

INFLUENZA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA COLTIVAZIONE DEL FRUMENTO DURO

M. Rinaldi¹, L. D'Andrea¹, S. Ruggieri¹, P. Garofalo¹, M. Moriondo², D. Ventrella¹

¹CRA - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti caldo-aridi - michele.rinaldi@entecra.it

²Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agro-Forestale, Università di Firenze

Abstract

In questo lavoro si riporta un caso di studio in cui si utilizzano tre modelli di simulazione colturale (EPIC, DSSAT e CropSyst), al fine di valutare gli effetti dei cambiamenti climatici su frumento duro coltivato in Capitanata (Sud Italia). Sono stati messi a confronto i dati climatici del passato (dal 1975 al 2005) con quelli di scenari climatici futuri caratterizzati dall'aumento della temperatura di 2 °C e di 5 °C. I risultati ottenuti mostrano valori leggermente differenti tra i diversi modelli, più alti per EPIC, molto simili tra DSSAT e CropSyst. L'aumento di temperatura degli scenari futuri ha fatto osservare in generale una riduzione della lunghezza del ciclo colturale, dell'evapotraspirazione stagionale, delle produzioni in biomassa e in granella. Questi effetti sono stati apprezzati in maniera leggermente differente dai tre modelli, in funzione della sensibilità ai diversi input e di come vengono simulati certi processi.

Introduzione

Il rapporto dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) pubblicato all'inizio del 2007 afferma che "il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, come è ora evidente dalle osservazioni dell'aumento delle temperature medie globali dell'aria e delle temperature degli oceani, dello scioglimento diffuso di neve e ghiaccio, e dell'innalzamento del livello del mare medio globale" (IPCC, 2007).

I modelli di circolazione generale, che descrivono i processi fisici caratteristici del sistema climatico sono in grado di formulare, anche se con un certo grado di incertezza, previsioni in merito alla modificazione del clima. Per esempio, rispetto alla temperatura media del 1961-90, secondo diversi scenari di emissione, sono previsti aumenti di temperatura, anche consistenti, al 2100 (IPCC, 2007).

In condizioni di cambiamento climatico globale, le complesse interazioni del sistema "suolo-pianta-atmosfera" si possono valutare efficacemente con modelli matematici di simulazione colturale. I modelli di simulazione colturale più ampiamente utilizzati sono: DSSAT, CropSyst, EPIC, APSIM, CLIMCROP, SUCROS/WOFOST, ecc., e la letteratura riporta molte applicazioni di questi modelli sulla problematica dei cambiamenti climatici (Tubiello and Ewert, 2002). Molti di essi sono stati modificati nel corso degli anni, ampliati e arricchiti di nuove *routines*. La specificità di ciascun modello dà la possibilità di scegliere quello che meglio risponde alle proprie esigenze.

Questo lavoro ha l'obiettivo di valutare l'effetto dei cambiamenti climatici su una coltura tipica del sud Italia, il frumento duro in asciutto e di confrontare le risposte di tre modelli di simulazione utilizzati nella ricerca agronomica.

Materiali e metodi

Sono stati utilizzati dati climatici giornalieri (temperatura massima, temperatura minima, pioggia e radiazione solare) osservati per il periodo 1975-2005 (Past) nell'area codificata "37068" con una griglia di 50x50 km scaricati dal sito della EU (MARS project <http://mars.jrc.ec.europa.eu/>) e da questi dati misurati sono stati creati, mediante un downscaling di tipo

statistico, nuovi data set climatici futuri di 100 anni caratterizzati principalmente per l'aumento della temperatura di +2 °C (Anomaly_2) e di +5 °C (Anomaly_5). I tre scenari climatici sono stati messi a confronto. I modelli di simulazioni scelti sono stati tre: il modello EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator) (Sharpley and Williams, 1990), il modello DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) (Jones *et al.*, 2003) e il modello CropSyst (Cropping Systems Simulation Model) (Stockle *et al.*, 2003). La simulazione è stata eseguita sul frumento duro (*Triticum durum* Desf.), sul quale la calibrazione e la validazione di ciascun modello è stata precedentemente effettuata (Ceotto *et al.*, 1993; Donatelli *et al.*, 1997; Rinaldi 2001). La coltura è stata coltivata seguendo la normale tecnica di coltivazione dell'area della Capitanata (Sud Italia). La valutazione e il confronto tra i modelli e tra gli scenari climatici si è basata sull'esame delle variabili produttive (biomassa, resa in granella), evapotraspirazione reale della coltura, azoto asportato, azoto lisciviato e fenologia (durata del ciclo colturale).

