

• SU POMODORO, PATATA, CIPOLLA E MAIS

Fertirrigare con i rotoloni aumenta rese e qualità

Le prove effettuate hanno evidenziato che la fertirrigazione per asperzione mediante macchine semoventi è di facile realizzazione e può consentire ottimi risultati produttivi. Alcuni limiti della fertirrigazione possono emergere su colture a ciclo molto breve e in caso di stagioni molto piovose

di **S. Anconelli, P. Mannini, G. Guidoboni, D. Solimando**

La fertilizzazione azotata delle colture rappresenta uno degli interventi agronomici fondamentali per il conseguimento di elevati risultati produttivi su tutte le colture. Questa potente leva produttiva richiede però una corretta individuazione delle dosi da distribuire, del frazionamento durante la crescita delle colture e di attrezzature capaci di un'omogenea distribuzione in campo; in caso contrario possono insorgere problemi di squilibrio nutrizionale alle colture e di inquinamento ambientale.

Nel codice di buona pratica agricola, riguardante la protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole (direttiva

Cee 91/676), vengono perciò incoraggiate quelle tecniche capaci di ridurre le perdite di azoto, come la concimazione attuata con poco anticipo rispetto ai momenti di fabbisogno, privilegiando la fertirrigazione con metodi irrigui che assicurino un'elevata omogeneità ed efficienza di distribuzione dell'acqua e quindi dei fertilizzanti in essa disciolti.

Elevate condizioni di omogeneità ed efficienza di erogazione sono tradizionalmente raggiungibili con gli impianti a goccia, ma approfondite verifiche sperimentali condotte dal Consorzio di bonifica di secondo grado per il canale emiliano romagnolo (Cer) hanno messo in luce che anche l'irrigazione per asper-

sione effettuata con le moderne macchine irrigue semoventi (rotoloni) può raggiungere, nelle condizioni climatiche della pianura emiliano-romagnola (elevata umidità estiva e bassa ventosità), eccellenti indici di efficienza di applicazione e uniformità di bagnatura, che possono superare il 90% (Mannini *et al.*, 2005).

Gli elevati standard di efficienza sono stati raggiunti con i rotoloni grazie all'introduzione delle centraline di controllo elettronico, che consentono di impostare e misurare con precisione l'effettiva quantità d'acqua distribuita sulla coltura, e più in generale a un miglioramento qualitativo degli irrigatori a turbina a elevate presta-

zioni di lancio, e all'introduzione delle barre irrigatrici dotate di diffusori d'acqua, che determinano una buona polverizzazione del getto e un'elevata

uniformità di bagnatura. Tali buone caratteristiche rendono ora possibile ed efficiente l'effettuazione della fertirrigazione mediante i rotoloni, se implementati con idonee attrezzature di dosaggio e iniezione dei fertilizzanti durante il loro funzionamento in campo.

La messa a punto di attrezzature e modalità di gestione della fertirrigazione adatte all'irrigazione per asperzione mediante i semoventi può consentire, analogamente a quanto avviene per l'irrigazione a goccia, di frazionare la fertilizzazione

Su mais e patata la tesi fertirrigua, rispetto alla concimazione tradizionale, ha generato incrementi produttivi del 6-7%



Foto 1 - Impiego della barra irrigatrice sulla patata

LA FERTIRRIGAZIONE CON LE SEMOVENTI

Fraziona la fertilizzazione durante tutto il ciclo biologico

Esalta le rese

Riduce i costi di distribuzione

Migliora la penetrazione nel suolo e l'efficienza dei nutrienti

Riduce le perdite inquinanti in falda

durante tutto il ciclo biologico, di esaltare le rese, di ridurre i costi di distribuzione, di migliorare la penetrazione nel suolo e l'efficienza dei nutrienti, con riduzione delle perdite inquinanti in falda.

Le particolarità più evidenti della fertirrigazione mediante i semoventi risiedono nella bagnatura della vegetazione con la soluzione nutritiva e nel limitato numero di interventi irrigui comunemente effettuati per aspersione. La prima porta alla necessità di impiegare soluzioni nutritive di concentrazioni non dannose alla vegetazione, la seconda a distribuire una certa dose di concimazione di fondo per evitare che, in caso di stagioni piovose, non si riesca ad apportare tutta la dose programmata con gli interventi fertirrigui.

