

# LA PRODUZIONE DEL GRANO IN COLLINA: EFFETTO DELLA TOPOGRAFIA IN PREVISIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Ferrara R.M.<sup>1</sup>, Rana G.<sup>1</sup>, Martinelli N.<sup>1</sup>, Acutis M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CRA-SCA Bari – Italia, [rossana.ferrara@entecra.it](mailto:rossana.ferrara@entecra.it)

<sup>2</sup> DiProVe, Università di Milano – Italia, [marco.acutis@unimi.it](mailto:marco.acutis@unimi.it)

## Abstract

La vulnerabilità delle produzioni agricole in terreni collinari potrebbe accentuarsi a causa dei cambiamenti climatici (CC). Al fine di definire quanto la produzione del grano in collina sarà affetta dal CC si è sviluppato un modello micrometeorologico in grado di simulare le variazioni dei flussi di energia con gli aspetti topografici e lo si è collegato a un modello di simulazione della coltura. Il modello STAMINA così prodotto ha consentito di analizzare come gli scenari futuri incideranno sull'effetto di variabili topografiche, quali pendenza e quota, per produzione di grano a livello di bacino in due regioni europee sottoposte a condizioni climatiche diverse. Le simulazioni relative a scenari futuri (A2 e B2) per l'area sottoposta a clima semi-arido (sud Italia) hanno evidenziato un accentuarsi degli effetti negativi dei parametri del terreno contrariamente a quanto ottenuto per la regione umida-temperata (sud-est Gran Bretagna), dove il previsto aumento della temperatura sembra dominare e contrastare ogni effetto della topografia.

## Introduzione

Le variazioni climatiche in atto a livello globale (IPCC, 2007; Maracchi *et al.*, 2005) incidono in maniera significativa sulla produzione agricola (Harrison and Butterfield, 1996; Nonhebel 1996). In particolare, a livello europeo, la produzione di grano alle alte latitudini dovrebbe beneficiare del riscaldamento globale e dell'aumento delle precipitazioni grazie all'allungarsi della stagione di crescita colturale (Richter and Semenov, 2005; Mela, 1996), mentre, nel bacino mediterraneo, l'aumento della temperatura e la riduzione della disponibilità idrica dovrebbero avere ripercussioni negative (Rosenzweig e Tubiello, 1997; Harrison *et al.* 2000). In tale contesto, la vulnerabilità delle aree agricole collinari rischia di aggravarsi a causa di un accentuarsi dell'impatto dei parametri topografici, quali pendenza e quota, sui processi di scambio energetico che guidano la crescita colturale. Al fine di studiare tale fenomeno a livello di bacino (estensione di alcuni ettari), il modello STAMINA (Richter *et al.*, 2006) è stato sviluppato per simulare la crescita di una coltura in un terreno complesso sottoposto a diversi scenari climatici.

Questo lavoro è finalizzato ad analizzare gli effetti dei cambiamenti climatici (CC) sull'incidenza dei parametri topografici sulla produzione di grano in due zone collinari europee sottoposte a clima umido temperato (sud-est Gran Bretagna) e semi-arido (sud Italia).

## Materiali e metodi

Il modello STAMINA simula la micrometeorologia (Rana *et al.*, 2007), l'idrologia (Richter *et al.*, 2006) e lo sviluppo colturale (Acutis *et al.*, 2006) in terreni collinari, fornendo in uscita variabili spazializzate di tipo colturale a livello giornaliero e indicatori stagionali quali la resa. Il modello necessita di variabili meteorologiche in ingresso che va ad integrare con informazioni sul suolo e la topografia.

Le due aree prese in considerazione per le simulazioni sono situate a Volturino (Lat. 41°29'N, Long. 15°07'E, alt. 365 m s.l.m.) in sud Italia e a Bedfordshire (Lat.

52°08'N, Long. 0°31'W, alt. 20 m s.l.m.) nel sud est della Gran Bretagna, coltivate a grano duro (DW) e grano invernale (WW) rispettivamente.

Gli scenari climatici utilizzati per il futuro sono del tipo A2 e B2 e sono stati ottenuti mediante il modello HadCM3 regionalizzato per l'Europa per il periodo 2071–2100 (Hulme *et al.*, 2002). Per lo scenario relativo al passato (Base) si è considerato il periodo 1961 – 1990. I livelli di concentrazione di CO<sub>2</sub> atmosferica sono stati settati a 330, 715 e 562 ppm per gli scenari Base, A2 e B2 rispettivamente.