Risultati

La produzione media di granella del frumento duro nello scenario "Past" è oscillata tra 2,9 t/ha del DSSAT a 3,6 dell'EPIC, in linea con le rese in asciutto ottenute nell'area considerata. Le quantità di azoto asportato e lisciviato sono state simulate in maniera più consistente dal modello CropSyst, rispetto agli altri due modelli. Ciò è dovuto ad una serie di *routines* e, di conseguenza, di parametri modificabili da parte dell'utente, implementati in CropSyst, relativamente alla dinamica di approfondimento delle radici e assorbimento di nutrienti, alla mineralizzazione della sostanza organica nel suolo e alla traslocazione dell'azoto nelle diverse parti di pianta, più accurati e gestibili rispetto agli altri due modelli.

Nel confronto tra gli scenari climatici, passando dal Past all'Anomaly_2 e all'Anomaly_5, si osserva una riduzione della durata del ciclo colturale di circa 14 d per l'Anomaly_2 e 29 d per l'Anomaly_5. L'accorciamento del ciclo produttivo ha avuto conseguenze negative sulla altre variabili esaminate (biomassa, resa in granella, evapotraspirazione, azoto asportato). La produzione in

granella è scesa in media di 0.25 e di 0.61 t/ha, rispettivamente nei due scenari climatici futuri.

Nell'interazione tra i modelli di simulazione e gli scenari climatici si osserva che il modello EPIC ha simulato una ridotta differenza tra gli scenari climatici per quanto riguarda la biomassa e la resa in granella, mentre il modello CropSyst ha simulato quantità di azoto asportato e lisciviato inferiori negli scenari futuri rispetto al passato. Le differenze tra i modelli sono da imputare ai diversi algoritmi di calcolo in essi implementati: in EPIC, per esempio, l'assimilazione del carbonio è molto sensibile alla quantità di radiazione solare intercettata. Gli altri due modelli hanno differenti algoritmi, per cui la produzione di biomassa ottenibile viene ridotta rispetto a quella potenziale, in funzione di diversi stress (disponibilità idrica e azotata, il livello termico). Pertanto, la maggiore radiazione media nel mese di gennaio dell'Anomaly_2 rispetto al Past (+7%) e all'Anomaly_5 (+5%), potrebbe avere avuto una certa influenza positiva sulla risposta di EPIC nello scenario Anomaly_2. Altra spiegazione è legata al processo di vernalizzazione dei cereali, poco considerato in EPIC, per cui temperature più alte in inverno nei due scenari climatici futuri hanno permesso ad EPIC di simulare un accrescimento del frumento anche durante i mesi invernali, a differenza degli altri due modelli.

Conclusioni

Questo studio ha consentito di valutare l'entità della riduzione del ciclo colturale del frumento duro se sottoposto a scenari climatici futuri, con i conseguenti cali di produttività, ET stagionale e fabbisogni nutritivi. Una

compensazione potrebbe avvenire dall'aumento della concentrazione di CO₂ atmosferica, che per ragioni di spazio in questa nota non è stata valutata. Infine, le risposte dei diversi modelli di simulazione, non sono risultate sempre concordi, risentendo della sensibilità ai diversi input.

Ringraziamenti

La ricerca è stata eseguita nell'ambito del Progetto "Evoluzione dei sistemi colturali a seguito di cambiamenti climatici" (CLIMESCO), D.D. MIUR del 20/02/2006, prot. n 285.