Per verificare l'effettiva possibilità di attuare la tecnica fertirrigua mediante le macchine semoventi, sono state effettuate numerose prove su diverse colture, controllandone sia gli effetti produttivi, sia il miglioramento dell'efficienza della fertirrigazione rispetto alla concimazione azotata tradizionale.

Materiali e metodi

La sperimentazione è stata condotta negli anni 2006, 2007 e 2008 nell'azienda sperimentale sull'irrigazione e il risparmio idrico «Marsili» del Consorzio di bonifica di secondo grado per il canale emiliano-romagnolo (Cer) sita a Mezzolara di Budrio (Bologna), confrontando:

- testimone non concimato;
- concimazione azotata tradizionale;
- concimazione azotata mediante fertirrigazione.

Le specie impiegate negli esperimenti sono state: pomodoro cv. Perfect Peel (2006 e 2008), patata cv. Primura (2007), un mais classe FAO 400, il DKC 5353 (2007) e una cipolla a tunica gialla, ibrido Derek F1 (2008), coltivate secondo le normali pratiche agronomiche.

Le tre tesi a confronto sono state irrigate mediante macchine irrigue semoventi con irrigazioni di eguale volume effettuate nella stessa giornata. In considerazione della sensibilità delle diverse specie all'impatto dell'acqua con la vegetazione per il pomodoro e la patata è stata applicata alla macchina una barra irrigatrice (foto 1), per cipolla e mais è stato impiegato un irrigatore a turbina di media gittata.

In entrambe le tesi concimate la fertilizzazione azotata è stata eseguita con nitrato ammonico granulare impiegando uno spandiconcime nella tesi tradizionale e una pompa fertirrigua volume-

TABELLA 1 - Piano di concimazione azotata per le due tesi a confronto, distinto per epoca di distribuzione in funzione delle diverse colture

Coltura	Tesi	Concim. di fondo (kg/ha)	Concimazione in copertura (kg/ha) (¹)	Concimazione in copertura (kg/ha) (¹)	Concimazione mediante interventi fertirrigui (kg/ha)	Totale (kg/ha)
Pomodoro 2006	tradizionale	–	110 (1° in fioritura)	110 (1° in fruttificazione)	–	220
	fertirrigazione	–	–	–	220 (in 9 fertirrigazioni)	220
Patata 2007	tradizionale	55	48,8 (rincalzatura)	93,2 (chiusura sulla fila)	–	197
	fertirrigazione	55	26,2 (rincalzatura)	–	99,3 (in 6 fertirrigazioni)	180,5 (²)
Mais 2007	tradizionale	55	92 (emergenza)	106 (sarchiatura)	–	253
	fertirrigazione	55	92 (emergenza)	–	106 (in 4 fertirrigazioni)	253
Cipolla 2008	tradizionale	55	55 (4ª foglia)	50 (inizio bulbificazione)	–	160
	fertirrigazione	55	35 (4ª foglia)	–	70 (in 5 fertirrigazioni)	160
Pomodoro 2008	tradizionale	55	75 (1° in fioritura)	70 (1° in fruttificazione)	–	200
	fertirrigazione	55	–	–	145 (in 8 fertirrigazioni)	200

(¹) Tra parentesi è riportato il momento di somministrazione del concime. (²) Eseguito un intervento in meno del calendario programmato.

trica Startec Irrifert L-X applicata alla tubazione di alimentazione irrigua della macchina semovente, per sfruttare la pressione della stessa: sia il rotolone, sia la pompa iniettrice erano dotati di centraline elettroniche per una regolare applicazione d'acqua e concime.

La quantità di fertilizzanti apportati sulle due tesi è stata la medesima ed è stata decisa in funzione dei fabbisogni nutrizionali e delle asportazioni delle colture valutate secondo i parametri dei disciplinari di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna, a partire dalla dotazione iniziale del terreno.

