

EFFETTI DELL'INTERAZIONE TRA LA CONCENTRAZIONE DI CO₂ E LA TOPOGRAFIA SUL FRUMENTO

Acutis M.¹, Richter G.², Rana G.³, Trevisiol P.¹, Laudato M.¹, Bechini L.¹

¹Dipartimento di Produzioni Vegetali, Università di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano, Italy

²Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, AL5 2JQ, United Kingdom

³Istituto Sperimentale Agronomico, Via Celso Ulpiani 5, 70125 Bari, Italy

Abstract

I terreni arativi in aree collinari possono essere soggetti a stress abiotici aggiuntivi rispetto ai terreni pianeggianti. Nel progetto STAMINA (STABILITY and MITIGATION of Arable crops in hilly terrain) è stato inserito un modello micrometeorologico a scala di bacino in grado di descrivere gli effetti topo-grafici sulle variabili meteorologiche e, conseguentemente, sulla crescita colturale, con la finalità di predire i risultati dei sistemi colturali in pendio per scenari presenti e futuri. Nel presente lavoro il modello integrato di simulazione è stato lo strumento per indagare l'effetto dell'interazione tra topo-grafia (esposizione e pendenza) e cambiamento climatico sulla produzione di frumento in Nord Euro-pa. In riferimento allo scenario climatico 1970-1990, le esposizioni sud risultano favorite rispetto a quelle Nord a causa della maggior disponibilità di radiazione, e il semplice incremento di CO₂ ha effetti positivi molto simili e indipendenti dalla topografia. Per lo scenario "alte emissioni" simulato per il periodo 20xx – 20xx, le differenze produttive tra esposizione e pendenza in media si attenuano, e le diverse esposizioni risultano preferibili a seconda dell'andamento termico delle singole annate. L'incremento di CO₂, compensa solo parzialmente gli effetti negativi dell'incremento termico e sembra ridurre ulteriormente le differenze tra esposizioni.

Introduzione

Tra un bacino in pendio e uno in pianura si manifesta una perdita di produttività imputabile a stress abiotici (Godwin and Miller, 2003) e le condizioni meteorologiche a livello di singola pendenza ed esposizione sono la prima causa di variabilità spaziale delle rese. Ad oggi, però, nessun modello è in grado di simulare gli effetti di pendenza ed esposizione sulle rese colturali. Per ovviare a questa mancanza è stato sviluppato, nell'ambito del progetto STAMINA (STABILITY and MITIGATION of Arable system in hilly landscape), un modello di simulazione che ha lo specifico obiettivo di simulare l'accrescimento colturale a scala di bacino (da 100 a 1000 ha). Maggiori dettagli sulla struttura del modello sono disponibili in Acutis et al. (2005). Viene qui descritto un impiego del modello STAMINA per valutare gli effetti del cambiamento climatico sull'agricoltura in collina.

Materiali e metodi

I moduli che compongono il modello simulano le variabili micrometeorologiche di bilancio idrico nel suolo, di crescita e sviluppo colturale e, infine, elaborano un set di indicatori di rischio agro-ecologici.

Per indagare l'effetto dell'interazione tra topografia (esposizione e pendenza) e cambiamento climatico sulla produzione di frumento duro in Nord Europa sono state fatte due simulazioni in Sutton-Bon (UK) (52°87' - 1°25') su tre celle: un piano corrispondente al punto di riferimento, una cella esposta a sud e una cella esposta a nord entrambe con una pendenza di 11° e con altitudine di 50 metri rispetto al riferimento.

Le due simulazioni si identificano con due data-set meteorologici, uno scenario di base e uno scenario futuro, entrambi di 30 anni. La concentrazione di CO₂ dello scenario futuro è di 593ppm.

Il suolo è stato caratterizzato da una capacità di acqua disponibile di 120 mm. Il modulo degli indicatori agro-ecologici fornisce 7 indicatori: indice di produttività (PI), indice di maturazione (CMI), efficienza di uso dell'acqua (WUE), indice di stress termico (TSI), indice di deficit idrico (SMD), indice di stress idrico della coltura (CWSI), fattore di stress idrico (Kws).

Per comprendere meglio l'interazione tra meteorologia e topografia sono stati scelti due anni, uno umido e uno secco (6° e 14° per lo scenario base e 28° e 19° per lo scenario futuro).

Risultati

La tabella 1 mostra le medie, di 30 anni, della radiazione globale cumulata e delle evapotraspirazioni per le differenti pendenze ed esposizioni nei due scenari in Sutton-Bon. In media la radiazione globale è più alta di 1200 MJ m⁻² nelle celle esposte a Sud rispetto a quelle esposte a Nord e di 500 rispetto al piano.

Cella	Radiazione cumulata (MJ m ⁻²)		Evapotraspirazione cumulata (mm)	
	Base	HI	Base	HI
Piano	37109 (+903)	34594 (+1006)	644.3 (+30.2)	576.2 (+34.3)
Sud	37634 (+893.7)	35109 (+1019)	662.1 (+30.4)	586.5 (+65.6)
Nord	36381 (+831.5)	33974 (+986)	656.6 (+31)	580.5 (+65.2)

Tabella 2 – Valori medi sui 50 anni, nei due scenari e nelle tre esposizioni, di alcuni output del modello

Alla maggiore radiazione corrisponde una maggiore evapotraspirazione: infatti la media della evapotraspirazione è leggermente maggiore nella cella esposta a sud.

