

AGRICOLTURA IRRIGUA E RIDOTTA DISPONIBILITA' IDRICA: QUALI COMPATIBILITA'?

EVIDENZE DA UN MODELLO DI PMP NELLA PIANURA LOMBARDA

Federica Monaco, Guido Sali, Chiara Mazzocchi

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano

Introduzione

L'acqua costituisce un fattore essenziale per tutti gli ambiti di interesse economico, sociale ed ambientale. Più recentemente, il disporre di adeguati volumi idrici a fini irrigui è diventato un tema particolarmente sentito, che va facendosi più pressante in relazione ai fenomeni di cambiamento climatico (*Bates e Kundzewicz, 2008*). L'Europa meridionale è una delle zone più vulnerabili da questo punto di vista (*Suárez-Almiñana et al., 2017; Vargas-Amelin e Pindado, 2014; Giorgi e Lionello, 2008*) e vede condizionate profondamente le potenzialità del proprio settore agricolo, anche laddove la disponibilità della risorsa non ne ha, storicamente, pregiudicato la conduzione. Va dunque concretizzandosi una minore disponibilità idrica, che favorisce una diversa utilizzazione dei prodotti, mina il soddisfacimento dei fabbisogni alimentari (*Bischetti et al., 2014*) e determina un insufficiente soddisfacimento delle richieste da parte dei vari settori produttivi (*Bonfante et al., 2017*), inasprando gli effetti di una diminuita utilizzabilità e determinando pesanti perdite economiche. Si stima, a riguardo, che il costo degli eventi siccitosi verificatosi negli ultimi decenni in Europa ammonti ad oltre 100 miliardi di euro (*EGU, 2014*), 13 dei quali riconducibili al calo delle produzioni seguito alle condizioni meteorologiche del 2003 (*Hov et al., 2013; Blinda et al., 2007*).

Affrontare e contrastare le implicazioni di queste sfide non può più rappresentare un problema di pianificazione a lungo termine; piuttosto si tratta di intervenire in maniera tempestiva ed adeguata, coinvolgendo i molteplici attori dell'intero sistema idrico. Il progetto SO-WATCH (*Soft path WATER management adaptation to CHanging climate*) intende superare la tradizionale logica basata sull'ampliamento della capacità di offerta della risorsa. Piuttosto, si propone di prestare particolare attenzione ad un approccio multi-stakeholders, che valuti le molteplici interconnessioni tra domanda ed offerta in sistemi idrici complessi (*Giuliani et al., 2016*), con specifico riferimento al sistema afferente al bacino del Lario. Le azioni intraprese dagli agricoltori nella porzione irrigua sub-lacuale appaiono come il risultato più razionale per mantenere l'attività produttiva in risposta a quanto operato dai diversi attori del sistema idrico, e per efficientare ed ottimizzare l'utilizzo della risorsa effettivamente disponibile. Un'elevata disponibilità idrica ha da sempre caratterizzato quest'area permettendo lo sviluppo di una fiorente ed intensa attività agricola incentrata sulle produzioni cerealicolo-foraggere e sull'allevamento. Recentemente, tuttavia, il territorio lombardo ha subito gli effetti di annate particolarmente siccitose, con gravi crisi idriche nella maggior parte dei bacini fluviali. Di concerto, il comparto agricolo ha dovuto fronteggiare deficit idrici particolarmente intensi e forti cali produttivi. La ravvicinata frequenza di periodi siccitosi, le crescenti domande idriche, l'incertezza circa i regimi idrologici futuri spingono le autorità regionali ad intraprendere iniziative mirate a razionalizzare e contenere i consumi idrici. Si persegue in tal modo un diverso paradigma, per affrontare le sfide imposte al sistema idrico attraverso soluzioni più agevoli e sostenibili. In agricoltura, gli effetti di questi interventi si traducono più comunemente nella modifica del pattern colturale (*Cortignani et al., 2010*) o in un diverso utilizzo dell'acqua (*Monaco et al., 2016*). Ciò potrebbe incidere significativamente sui risultati economici delle aziende coinvolte, nonché sul tessuto economico-produttivo del territorio. L'eventualità di una minore disponibilità di acqua irrigua - a seguito di una diversa logica di fornitura operata dai consorzi di irrigazione, o come risultato di eventi particolarmente siccitosi di per sé - rende quantomeno necessario approfondire i possibili adattamenti dell'assetto produttivo. In tal senso, si intende valutare se la struttura produttiva della pianura irrigua lombarda sia compatibile con scenari di

