

L'UTILIZZO DEGLI INDICI SPETTRALI PER LO STUDIO DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE DELLA BARBABIETOLA DA ZUCCHERO DURANTE L'INTERO CICLO COLTURALE

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

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

Abstract

Disporre di informazioni accurate sull'evapotraspirazione effettiva (*ET*) rappresenta un elemento fondamentale per determinare il bilancio energetico e idrico della biosfera. A seconda della scala spaziale considerata (di campo, regionale, territoriale) esistono numerosi metodi di stima dell'*ET*, basati su variabili di diversa natura. L'introduzione degli indici spettrali di vegetazione, definiti in termini di variabili radiometriche, rappresenta oggi uno degli strumenti più utilizzati per caratterizzare lo stato di salute delle piante su scale più grandi di quella puntuale. In particolare, l'*NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) ricavato da misure satellitari risulta una variabile importante per il monitoraggio dell'*ET* su ampie aree. Lavorando su scala puntuale, mediante dati orari raccolti a terra, si è cercato di stabilire una relazione tra l'*NDVI* e l'*ET* per una delle colture più diffuse in Capitanata, la barbabietola da zucchero. Lo scopo è stato quello di studiare l'andamento della relazione *NDVI - ET* a livello giornaliero e stagionale, al fine di fornire un eventuale riferimento di "verità a terra" per gli algoritmi sviluppati da dati raccolti da satellite.

Introduzione

Una pianificazione sostenibile dell'irrigazione a livello comprensoriale richiede accurate stime della quantità d'acqua persa realmente da una coltura per evapotraspirazione effettiva (*ET*). Misure di *ET* mediante metodi micrometeorologici quali l'*Eddy Covariance* (i.a. Kaimal e Finnigan, 1994), seppure a scale di campo di qualche ettaro, non possono fornire stime accurate dell'*ET* regionale specie se il paesaggio è eterogeneo. In tale ambito, le curve dei coefficienti colturali sono ampiamente utilizzate e accettate per stimare l'evapotraspirazione giornaliera per una programmazione irrigua razionale. Tuttavia, si è dimostrato che stime di tali coefficienti mediante indici spettrali derivati da dati satellitari possono migliorare di molto la qualità della programmazione (Hunsaker et al., 2003). Un approccio alternativo alla stima dell'*ET* si basa sulla combinazione di dati satellitari con dati meteorologici e modelli di bilancio energetico alla superficie. In generale, quindi, risulta necessario legare l'*ET* a grandezze che siano facilmente reperibili su ampie scale spaziali e per l'intera durata del ciclo colturale. In tale ambito vari progetti, tra cui il progetto AQUATER (Rinaldi et al., 2006), si sono posti l'obiettivo di realizzare sistemi di supporto decisionale in grado di consentire una gestione razionale delle risorse idriche mediante modelli colturali di simulazione integrati con dati spaziali e satellitari. Quest'ultimi possono fornire ai modelli colturali stime dei parametri pedologici e fenologici che a scale più ampie di quella puntuale sono difficilmente reperibili. La metodologia prevede l'inizializzazione dei modelli colturali mediante misure convenzionali a terra (es. dati meteorologici e pedologici), seguita da una ricalibrazione dei modelli mediante i dati telerilevati. Le cosiddette misure di "verità a terra" rappresentano il punto di partenza nello sviluppo di tale approccio e possono validare gli algoritmi sviluppati mediante i dati telerilevati.

Numerosi studi (i.a. Bechtel et al, 1997; Turner et al., 1999) hanno dimostrato l'esistenza di relazioni tra gli

indici spettrali di vegetazione, basati su combinazioni di misure di riflettanza in due o più canali dello spettro elettromagnetico, e parametri che descrivono lo stato effettivo della vegetazione, come l'indice di area fogliare (*LAI*) e la frazione di copertura vegetale. Uno dei più diffusi indici spettrali utilizzato per applicazioni in agricoltura è il *Normalized Differential Vegetation Index* (*NDVI*) e la relazione *NDVI - LAI* è stata ampiamente indagata, mentre la relazione *NDVI - ET* si mostra più problematica, sebbene verificata in alcuni casi. Si è quindi cercato di studiare tale relazione mediante misure a terra di entrambe le variabili in gioco, seguendo l'intero ciclo colturale. La possibilità di effettuare uno studio a livello orario e, quindi, stagionale dell'evoluzione delle due variabili costituisce una peculiarità del monitoraggio a terra, caratteristica che manca ai dati satellitari per ovvi motivi. Tale indagine potrebbe risultare utile al fine di validare gli algoritmi sviluppati da osservazioni satellitari. Qui si presentano i risultati preliminari di una campagna sperimentale effettuata nel 2006, da confermare con i dati di campagne sperimentali successive.

Materiali e metodi

Lo studio si riferisce a dati raccolti durante una campagna sperimentale (2006) su barbabietola da zucchero in buone condizioni idriche e coltivata in una azienda agricola privata della Capitanata. Il clima della zona è di tipo mediterraneo semi-arido.

L'*ET* effettiva della coltura è stata misurata mediante il metodo micrometeorologico *Eddy Covariance* mentre l'*NDVI* è stato misurato mediante un radiometro a 4 canali (SKR 1850, Skye Ins., UK).

La formula matematica che definisce l'*NDVI* è la seguente:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R}$$

dove ρ_{NIR} e ρ_R rappresentano la riflettanza nell'infrarosso vicino e nel rosso, rispettivamente.

