello di P-M si può scrivere anche sotto la forma, meno nota (Katerji e Rana, 2008):

$$\lambda ET = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} A \left[\left(1 + \frac{\gamma}{\gamma + \Delta} \frac{r^*}{r_a} \right) / \left(1 + \frac{\gamma}{\gamma + \Delta} \frac{r_c}{r_a} \right) \right]$$

con $A = R_n - G$ energia disponibile, R_n radiazione netta e G flusso di calore nel suolo, tutto in $W m^{-2}$. λ è il

calore latente di evaporazione ($J kg^{-1}$), γ è la costante psicrometrica ($kPa C^{-1}$), Δ è la pendenza della funzione pressione di vapor saturo vs. temperatura ($kPa C^{-1}$). r_a è la resistenza aerodinamica ($s m^{-1}$) calcolata come (Katerji e Rana, 2008):

$$r_a = \frac{\ln \frac{z-d}{z_0} \ln \frac{z-d}{h_c-d}}{k^2 u_z}$$

con $d = 0.67 h_c$ piano di spostamento nullo (m), h_c altezza della coltura (m), $z_0 = 0.12 h_c$ rugosità della coltura (m), k costante di von Kármán (0.4) e u_z velocità del vento misurata ad altezza z sulla coltura ($m s^{-1}$). r^* ($s m^{-1}$) è chiamata resistenza climatica o critica (Monteith 1965) e vale:

$$r^* = \frac{\Delta + \gamma}{\Delta \gamma} \frac{\rho c_p D}{A}$$

con ρ densità dell'aria ($kg m^{-3}$), c_p calore specifico a pressione costante dell'aria umida ($J kg^{-1} C^{-1}$) e D deficit di pressione di vapore (kPa). Infine, r_c ($s m^{-1}$) è la resistenza colturale superficiale calcolata secondo i due modelli testati in questo lavoro.

Modello 1 (Katerji e Perrier, 1983).

In questo caso la r_c è calcolata con la relazione (Katerji e Rana, 2008):

$$r_c / r_a = a \left(r^* / r_a \right) + b$$

con a e b coefficienti di calibrazione del modello, funzione della coltura e dello stato idrico e ricavati sperimentalmente. In Figura 1 è riportato il risultato della calibrazione per la barbabietola. In questo lavoro, dunque, si è assunto ($a=0.45$; $b=4.49$) e ($a=0.54$; $b=2.4$) per barbabietola da zucchero e pomodoro rispettivamente.

Modello 2 (Jarvis, 1976).

E' stata adottata la versione di Jacquemin e Noilhan (1990), valida per la gran parte dei suoli dopo calibrazione:

$$r_c = \frac{r_{s,min}}{LF_1F_2F_3F_4}$$

con $r_{s,min}$ resistenza minima della coltura (tabulata), F_1 funzione della radiazione fotosinteticamente attiva, F_2 funzione di D , F_3 funzione della temperatura dell'aria, F_4 funzione dell'umidità del suolo, L indice di area fogliare.

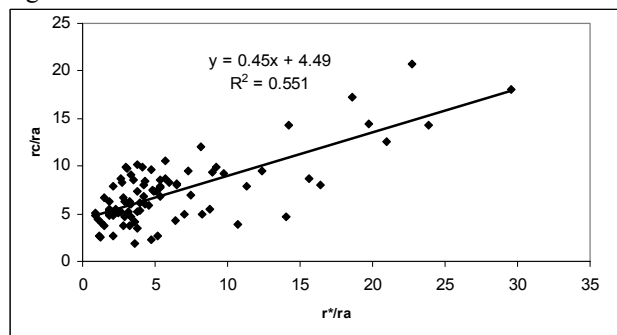


Fig. 1- Relazione sperimentale tra r_c/r_a e r^*/r_a ricavata utilizzando le misure dell'evapotraspirazione reale oraria della barbabietola da zucchero.

Le colture, il sito e gli strumenti di misura

I dati presentati in questo lavoro si riferiscono a due campagne sperimentali, su barbabietola da zucchero nel 2006 e su pomodoro da industria nel 2007, presso aziende private di circa 5-6 ha in Capitanata che fanno capo al Consorzio di Bonifica della Capitanata (Foggia) per l'approvvigionamento di acqua per l'irrigazione. Il clima della zona è di tipo mediterraneo semi-arido. L' ET reale della coltura è stata misurata mediante il metodo micrometeorologico denominato *Eddy Covariance* (EC), (i.a. Kaimal e Finnigan, 1994). Negli esperimenti in oggetto, si è utilizzato un anemometro sonico tridimensionale (USA-1, Metek, Germania) e un sensore di tipo *open-path* (LI-7500, Li-Cor, USA). Le altre grandezze meteorologiche sono state misurate direttamente sulla coltura, a circa 2 m dalla sommità, con strumenti standard.