ridotta disponibilità idrica a scopi agricoli. A tal fine, si propone un'analisi economico-territoriale basata sull'utilizzo della PMP. Il modello implementato è applicato ad una porzione di pianura irrigua afferente al bacino dell'Adda.

Metodologia

Per analizzare la risposta produttiva a modificate condizioni di disponibilità idrica ci si è avvalsi dell'approccio standard alla PMP (Howitt, 1995), ricercando la massimizzazione del profitto in un'area dove operano unità produttive omogenee.

Alcuni modelli di programmazione non-lineare (Rubino et al., 2013) e di PMP (Gallego-Ayala e Gómez-Limón, 2009; Bazzani e Scardigno, 2008; Cortignani e Severini, 2008; Bartolini et al., 2007) hanno indagato l'impatto sull'agricoltura irrigua della WFD; meno evidenti sono le applicazioni rispetto la valutazione degli effetti di una ridotta disponibilità idrica (si vedano Qureshi et al., 2014; Medellín-Azuara et al., 2010). Questo contributo assume che le politiche di contenimento dei consumi d'acqua rappresentino delle strategie di mitigazione del *climate change*, esplicitabili ricercando gli assetti produttivi in grado di operare un risparmio netto dei consumi irrigui rispetto ad uno scenario di riferimento.

L'area di studio

L'analisi descritta propone l'applicazione della PMP ad un contesto mai indagato su questa problematica: una vasta porzione della pianura irrigua lombarda pari ad oltre 138.000 ha di SAU (ISTAT, 2010) afferente al bacino dell'Adda sub-lacuale (fig. 1). Si tratta di un'area a forte vocazione agricola specializzata nelle produzioni cerealicolo-zootecniche, con larga prevalenza della maiscoltura e degli allevamenti bovini da latte (ISTAT, 2010). Sebbene il ricorso a questo approccio metodologico non sia nuovo per l'areale padano (Sali e Bulgheroni, 2011; IReR, 2009), la scelta del comprensorio risulta di particolare importanza per valutare le problematiche connesse alla scarsità idrica, in quanto rappresenta contestualmente l'unità di riferimento per le politiche di settore e l'analisi delle loro implicazioni.

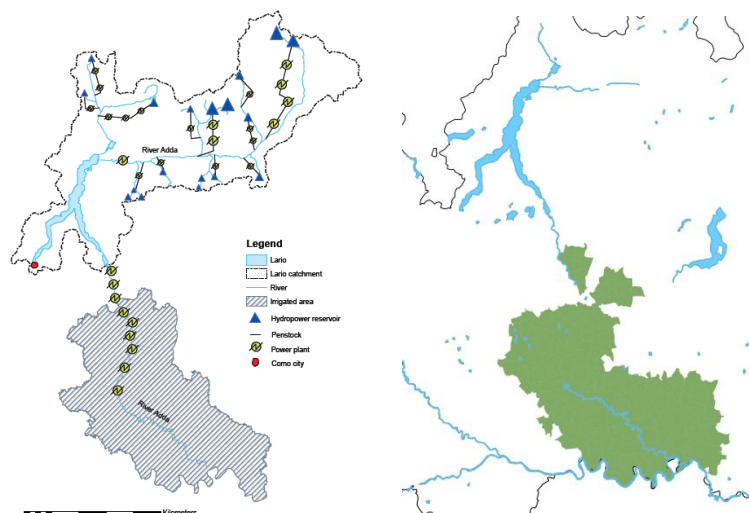


Figura 1: a sinistra il bacino dell'Adda, a destra l'area di studio all'interno del bacino sub-lacuale