La variazione della resa in funzione dei CC è stata analizzata. Inoltre, al fine di studiare come l'impatto della topografia sulla resa cambia con i CC per i due siti, si sono selezionati due tipologie di annate: secca e umida. In particolare, si è considerata la pioggia cumulata da gennaio ad aprile per la zona semi-arida e da gennaio a giugno per quella umida: la mediana delle piogge cumulate così definite per ogni scenario di 30 anni è stata usata come soglia per discriminare le annate secche da quelle umide.

Tab.1 – Valori medi e deviazioni standard delle piogge stagionali (gennaio-aprile per sud Italia e gennaio-giugno per sud est Gran Bretagna) e della radiazione globale ( $R_g$ ) annuale per i due siti e per gli scenari Base, A2 e B2.

	Base	A2	B2
<b>Sud Italia</b>			
Pioggia s. (mm)	194±79	70±30	138±63
$R_g$ (MJ/m <sup>2</sup> )	5,433±255	8,177±123	7,964±155
<b>Sud est Gran Bretagna</b>			
Pioggia s. (mm)	304±85	342±78	345±82
$R_g$ (MJ/m <sup>2</sup> )	2,917±437	4,081±222	4,034±158

In tabella 1 sono riportate le piogge stagionali e i valori di radiazione globale nei tre scenari per i due siti: una tendenza al riscaldamento globale, strettamente connessa

ad un aumento di radiazione, è confermata insieme ad una riduzione e aumento delle piogge nella regione semi-arida e umida rispettivamente.

## Risultati

In tabella 2 sono riportati i valori della resa simulata per i due siti nei tre scenari climatici. In accordo con le previsioni di altri autori (Tubiello *et al.*, 2000; Ewert *et al.*, 2002), i risultati mostrano per il futuro una riduzione della resa del grano in ambiente semi-arido, contro un aumento della stessa in ambiente umido. In quest'ultimo caso, l'effetto combinato di aumento di CO<sub>2</sub>, temperatura e disponibilità idrica determina una accelerazione del ciclo colturale con effetti decisamente positivi (Ferrara *et al.*, 2009).

Tab.2 – Resa media simulata e relativa deviazione standard (in t/ha) per gli scenari passati e futuri dei due siti Volturino (IT) e Bedfordshire (UK) per grano duro (DW) e invernale (WW).

	Base	A2	B2
	resa (t/ha)	resa (t/ha)	resa (t/ha)
DW (IT)	2.9 ± 1.6	0.6 ± 0.6	0.6 ± 0.7
WW (UK)	7.4 ± 1.5	9.4 ± 0.9	9.1 ± 1.3

Per mostrare l'impatto della quota sulla produzione di grano, in tabella 3 sono riportate le variazioni percentuali della resa in collina rispetto alla pianura per i tre scenari nelle annate secche e umide dei due siti. Come si può osservare, durante lo scenario Base, l'effetto della topografia è negativo nella regione sottoposta a clima semi-arido sia durante la stagione secca che umida, mentre è positivo nella regione umida. Inoltre, tale diversità di effetto della quota si accentua per gli scenari futuri, con resa significativamente ridotta all'aumentare della quota in ambiente semi-arido. È evidente che nella regione sottoposta a clima semi-arido, i CC vanno ad esasperare una condizione che risente in maniera già significativa della complessità del terreno.

Tab.3 – Variazione percentuale della resa in collina rispetto alla pianura per grano duro (DW) e invernale (WW) nei due siti Volturino (IT) e Bedfordshire (UK) per i tre scenari durante stagione secca e umida.

	Base (%)	A2 (%)	B2 (%)
<b>Stagione secca</b>			
WW (UK)	+31	+31	-66
DW (IT)	-82	-98	-92
<b>Stagione umida</b>			
WW (UK)	+1	+1	-1
DW (IT)	-22	-83	-80

## Conclusioni

L'analisi di scenario adottata in questo lavoro ha mostrato come i CC previsti andranno ad accentuare la vulnerabilità di sistemi agricoli non irrigui in terreni collinari. In particolare, nelle regioni del sud Italia sottoposte a clima semi-arido, le drastiche previsioni di riduzione delle precipitazioni annue e l'aumento della temperatura causeranno il fallimento della coltivazione

nell'80% dei casi (Ferrara *et al.*, 2009), con accentuazione dell'impatto negativo della topografia. D'altra parte, in ambiente umido l'effetto climatico positivo risulta essere dominante rispetto all'effetto delle variabili topografiche.