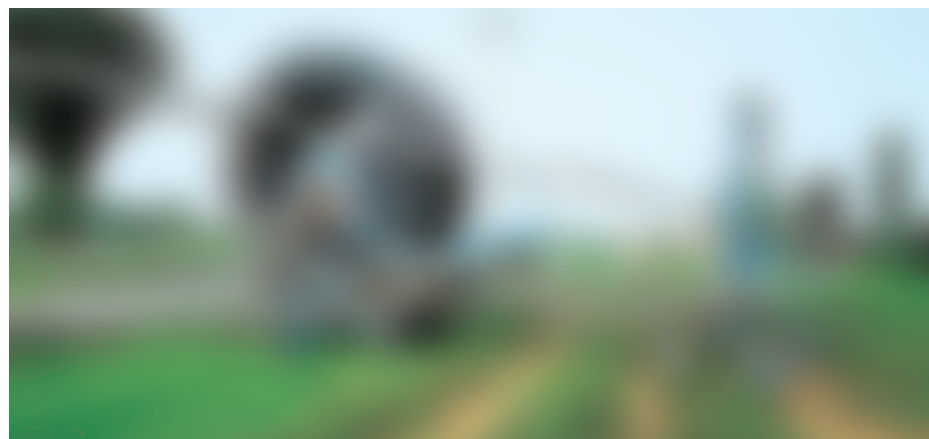
Nella tesi tradizionale sono state effettuate una concimazione di fondo e due in copertura, mentre in quella fertirrigata alla dose distribuita alla preparazione del terreno, sono seguite diverse dosi frazionate in fertirrigazione, con quantità va-

riabili in funzione delle curve di assorbimento dell'azoto delle diverse colture: la concentrazione di concime nell'acqua di irrigazione è risultata comunque sempre inferiore a 0,3-0,5 g/L, tale da non risultare nociva al contatto con la vegetazione, anche nelle fase iniziali più delicate del ciclo culturale.

In *tabella 1* sono riportati le epoche e le dosi apportate sulle diverse colture nei diversi anni di prova.

In considerazione del metodo irriguo adottato la prova è stata condotta su appezzamenti di circa 4.500 m² per ciascuna coltura, suddivisi in 3 parcelloni contigui corrispondenti alle 3 tesi a confronto, che sono state quindi irrigate mediante un unico passaggio della macchina irrigua accuratamente controllata.

Per dominare la variabilità di fertilità del terreno all'interno di ciascun appez-



Il pomodoro ha fatto registrare un aumento del grado Brix da 32 a 38 q7ha grazie all'utilizzo della fertirrigazione

TABELLA 2 - Andamento meteorologico dei 3 anni di prova (mm/mese)

		Aaprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Totale
2006	piogge	40,0	96,7	25,8	6,1	26,3	100,9	295,8
	ET ₀	76,1	125,4	151,0	189,4	140,5	111,4	793,8
2007	piogge	32,5	50,6	85,1	15,9	19,0	67,3	270,4
	ET ₀	95,0	143,5	157,7	223,1	159,4	111,8	890,5
2008	piogge	45,6	76,6	164,7	11,2	27,0	60,0	385,1
	ET ₀	74,5	107,4	129,4	192,4	193,9	115,5	813,2
Media	piogge	39,4	74,6	91,9	11,1	24,1	76,1	317,1
	ET ₀	81,8	125,4	146,0	201,7	164,6	112,9	832,5
	deficit idrico standard	-42,5	-50,8	-54,2	-190,6	-140,5	-36,8	-515,4

ET₀ è l'evapotraspirato della coltura mantenuta in ottimali condizioni di rifornimento idrico; ET_c è l'evapotraspirazione potenziale di riferimento; K_c sono i coefficienti culturali delle diverse colture durante.

Fonte: Fao; Allen *et al.*, 1998.

zamento sono state ricavate, lungo una diagonale del campo, 5 parcelle di 10 m² per ciascuna tesi, in cui sono stati effettuati i rilievi e le raccolte sperimentali.

I terreni che hanno interessato le esperienze nei vari anni sono risultati sabbioso-limosi (mediamente: 40% sabbia, 40% limo, 20% argilla), con capacità idrica di campo variabile tra il 18 e il 24% del peso secco e punto di appassimento di 8-11%.