Il modello

Per l'implementazione del modello si è fatto ricorso alla raccolta di dati strutturali e produttivi attraverso la consultazione della banca dati RICA (CREA-PB), selezionando come di interesse le aziende rappresentative censite per almeno un triennio. I dati collezionati ai fini dell'analisi sono relativi a complessive 59 aziende, con un focus circa i) l'uso del suolo agricolo e le relative superfici condotte, ii) la consistenza degli

allevamenti, *iii*) le produzioni ottenute (prodotti di origine vegetale e latte), *iv*) i dati economici aziendali. Le informazioni estratte sono state successivamente ricondotte alla rispettiva media triennale (2012-2014) per minimizzare le distorsioni temporali e quelle attribuibili alla specificità delle singole aziende. I dati ottenuti riportano caratteristiche omogenee per l'area di studio, consentendo di includere nell'analisi l'insieme delle colture praticate, a prevalente uso foraggero e non: mais da granella, mais da insilato, orzo, erba medica, soia, erbai, colture avvicendate, prati permanenti, orticole (patata e pomodoro) ed altri cereali (frumento e riso). Per ognuna di esse è stata ampliata la base di dati esistente integrandola con i rispettivi valori di fabbisogno idrico stagionale (*IReR, 2009*) e con le rilevazioni da statistiche nazionali circa il prezzo alla produzione dei vari prodotti ottenuti (*ISMEA, 2017*).

Analiticamente l'analisi imposta 59 modelli aziendali ed un ulteriore modello "territoriale" che somma le superfici investite nell'insieme di aziende del sotto-bacino. La **funzione obiettivo** definita intende massimizzarne il margine, considerati specifici **vincoli** relativi a:

- *Utilizzo delle risorse* (suolo, acqua) a livello aziendale. Rispetto alla risorsa suolo, si impone la non possibilità di espandere ulteriormente le superfici coltivate, mantenendo nel contempo inalterate quelle investite a colture permanenti (prati e pascoli permanenti). In riferimento ai volumi idrici, si assume che le quantità effettivamente a disposizione per la pratica irrigua consentano di soddisfare interamente i fabbisogni idrici colturali;
- Possibilità di un limitato *incremento delle produzioni* di origine vegetale
- *Immodificabilità del settore zootecnico*. La scelta di operare le simulazioni tenendo conto di tale vincolo rispecchia la maggiore inerzia del comparto, che non vede il proprio orientamento variare nel corso di una singola stagione produttiva, ma anzi si mantiene pressoché inalterato nel medio periodo.

Gli scenari

Gli scenari ipotizzati si riferiscono a plausibili futuri scenari di disponibilità idrica a fini irrigui. Specificamente, intendono mantenere l'approvvigionamento di una sufficiente quantità di foraggio per il bestiame allevato, pur in condizioni di disponibilità idrica decrescente rispetto all'attuale volume utilizzabile. A tal proposito, oltre alla situazione attuale (**scenario "BASELINE"**) il modello simula la risposta produttiva rispetto a due ulteriori condizioni che modificano i vincoli originari imposti:

1. Riduzione del 10% della disponibilità idrica (**scenario "-10%"**). Legato agli interventi di carattere politico e gestionale nel comparto della fornitura irrigua;
2. Riduzione del 20% della disponibilità idrica (**scenario "-20%"**). In questo caso viene ipotizzato che il calo del 20% delle precipitazioni estive (*Pasqui et al., 2011*) non venga compensato dall'offerta idrica. Il peggioramento dell'indice di aridità (P/E_{T0}) determina un generale disequilibrio nel volume idrico a disposizione delle colture, ascrivibile in parte alla diminuzione delle piogge ed in parte all'aumento delle temperature cui si deve, proporzionalmente, l'aumento delle richieste evapotraspirative.

La simulazione per entrambi gli scenari considera che la riduzione del quantitativo idrico abbia ripercussioni negative sulla produttività delle colture; di conseguenza, il vincolo precedentemente introdotto sull'aumento di produzione non è ulteriormente preso in considerazione.