Risultati e discussione

In Figura 2 sono riportati valori orari di ET calcolati con i due modelli di r_c precedentemente descritti e quella misurata con il metodo EC, su barbabietola durante una giornata parzialmente nuvolosa, quando la coltura copriva completamente il suolo. Si può constatare che il modello 2 sottostima, fino al 30% i valori di ET misurata, soprattutto nelle ore più calde del giorno, quando i valori sono più alti. L' ET calcolata con il modello 1, invece, dà su questa scala temporale, valori praticamente identici a quelli misurati.

Il confronto, su scala giornaliera, tra ET calcolata con il modello 1 ed ET misurata su barbabietola è dato in Figura 3. Lo stesso confronto per la ET calcolata su scala giornaliera con il modello 2, dà una pendenza di 0.85, un'intercetta di -1.2 mm/giorno e un r^2 di 0.67. Da questi dati e dal calcolo dei valori cumulati si può dunque affermare che il modello 2 sottostima (di circa il 15%) l' ET misurata.

Conclusioni

Il modello 1, basato su una r_c funzione delle variabili climatiche misurate sulla coltura ha delle ottime performance (sia in termini di recisione che di accuratezza) e può essere utilizzato sia per il *gap filling* di dati ET misurati che per stime utilizzabili per la gestione dell'irrigazione.

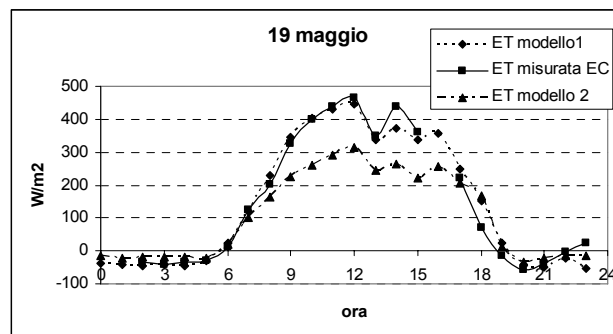


Fig. 2- Andamento dell' ET calcolata con i due modelli descritti nel testo e quella misurata con il metodo Eddy Covariance per la barbabietola.

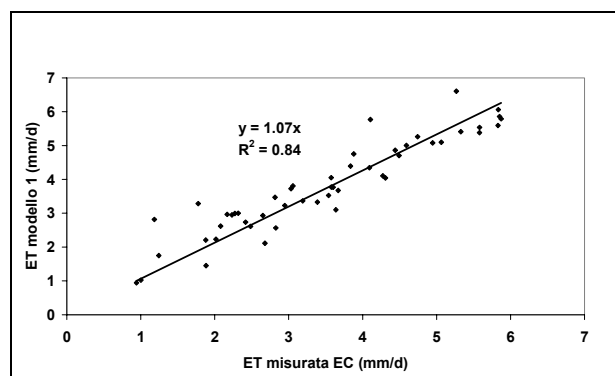


Fig. 3- Confronto, su scala giornaliera, tra ET calcolata con il modello 1 e misurata con il metodo Eddy Covariance per la barbabietola.

Ringraziamenti

Ricerca finanziata dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (Progetto AQUATER D.M. n. 209/7303/05 - Coord: Dr. M. Rinaldi).

Bibliografia

- Jacquemin, B., Noilhan, J., 1990. Sensitivity study and validation of a land surface parameterization using the HAPEX-MOBILHY data set Bound. Layer Meteorol., 52, 93-134.
- Jarvis, P.G., 1976. The interpretation of the variation in leaf water potential and stomatal conductance found in canopies. Philos. T. Roy. Soc. B., 273, 593-610.
- Kaimal, J.C., Finnigan, J.J., 1994. Atmospheric boundary layer flows. Their structure and measurements. Oxford University Press, Oxford, 289 pp.
- Katerji, N., Perrier, A., 1983. Modélisation de l'évapotranspiration réelle d'une parcelle de luzerne: rôle d'un coefficient cultural. Agronomie, 3(6), 513-521.
- Katerji, N., Rana, G., 2008. Crop evapotranspiration measurements and estimation in the Mediterranean region. INRA - CRA, ISBN 978-8-89015-241-2, 173 pp.
- Monteith, J.L., 1965. Evaporation and environment. In: Fogg (Ed.) "The state and movement of water in living organism". Soc. Exp. Biol. Symp., 19, 205-234.
- Rana, G., Katerji, N., 1998. A measurement based sensitivity analysis of the Penman-Monteith actual evapotranspiration model for crops of different height and in contrasting water status. Theor. Appl. Climatol., 60, 141-149.