L'intervallo di valori di tale indice va da -1 a +1, con valori negativi per superfici prive di vegetazione, come ghiaccio e suolo nudo, e valori maggiori di zero per coperture vegetali.

Risultati e discussione

A livello giornaliero l'andamento dell'evapotraspirazione e dell'*NDVI* è mostrato in Figura 1 relativa a una giornata di cielo limpido con radiazione netta avente il tipico andamento a campana. Come si può osservare, l'*NDVI* si porta a un valore che rimane costante durante le ore centrali della giornata, seguendo l'evoluzione dell'*ET*. Tale comportamento giornaliero si è verificato per l'intera stagione colturale (dati non mostrati). In base a tale osservazione, si è cercato di mettere in relazione il valore cumulato dell'evapotraspirazione giornaliera al valore dell'*NDVI* mediato sui valori misurati durante le ore centrali della giornata (quando raggiunge il valore di *plateau*). La Figura 2 mostra la relazione trovata per la stagione colturale 2006.

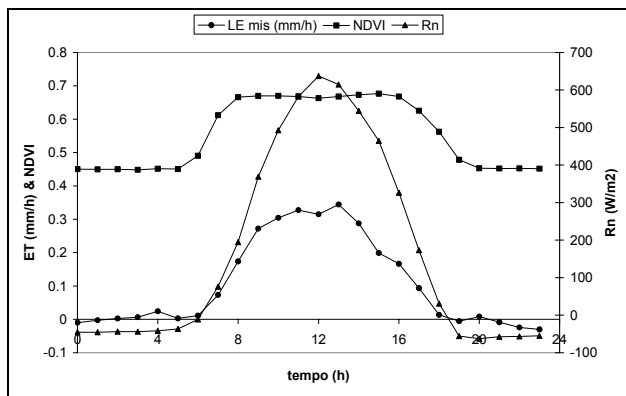


Fig. 1 *Barbabietola da zucchero*: andamento giornaliero dell'evapotraspirazione (*ET*), dell'*NDVI* e della Radiazione netta (*R_n*) misurate a livello orario il giorno 23 Aprile 2006.

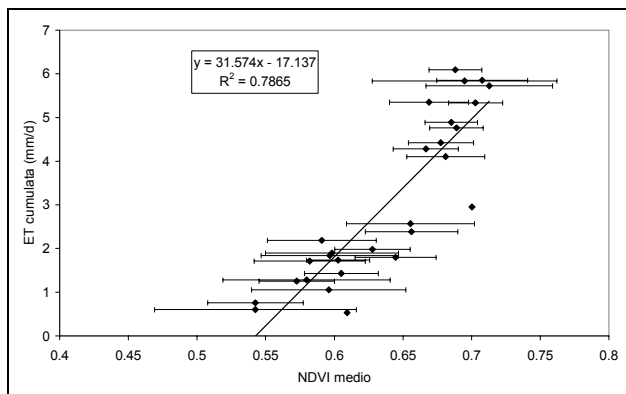


Fig. 2 *Barbabietola da zucchero* stagione 2006: relazione sperimentale tra evapotraspirazione cumulata giornaliera misurata e *NDVI* mediato sulle ore centrali del giorno.

Conclusioni

Una analisi dettagliata delle relazioni esistenti tra l'evapotraspirazione effettiva e gli indici spettrali a livello giornaliero e stagionale può risultare utile ai fini di supportare gli algoritmi che vengono sviluppati dai dati satellitari che comunque risultano limitati nel tempo in termini di disponibilità dei dati. Il valore alto di R^2 della relazione empirica trovata per i dati del 2006, ci ha suggerito di cercare una validazione di tale parametrizzazione, da effettuare mediante i dati acquisiti durante la stagione colturale 2008. Questi risultati, pur essendo incoraggianti non sono definitivi, in quanto le relazioni tra *ET* (su scala temporale oraria) e *NDVI* (su scala temporale oraria e giornaliera), vanno analizzate ancora più in dettaglio attraverso l'attenta valutazione del *LAI* (che ha una scala temporale giornaliera) e del contenuto idrico della coltura (che ha una scala temporale oraria).

Ringraziamenti

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

Bibliografia

- Kaimal, J.C., Finnigan, J.J., 1994. Atmospheric boundary layer flows. Their structure and measurements. Oxford University Press, Oxford, 289 pp.
- Rinaldi, M., Castrignanò, A., Mastroianni, M., Rana, G., Ventrella, D., Acutis, M., D'Urso G., Mattia, F., 2006. Decision support system to manage water resources at irrigation district level in Southern Italy using remote sensing information. An integrated Project (AQUATER). AIP Conference Proceedings "Earth Observation for Vegetation Monitoring and Water Management", 10-11 November 2005, Naples (I), G. D'Urso, M. A. Osann Jochum and J. Moreno Editors, pp. 107-114, 2006.
- Hunsaker, D.J., Pinter Jr, P.J., Barnes, E.M., Kimball, B.A. 2003. Estimating cotton evapotranspiration crop coefficients with a multispectral vegetation index. *Irrigation Science*. 22: 95-104
- Bechtel A., Puttmann W., Carlson T.N., Ripley D.A, 1997. On the Relation between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index. *Remote Sensing of Environment*, 62 (3), 241-252.
- Turner, D.P., Cohen, W.B., Kennedy, R.E., Fassnacht K.S., Briggs, J.M., 1999. Relationships between leaf area index and Landsat TM spectral vegetation indices across three temperate zone sites. *Remote Sensing of Environment* 70, 52-68