Risultati e discussione

Ogniquale volta la ricerca della ripartizione ottimale delle colture è applicata a problemi di disponibilità limitata della risorsa, le soluzioni suggerite indicano la messa in campo di colture meno idro-esigenti, o perfino seccagne. Questo a scapito delle colture foraggere, che in alcuni areali sono imprescindibili e che usualmente necessitano di più alti fabbisogni irrigui.

A prima vista, le simulazioni restituite dall'analisi (fig. 2) mostrano risultati non del tutto coerenti con questo andamento generale.

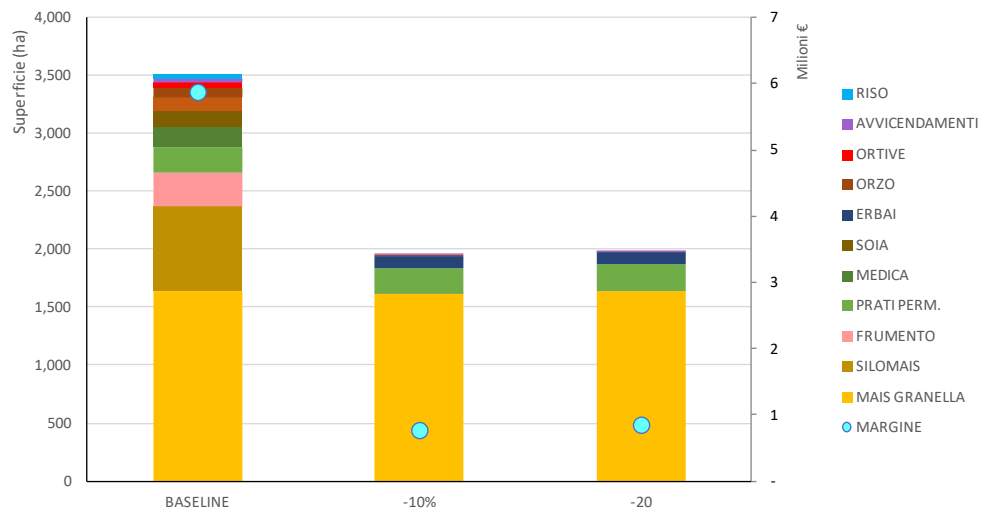


Figura 2: ripartizione della superficie complessivamente coltivata e margine lordo ottenibile nei diversi scenari di simulazione.

Da una parte si evince, infatti, come ad una progressiva diminuzione della disponibilità idrica non corrisponda la coltivazione di cereali (mais ceroso, riso) ed altre colture ad alto fabbisogno irriguo; dall'altra, anche le superfici investite a cereali autunno-vernini ed altre colture non irrigue non subiscono incrementi rispetto allo scenario di riferimento, in virtù della loro più scarsa produttività economica unitaria. Il medesimo comportamento è già riscontrabile non appena si ipotizzi una qualunque diminuzione dei volumi disponibili. Ulteriori scenari testati - non inclusi in questa discussione - confermano le medesime allocazioni suggerite, mentre è dal raffronto tra le soluzioni ottimali dello scenario "-10%" e "-20%" che si assiste all'incremento delle superfici investite a frumento ed orzo (da 1 a 6 ha, e da 0.5 a 2 ha rispettivamente). Al contrario, le ipotesi che sottostanno alle analisi condotte modificano solo marginalmente l'estensione delle superfici dedicate ad erbai e maiscoltura da granella, che contestualmente fornisce un largo apporto al fabbisogno in unità foraggiere del bestiame presente. In tal senso, i risultati mostrano come per l'area in esame la riduzione della disponibilità idrica e la permanenza dell'agricoltura irrigua risultino compatibili unicamente finché viene mantenuta la presenza di una consistente attività zootecnica, per la quale garantire grandi quantità di foraggio a prezzi di produzione unitari più bassi. Di contro, è immediatamente evidente la diminuzione dell'area complessivamente coltivata: -44.4% nel primo scenario e -43.5% nel secondo rispetto alla situazione attuale. A queste condizioni sono associati pattern colturali profondamente diversi, incentrati per la maggior parte sulla maiscoltura e su poche altre coltivazioni, cui fanno seguito forti riduzioni del margine per l'intera unità territoriale in esame (-86%). Entrambi gli scenari ipotizzati non consentono un adeguato mantenimento dell'attività zootecnica presente con le sole risorse foraggiere interne al territorio. Il decremento del margine ottenibile è infatti riconducibile ai maggiori costi da sostenere per l'approvvigionamento dei foraggi necessari a coprire i fabbisogni dei capi allevati.