Considerando uno strato esplorato dalle radici di 35 cm per la cipolla, 45 cm per la patata, 50 cm per il mais e il pomodoro, le irrigazioni sono state programmate mediante bilancio idrico, con restituzione del 100% dell'evapotraspirato non compensato da piogge, impostato per mantenere l'umidità del terreno indicativamente tra il 45 e l'85% dell'acqua disponibile, con un volume di adacquata perciò corrispondente a 25-30 mm per ciascun intervento.

I consumi idrici delle diverse colture sottoposte a esperimento sono stati valutati secondo la nota equazione:

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

Dove: ET_c è l'evapotraspirato della coltura mantenuta in ottimali condizioni di rifornimento idrico, ET₀ è l'evapotraspirazione potenziale di riferimento, K_c sono i coefficienti culturali delle diverse colture durante (FAO; Allen *et al.*, 1998).

I coefficienti culturali impiegati sono stati aggiustati sulla base di numerose esperienze pregresse condotte dal consorzio Cer e sono corrispondenti a quelli inseriti nel sistema esperto di assistenza tecnica irrigua Irrinet impiegato su circa il 20% delle superfici irrigue della regione Emilia-Romagna (Mannini *et al.*, 2007).

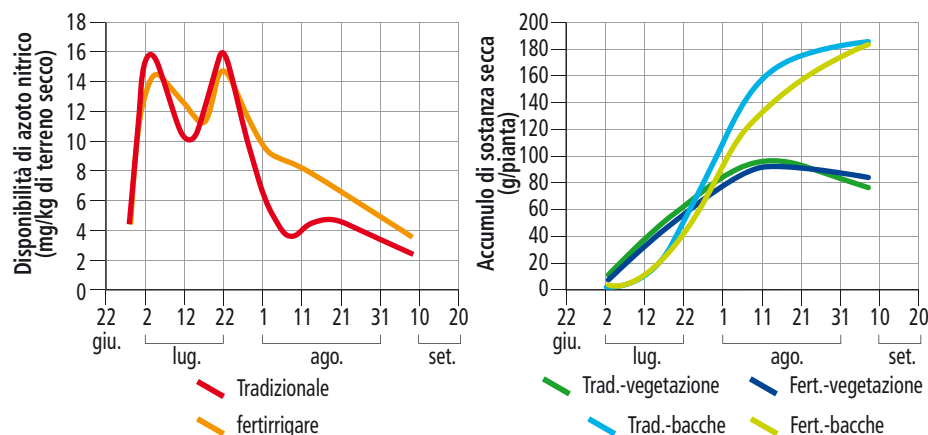


GRAFICO 1 - Disponibilità di azoto nitrico nella soluzione circolante (a sinistra) e contemporaneo accumulo di sostanza secca nei diversi organi della pianta (a destra) riscontrati nel 2006 su pomodoro da industria

La somministrazione frazionata dell'azoto in fertirrigazione ha determinato una maggiore e più prolungata disponibilità di azotati fin nelle fasi più avanzate del ciclo culturale; tale condizione ha consentito, nel complesso, un più regolare accumulo di sostanza secca negli organi produttivi delle varie colture.



La cipolla è stata l'unica specie in prova che non ha fatto riscontrare una grande variabilità di resa commerciale

Risultati

Andamento meteorologico e irrigazioni

L'andamento meteorologico 2006 e 2007 è risultato particolarmente siccitoso, con scarsi eventi piovosi di bassa efficacia ed elevata domanda evaporativa dell'ambiente. Nel 2008 la primavera è stata contraddistinta da un mese di giugno molto piovoso, seguito poi da una stagione con modeste precipitazioni ed elevate evapotraspirazioni (tabella 2).

Durante la stagione di coltivazione, aprile-settembre, il deficit idrico standard (piogge - ET₀) ha mostrato una perdita evaporativa, non compensata da precipitazioni, superiore a 500 mm.

In conseguenza di questi andamenti meteorologici, le irrigazioni effettuate secondo le procedure descritte durante il ciclo culturale delle diverse specie sono state su pomodoro di 225 mm e 250 mm, rispettivamente in 9 e 10 interventi nel 2006 e nel 2008, di 135 mm (6 interventi) sulla patata, di 210 mm (7 interventi) su mais e di 236 mm (10 interventi) sulla cipolla.