	Anno	Pioggia [mm]	Giorno raccolta	Produzione [kg/ha]	CWSI	TSI	WUE	CMI	SMD [mm]
Piano	B-secco	512.5	207	5150	0.39	0.00	0.88	0.31	10826
	B-umido	678.7	213	6650	0.37	0.00	1.15	0.50	6817
	F-secco	381.3	183	4710	0.36	568.32	0.88	0.38	7881
	F-umido	779.5	198	5620	0.34	0.00	1.01	0.52	6540
Nord	B-secco	501	210	5370	0.15	0.00	0.91	0.00	11564
	B-umido	680.4	221	6070	0.11	0.00	1.01	0.00	7114
	F-secco	385.3	186	5300	0.17	392.35	0.98	0.10	7835
	F-umido	784.4	201	5950	0.12	0.00	1.03	0.06	6762
Sud	B-secco	512.1	211	5200	0.17	0.00	0.86	0.03	11990
	B-umido	680.4	222	6110	0.14	0.00	1.00	0.03	7408
	F-secco	385	187	5210	0.19	409.97	0.94	0.10	8155
	F-umido	784.4	201	5900	0.14	0.00	1.02	0.06	6916

Tabella 3 – Indicatori agroecologici per le tre esposizioni, nell'anno secco e nell'anno umido dei due scenari

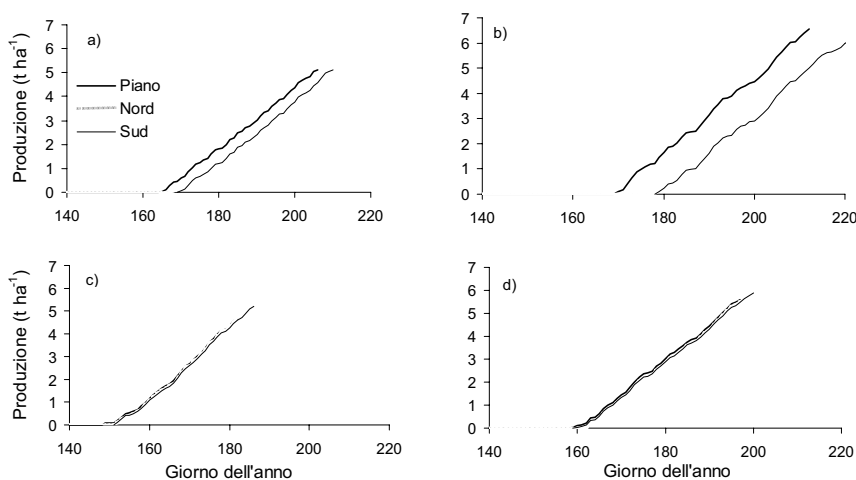


Figura 1 – Produzione ($t\ ha^{-1}$) per le tre esposizioni, (a) nell'anno secco e (b) nell'anno umido dello scenario base e (c) nell'anno secco e (d) nell'anno umido dello scenario futuro

La figura 1 mostra le differenze di produzione tra i due scenari nell'anno umido e nell'anno secco.

Nello scenario ad alta concentrazione di CO_2 la cella esposta a Nord ha una produzione leggermente maggiore, rispetto alle celle esposte a Sud, in entrambi gli anni dovuta a minori stress termici (CWSI) e idrici (Kws).

Nello scenario base, nell'anno umido, le produzioni seguono l'andamento atteso (piano > sud > nord), mentre nell'anno secco la cella esposta a nord ha una produzione maggiore rispetto a quella esposta a sud, a causa di un minore stress idrico.

La differenza di fenologia che si può osservare, nello scenario base, tra il piano e le altre celle, dove la coltura non in pendio ha un ciclo più breve, è causata dalla

temperatura più alta, determinata dalla differenza di altitudine. Al contrario, nello scenario futuro, le durate dei cicli colturali non differiscono in maniera marcata.

La tabella 2 riassume gli indicatori del modello integrato STAMINA per lo scenario di base e futuro nei due anni, secco e umido, nelle tre celle considerate.

Nel passaggio dallo scenario base a quello futuro, il ciclo fenologico si accorcia in tutte le esposizioni

Conclusioni

È stato presentato un modello integrato che simula l'interazione tra il sistema atmosfera-suolo-cultura e la topografia. Nonostante ci si aspetterebbe di ottenere migliori produzioni nell'esposizione a sud, l'interazione tra variabili meteorologiche e topografiche è molto complessa e difficilmente interpretabile; risulta, infatti, spesso favorita l'esposizione a nord. L'incremento di CO_2 non sembra riuscire a compensare gli effetti negativi di un maggior stress termico e idrico.

Ringraziamenti

Il progetto STAMINA è stato approvato dalla commissione europea (QLK – 5 – CT – 2002 – 01313). Rothamsted research ha ricevuto un grande supporto dal Biotechnology and Biological Sciences Research Council (UK).