Il favorire e/o l'adottare le ripartizioni ottimali *tout court*, così come suggerite dal modello, provocherebbe un'alterazione radicale nell'orientamento del sistema produttivo in esame - altamente specializzato e radicato nel panorama agricolo nazionale ed internazionale - traducendosi in una forte diminuita competitività. Emerge dunque la necessità da parte degli enti di gestione della risorsa di mantenere un'adeguata offerta idrica volta a soddisfare i fabbisogni delle principali colture praticate, assecondando la

permanenza dell'attività zootecnica. Emerge dunque come la compatibilità tra agricoltura irrigua e disponibilità della risorsa sia profondamente legata alle peculiarità del settore primario in esame. I vincoli adottati in questa impostazione fanno sì che si privilegi la coltivazione di specie vegetali principalmente indirizzabili all'alimentazione animale ed i rispettivi risultati permettono di estendere le considerazioni fatte agli areali caratterizzati da una forte vocazione zootecnica. Appare altrettanto chiaro come, invece, non ci siano le condizioni per generalizzare le soluzioni suggerite, specialmente laddove l'orientamento produttivo del settore agricolo ruota intorno alla coltivazione di specie per l'alimentazione umana. In questo caso affrontare le sfide di una diminuita disponibilità idrica potrà vertere sull'adozione di sistemi gestionali e colturali più flessibili, che rispondano tempestivamente alle modificate condizioni.

Considerazioni conclusive

L'applicazione del metodo intende fornire le prime evidenze sulla possibilità di conciliare l'agricoltura irrigua con una più scarsa disponibilità della risorsa. In linea con lo scopo puramente esplorativo che si prefigge, il modello sviluppato appare piuttosto riduttivo nel rappresentare la complessità delle condizioni e delle interazioni che si verificano nella realtà. L'analisi di scenario condotta tiene conto, al momento, unicamente di diverse disponibilità idriche nel prossimo futuro, senza prestare attenzione ad ulteriori modificazioni, sia strutturali che congiunturali (p.e., volatilità dei prezzi, sussidi alle coltivazioni energetiche, introduzione di politiche di settore, ...), cui il settore agricolo è soggetto e che possono verificarsi in un arco temporale di breve o medio-lungo periodo. Sono questi ulteriori fattori che vanno considerati simultaneamente e che costituiscono lo sviluppo del progetto in corso. Tuttavia, le scelte dell'agricoltore, la possibilità di intervenire sul settore zootecnico, gli effetti dei cambiamenti climatici si manifestano con frequenza e cadenza differenti l'una dalle altre. Al fine di affidare alla PMP un maggiore potere rappresentativo ed un ruolo di effettivo strumento di supporto alle decisioni in ambito territoriale, emerge la necessità di integrare il modello con moduli che tengano conto di queste discrepanze temporali. Di conseguenza, le soluzioni da mettere in atto per fronteggiare la scarsità idrica – di cui la riduzione nella fornitura dei volumi dispensati è solo un'opzione – devono essere introdotte in accordo con l'orizzonte temporale nel quale si verificano effetti ed impatti di scelte e condizioni esogene.