## Ringraziamenti

Questo lavoro è stato interamente finanziato dal progetto europeo STAMINA (EU-QLK-5-CT-2002-01313).

Si ringrazia il Sig. Michele Introna per gli utili suggerimenti.

## Bibliografia

- Acutis, M., Rana, G., Trevisiol, P., Bechini, L., Laudato, M., Ferrara, R., Richter, G.M., 2006. Integrating a spatial micrometeorological model into the risk assessment for arable crops in hilly terrain. Modelling water and nutrient dynamics in soil-crop systems. Springer. Edited by: K.C. Kersebaum, J.-M. Hecker, W. Mirschel & M. Wegehenkel.
- Ewert, F., Rodriguez, D., Jamieson, P., Semenov, M.A., Mitchell, R.A.C., Goudriaan, J., Porter, J. R., Kimball, B.A., Pinter, P.J., Manderscheid, R., Weigel, H.J., Fangmeier, A., Fereres, E. and Villalobos, F., 2002. Effects of elevated CO<sub>2</sub> and drought on wheat: testing crop simulation models for different experimental and climatic conditions. *Agric. Ecosyst. Environ.* 93, 249-266.
- Ferrara R.M., Trevisiol P., Acutis M., Rana G., Richter G.M., Baggaley N., 2009. Topographic impacts on wheat yields under climate change: two contrasted case studies in Europe. *Theoretical and Applied Climatology*, in stampa. DOI 10.1007/s00704-009-0126-9
- Harrison, P.A. and Butterfield, R.E., 1996. Effects of climate change on Europe-wide winter wheat and sunflower productivity. *Clim. Res.* 7: 225-241.
- Harrison, P. A., Porter, J. R. and Downing, T. E., 2000. Scaling-up the AFRC-WHEAT2 model to assess phenological development for wheat in Europe. *Agric. Forest Meteorol.* 101, 167-186.
- Hulme, M., Jenkins, G.J., Lu, X., Turnpenny, J.R., Mitchell, T.D., Jones, R.G., Lowe, J., Murphy, J.M., Hassell, D., Boorman, P., McDonald, R., and Hill, S., 2002. *Climate Change Scenarios for the United Kingdom: The UKCIP02 Scientific Report*, Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, UK. 120 pp.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007. The Physical Science basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I on the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* <http://www.ipcc.ch>.
- Maracchi, G., Sirotenko, O. and Bindi, M., 2005. Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic Change* 70: 117-135.
- Mela, T.J.N., 1996. Northern Agriculture: Constraints and responses to global climate change. *Agr. Food Sci. Finland* 3: 229-234.
- Nonhebel, S., 1996. Effects of temperature rise and increase in CO<sub>2</sub> concentration on simulated wheat yield in Europe. *Climatic Change* 34: 73-90.
- Rana, G., Ferrara, R.M., Martinelli, N., Collier, P., Personnic, P., 2007. Estimating energy fluxes on crop in slope using standard agrometeorological measurements and topography. *Agricultural and Forest Meteorology* (accepted).
- Richter, G.M., Rana, G., Ferrara, R.M., Ventrella, D., Acutis, M., Trevisiol, P., Laudato, M., Gusberti, D., Mayer, Th., Baggaley, N.; Morris, J., Holmes, A., Trawick, P., Dailey A.G., Robbins, P., Simota, C., Whitmore, A.P., Powlson I, D.S., 2006. *Stability and Mitigation of Arable Systems in Hilly Landscapes (EU-QLK-5-CT-2002-01313)*. Report to the European Commission, Brussels, 280 pp.
- Richter G.M., Semenov M.A., 2005. Modelling impacts of climate change on wheat yields in England and Wales: assessing drought risks. *Agr. Syst.* 84: 77-97.
- Rosenzweig, C., Tubiello, F.N., 1997. Impacts of future climate change on Mediterranean agriculture: current methodologies and future directions. *Mitig. Adapt. Strategies Clim. Change* 1: 219-232.
- Tubiello, F.N., Donatelli, M., Rosenzweig, C., Stockle, C.O., 2000. Effects of climate change and elevated CO<sub>2</sub> on cropping systems: model predictions at two Italian locations. *Eur. J. Agron.* 13: 179-189.