Uniformità di distribuzione dell'acqua e dei fertilizzanti

Durante ogni anno di prova sono state effettuate delle valutazioni tecnologiche riguardanti l'efficienza di applicazione dell'acqua (rapporto tra l'acqua effettivamente misurata al suolo tramite pluviometri e quella fuoriuscita dagli impianti), l'omogeneità di distribuzione dell'acqua e della concentrazione di fertilizzanti in essa disciolti. I numerosi test tecnologici effettuati hanno evidenziato, nella media, che la perdita d'acqua durante il lancio è risultata molto limitata, con valori di efficienza prossimi al 99-100%, sia con l'impiego della barra irrigatrice sia

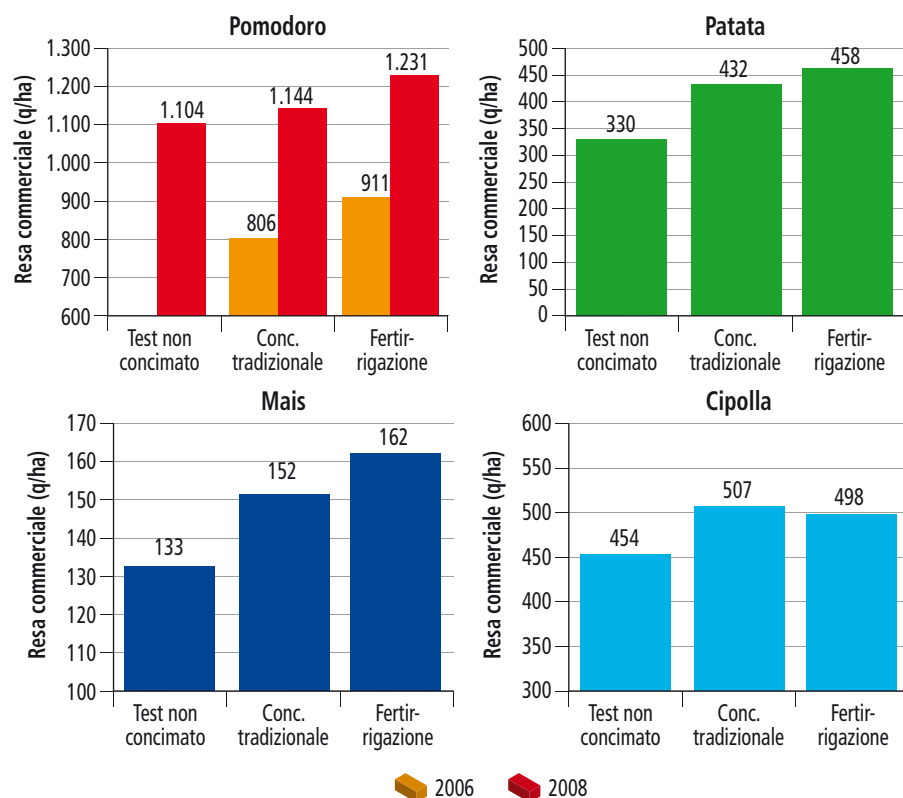


GRAFICO 2 - Variazioni di resa commerciale ottenute nelle diverse colture in prova

La miglior disponibilità di nutrienti durante il ciclo colturale e la buona uniformità di distribuzione in campo hanno determinato un generalizzato incremento produttivo della tesi fertirrigua rispetto a quella tradizionale, con incrementi produttivi del 6-7% per il mais e la patata, fino al 13% di incremento di resa di bacche commerciali nel pomodoro.

con l'irrigatore a turbina. Anche l'uniformità di distribuzione dell'acqua, misurata mediante numerosi pluviometri disposti lungo la diagonale del campo, è risultata molto elevata, con valori di coefficiente di uniformità di Christiansen compresi tra il 91 e il 97%, per entrambe le attrezzature irrigue impiegate. L'omogeneità di distribuzione dell'azoto ha mostrato valori analoghi, evidenziando

quindi un'eccellente proporzionalità di iniezione dell'attrezzatura fertirrigua impiegata.