Aldilà degli aspetti puramente analitici ed econometrici, i criteri di scelta degli scenari da analizzare appaiono come uno dei punti più critici dell'approccio modellistico deterministico. Allo stato attuale le problematiche connesse al cambiamento climatico presentano numerosi limiti, legati alla difficoltà di attribuire una verosimile probabilità di accadimento ai diversi scenari (*Blanco et al., 2017; Bass et al., 1997*). Sebbene si stimi che modelli idrologici per la previsione delle disponibilità idriche future possano avere un'affidabilità del 40%, il potere esplicativo dei solo modelli non integrati sembra non sufficientemente determinante per indirizzare le politiche di settore. Queste considerazioni aprono la strada a nuovi approcci modellistici, che affrontino la necessità di integrare diversi aspetti e strumenti all'approccio positivo.

Bibliografia

- Bartolini, F., Bazzani, G.M., Gallerani, V., Raggi, M., Viaggi, D. (2007). The impact of water agriculture policy scenarios on irrigated farming systems in Italy: an analysis based on farm level multi-attribute linear programming models. *Agric Syst*, 93:90-114.
- Bass, B., Huang, G., Russo, J. (1997). Incorporating climate change into risk assessment using grey mathematical programming. *Journal of environmental management*, 49:107-123.
- Bates, B., Kundzewicz, Z.W. (2008). Climate change and water, IPCC Technical Paper, 6.

- Bazzani, G.M., Scardigno, A. (2008). Un modello di simulazione territoriale per l'analisi economica dell'uso dell'acqua e della riforma della PAC: una proposta metodologica e prime applicazioni all'agricoltura pugliese. Paper presentato al XLV Convegno di Studi SIDEA, Portici.
- Bischetti, G.B., Chiaradia, E.A., Gandolfi, C., Monaco, F., Sali, G. (2014). Irrigation water resource: economic evaluation and scenario analysis in a rice-cultivated area. In T. Bournaris, J. Berbel, B. Manos and D. Viaggi. (eds.) *Economics of Water Management in Agriculture*, Apple Academic Press Inc., pp. 98-125.
- Blanco, M., Ramos, F., Van Doorslaer, B., Martínez, P., Fumagalli, D., Ceglar, A., Fernández, F.J. (2017). Climate change impacts on EU agriculture: a regionalized perspective taking into account market-driven adjustment. *Agricultural systems*, 156:52-66.
- Blinda, M., Boufaroua, M., Carmi, N., Davy, T., Detoc, S., Froebrich, J., Gabina, D., Iglesias, A., Khalid, A-L., MARGAT, J., Moneo, M., Tagar, Z. (2007). Mediterranean Water Scarcity and drought report. Technical report on water scarcity and drought management in the Mediterranean and the Water Framework Directive. Technical report 009-2007. European Commission.
- Bonfante, A., Impagliazzo, A., Fiorentino, N., Langella, G., Mori, M., Fagnano, M. (2017). Supporting local farming communities and crop production resilience to climate change through giant reed (*Arundo donax* L.) cultivation: an Italian case study. *Sci Total Environ*, 601-602:603-613.
- Cortignani, R., Dono, G., Doro, L., Ledda, L., Mazzapicchio, G. (2010). Una valutazione dell'impatto economico dei cambiamenti climatici tramite un modello di programmazione stocastica discreta a 3 stadi. Paper presentato al XLVII convegno di studi SIDEA, Campobasso, 22-25 settembre 2010.
- Cortignani, R., Severini, S. (2008). Direttiva quadro n. 60/2000 ed aumento del costo dell'acqua in agricoltura: una valutazione d'impatto mediante modelli di PMP. Paper presentato al XLV Convegno di Studi SIDEA, Portici.
- European Geosciences Union (EGU) (2014). Europe to suffer from more severe and persistent droughts. *Science Daily*, 9 January 2014.
- Gallego-Ayala, J., Gómez-Limón, J.A. (2009). Analysis of policy instruments for control of nitrate pollution in irrigated agriculture in Castilla y León. *Span J Agric Res*, 7(1):24-40.
- Giorgi, F., Lionello, P. (2008). Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, 63(2-3):90-104.
- Giuliani, M., Li, Y., Castelletti, M., Gandolfi, C. (2016). A coupled human-natural systems analysis of irrigated agriculture under changing climate. *Water Resour Res*, 52:6928-6947.
- Howitt, R.E. (1995). Positive mathematical programming. *Am J Agr Econ*, 77(2):329-342.
- Hov, Ø., Cubash, U., Fischer, E., Höpfe, P., Iversen, T., Kvamstø, N.G., Kundzewicz, Z.W., Rezacova, D., Rios, D., Duarte Santos, F., Schädler, B., Veisz, O., Zerefos, C., Benestad, R., Murlis, J., Donat, M., Leckebusch, G.C., Ulbrich, U. (2013). Extreme Weather Events in Europe: preparing for climate change adaptation. Report produced by Norwegian Meteorological Institute in cooperation with EASAC.
- IReR (2009). Governo dell'acqua in Lombardia verso gli standard europei. Definizione e validazione tecnico-scientifica delle azioni prioritarie previste dal piano di bacino idrografico. Rapporto finale IReR, Milano.
- ISMEA (2017). Banca dati prezzi origine. Anni 2012, 2013, 2014. <http://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/5390>
- ISTAT (2010). VI Censimento generale dell'agricoltura. <http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/Index.aspx>
- Meddellín, J., Harou, J.J., Howitt, R.E. (2010). Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation. *Science of the total environment*, 408:5639-5648.
- Monaco, F., Sali, G., Ben Hassen, M., Facchi, A., Romani, M., Valè, G. (2016). Water management options for rice cultivation in a temperate area: a multi-objective model to explore economic and water saving results. *Water*, 8:1-21