Bibliografia

- Ceotto, E., et al., 1993. Il modello EPIC nella simulazione di sistemi colturali attuati in ambienti italiani: II. Validazione rispetto ai dati produttivi. *Agric. Ric.*, 151/152, 209-228.
- Donatelli, M., et al., 1997. Evaluation of CropSyst for cropping systems at two locations of northern and southern Italy. *Eur. J. Agron.*, 6, 35-45.
- IPCC, 2007. Summary for Policy makers. In: *Climate Change 2007, Solomon, S., et al., (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.*
- Jones, J.W., et al., 2003. The DSSAT cropping system model. *Eur. J. Agron.* 18: 235-265.
- Rinaldi, M., 2001. Durum wheat simulation in Southern Italy using CERES-Wheat model. I. Calibration and validation. *Proc. of 2nd International Symposium "Modelling Cropping Systems", Florence (Italy), 16-18 July, 81-82.*
- Sharpley, A.N., Williams, J. R., 1990. Department of Agriculture Technical Bulletin No. 1768, 235 pp.
- Stockle, C.O., et al., 2003. CropSyst, a cropping systems simulation model. *Eur. J. Agron.* 18: 289-307.
- Tubiello, F.N., Ewert, F., 2002. Simulating the effects of elevated CO₂ on crops: approaches and applications for climate change. *Eur. J. Agron.*, 18, 57-74.

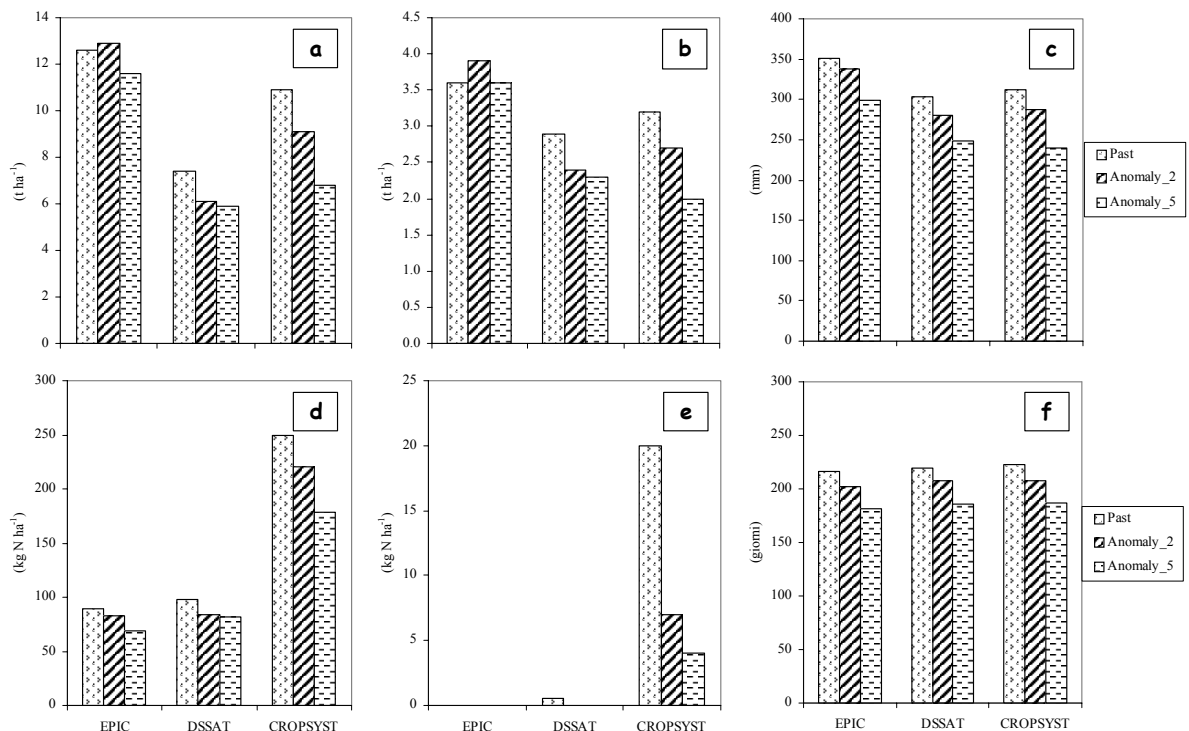


Fig.1- Confronto tra i tre scenari climatici in interazione con i tre modelli di simulazione per i seguenti parametri: a) biomassa epigea; b) resa in granella; c) evapotraspirazione reale della coltura; d) azoto asportato; e) azoto lisciviato; f) durata del ciclo colturale.