Contenuto di azoto nella soluzione circolante

Per una valutazione dell'eventuale riduzione del dilavamento dei nitrati indotto da una più puntuale distribuzione

Il mais utilizzato per la prova era classe FAO 400, il DKC 5353

dei fertilizzanti azotati mediante fertirrigazione, sulle colture in prova, prima di ogni intervento irriguo, sono stati prelevati campioni di terreno a due profondità, 30 cm, nello strato di massima esplorazione da parte delle radici, e nello strato sottostante, a 70 cm, per determinare le concentrazioni di nitrati e ammonio della soluzione circolante, espressi in percentuale del peso di terreno secco, e valutarne l'andamento stagionale.

Durante il ciclo colturale sono stati parallelamente prelevati dei campioni dei vari organi delle piante per valutare l'efficienza di accumulo della sostanza secca e dell'azoto in rapporto alle diverse modalità di distribuzione dei concimi.

In linea generale è stato riscontrato che la somministrazione frazionata dell'azoto in fertirrigazione ha determinato una maggiore e più prolungata disponibilità di azotati fin nelle fasi più avanzate del ciclo colturale; tale condizione ha consentito, nel complesso, un più regolare accumulo di sostanza secca negli organi produttivi delle varie colture (grafico 1).

Risultati produttivi

La migliore disponibilità di nutrienti durante il ciclo colturale e la buona uniformità di distribuzione in campo hanno determinato un generalizzato incremento produttivo della tesi fertirrigua rispetto a quella tradizionale, con incrementi produttivi del 6-7% per il mais e la patata, fino al 13% di incremento di resa di bacche commerciali nel pomodoro (grafico 2). Su questa coltura è stato anche riscontrato un miglioramento qualitativo, che ha portato la resa in °Brix da 32 a 38 q/ha nel 2006 e da 52 a 58 q/ha nel 2008.

Solo sulla cipolla non sono state riscontrate differenze tra le due tesi per effetto delle consistenti precipitazioni di giugno che non hanno permesso di effettuare tutte le fertirrigazioni previste nel momento di massimo assorbimento da parte della coltura.

Particolarmente elevate sono anche apparse le produzioni del test non concimato: la relativamente buona fertilità di fondo del terreno potrebbe quindi avere in parte mascherato risultati ancora più evidenti a favore della fertirrigazione.

Efficienza d'uso dell'azoto

Utilizzando i risultati produttivi del testimone non concimato sono stati calcolati gli incrementi di resa per unità di

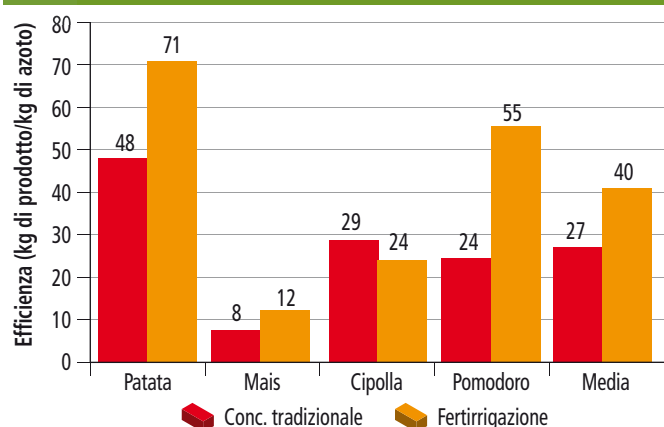


GRAFICO 3 - Incremento di efficienza d'uso dell'azoto ottenuto con la fertirrigazione

Per il solo effetto della distribuzione frazionata del concime, è stato possibile incrementare l'efficienza d'uso dell'azoto del 48%.



L'impiego di attrezzature moderne ed efficienti è una condizione indispensabile per ottenere un miglioramento dell'efficienza dell'uso dei fertilizzanti

fertilizzante apportato: la fertirrigazione ha determinato un incremento medio di resa pari a 40 kg di prodotto per chilogrammo di azoto distribuito, contro i soli 27 della concimazione tradizionale. Ne consegue che, per il solo effetto della distribuzione frazionata del concime, è stato possibile incrementare l'efficienza d'uso dell'azoto del 48% (grafico 3).