Pasqui, M., Tomozeiu, R., Bucchignani, E., Gualdi, S., Mercogliano, P., Schiano, P., Scoccimarro, E., Di Giuseppe, E., Libertà, A., Esposito, S., Dal Monte, G., Alilla, R., Epifani, C., Botarelli, L., Roggero, P.P., Acutis, M., Seddaiu, G., De Sanctis, G., Marletto, V., Perini, L., Pellegrini, S., Servadio, P., Mereu, V., Santini, M., Spano, D., Valentini, R., Pirlo, G. Della Casa, G., Marocco, A., Tabaglio, V., Rizza, F., Masoero, F., Prandini, A., Lacetera, N., Segnalini, M., Vitali, A. Nardone, A., Manici, L., Bregaglio, S., Menenti, M., De Lorenzi, F., Bonfante, A., Dono, G., Severini, S., Zucaro, R., Rossi, G., Gozini, B. (2011). Scenari di cambiamento climatico, impatti sull'agricoltura e adattamento. In Libro bianco, Sfide ed opportunità dello sviluppo rurale per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici. Rete Rurale Nazionale

Qureshi, M.E., Ahmad, M., Whitter, S.M., Kirby, M. (2014). A multi-period positive mathematical programming approach for assessing economic impact of drought in the Murray-Darling Basin, Australia. *Economic modelling*, 39:293-304.

Rubino, P., Stellaci, A.M., Rana, R.M., Catalano, M., Caliandro, A. (2013). A non-linear model for optimal allocation of irrigation water and land under adequate and limited water supplies: a case study in Southern Italy. *Irrig and Drain*, 62:145-155.

Sali, G., Bulgheroni, C. (2011). Development of an integrated methodology for the management and assessment of the impact of agricultural policies at territorial level. In *Agricultural and environmental informatics, governance and management: emerging research applications*, Andreopoulou Z., Manos B., Polman N., Viaggi D. (Eds.). Information Science Reference, U.S.A.

Suárez-Almiñana, S., Pedro-Monzonis, M., Paredes-Arquiola, J., Andreu, J., Solera, A. (2017). Linking Pan-European data to the local scale for decision making for global change and water scarcity within water resources planning and management. *Sci Total Environ*, 603-604:126-139.

Vargas-Amelin, E., Pindado, P. (2014). The challenge of climate change in Spain: water resources, agriculture and land. *J Hydrol*, 518:243-249.