Considerazioni economiche

Sotto il profilo economico, la fertirrigazione ha permesso un recupero di produzione lorda vendibile rispetto alla concimazione tradizionale che, nella media delle colture, è risultato di 521 euro/ha (tabella 3). La coltura che ha mostrato di avvantaggiarsi di più della fertirrigazione è risultata il pomodoro, che ha ottenuto un incremento di oltre 1.200 euro/ha, anche in virtù della migliore remunerazione conseguente all'aumento del grado Brix: tale risultato è facilmente spiegabile col fatto che la coltura si è avvantaggiata del lungo periodo vegetativo coincidente con i mesi più caldi e secchi, che hanno permesso un maggior frazionamento degli apporti fertirrigui azotati, rispetto alle altre colture testate.

A fronte degli incrementi di produzione lorda vendibile ottenuti è stata compiuta la valutazione dei costi aggiuntivi derivanti dalla gestione fertirrigua, che sono stati individuati in non più di 40-60 euro/ha, conseguenti all'acquisto della pompa inietttrice (a un costo intorno ai 2.000 euro, ammortiz-

zabili su 10-15 ha in 5 anni) e all'impiego di concimi a maggior solubilità: per la tesi tradizionale è stato impiegato nitrato ammonico al 27%, mentre per la tesi fertirrigata è stato usato nitrato ammonico cristallino idrosolubile (34%), con un costo aggiuntivo di circa 0,1 euro/kg di azoto.

Conclusioni

Le prove effettuate hanno evidenziato che la fertirrigazione per asperzione mediante macchine semoventi è di facile realizzazione e può consentire ottimi risultati produttivi.

L'impiego di attrezzature moderne capaci di irrigare con un'elevata uniformità di erogazione e dotati di adeguate attrezzature di fertirrigazione è, naturalmente, una condizione indispensabile per ottenere un effettivo miglioramento dell'efficienza nell'uso dei fertilizzanti, con potenziale riduzione dei rilasci di nitrati nell'ambiente e dell'impatto dell'agricoltura nei confronti delle acque superficiali e sotterranee.

Alcuni limiti della fertirrigazione per asperzione possono emergere sulle colture a ciclo molto breve, sulle quali il frazionamento è reso incerto per il ridotto numero di interventi irrigui a cui tali colture sono solitamente sottoposte; analoghi problemi possono anche insorgere in caso di stagioni molto piovose nelle quali il calendario fertirriguo potrebbe non essere adeguatamente rispettato. Nella fertirrigazione per asperzione risulta quindi consigliabile anticipare in pre-semina e copertura almeno un terzo delle dosi di fertilizzanti previste.

Gli eccellenti risultati agroambientali ed economici conseguiti dovrebbero sollecitare la costruzione di macchine irrigue semoventi dotate di fertirrigatore incorporato e regolato tramite un unico controller elettronico di cui gran parte dei moderni rotoloni sono già dotati. ●

Stefano Anconelli

Paolo Mannini

Giorgio Guidoboni

Domenico Solimando

Cre - Consorzio di bonifica di secondo grado per il canale emiliano romagnolo
Bologna
MAIL??

TABELLA 3 - Incremento di produzione lorda vendibile (plv) ottenuta con la fertirrigazione

	Test (euro/ha)	Tradizionale (euro/ha)	Fertirrigato (euro/ha)	Variazioni di plv	
				fertirrigato sul tradizionale (euro/ha)	%
Pomodoro '06	—	4.495	5.260	765	17,0
Patata '07	7.249	9.496	10.086	590	6,2
Mais '07	2.783	3.183	3.407	224	7,0
Cipolla '08	5.664	6.722	6.522	-200	-3,0
Pomodoro '08	8.900	9.675	10.901	1.226	12,7
Medie	6.149	6.714	7.235	521	8,0

La fertirrigazione ha permesso un recupero di produzione lorda vendibile rispetto alla concimazione tradizionale che, nella media delle colture, è risultato di 521 euro/ha.

Prove condotte con il contributo della Regione Emilia-Romagna (lr 28/98) e il cofinanziamento delle seguenti ditte costruttrici di macchine irrigue semoventi: Giampi, Ocmis, Idrofoggia, Irrimec, Rm, Irtec, Casella, Ferbo e Sime (costruttrice di irrigatori ad asperzione).
Un ringraziamento va anche alla ditta Startec per la collaborazione tecnica.



Per consultare la bibliografia:
www.informatoreagrario.it/rdLia/08ia43_3813_web