

● RISULTATI DEL PROGETTO ASTRIS NEL VERCELLESE NEL 2010 E 2011

La concimazione di precisione ottimizza l'azoto in risaia

Le prove di concimazione azotata sono state effettuate con spandiconcime elettronico capace di regolare la distribuzione sulla base del dato fornito da un sensore di vigore della pianta. In questo modo è stato possibile ottenere una resa a ettaro uniforme all'interno della camera di risaia



di G. Sarasso, F. Vidotto,
A. Ferrero, A. Finassi,
G. Masoero

La risicoltura italiana si troverà prevedibilmente a dover affrontare dal 2014 una sostanziosa riduzione del contributo comunitario, che andrà a sommarsi agli attuali aumenti dei costi di combustibili, fertilizzanti e dell'imposizione fiscale. In questo contesto, è sempre più necessario migliorare i bilanci aziendali attraverso l'ottimizzazione dell'impiego dei fattori produttivi, incrementando nel contempo le rese unitarie. **La variabilità spaziale della fertilità, che normalmente si riscontra negli appezzamenti, rappresenta un elemento in grado di ridurre l'efficienza dei fattori produttivi.** Tale variabilità è legata soprattutto alle caratteristiche pedologiche che possono differire ampiamente da una zona all'altra all'interno dello stesso appezzamento.

Sebbene gran parte degli agricoltori sia in grado di individuare empiricamente nei propri terreni le zone a più elevata o ridotta produttività, la percezione delle dimen-

sioni della variabilità produttiva è spesso fortemente limitata dall'attuale livello di meccanizzazione che impone ampie larghezze di lavoro e alte velocità operative. In ambito risicolo, in particolare, la tendenza verso l'accorpamento e la realizzazione di camere (gli appezzamenti che vengono allagati) di notevoli dimensioni impone una gestione uniforme su aree anche molto disformi.

La misura della variabilità spaziale all'interno degli appezzamenti e la possibilità di modulare gli interventi in base a questa variabilità sono indicati con il termine di gestione sito-specifica e costituiscono gli elementi fondamentali dell'agricoltura di precisione (in inglese *precision farming*).

Le prime esperienze condotte in Italia sull'applicazione dell'agricoltura di precisione hanno evidenziato la presenza di una notevole variabilità produttiva all'interno delle singole camere di risaia, con differenze anche superiori al 30% fra aree tra loro distanti poche decine di metri. Non è raro, con le coltivazioni e le tecniche agronomiche ordinariamente adottate, individuare aree con produ-

zioni superiori a 10 t/ha. Tuttavia, poiché le produzioni medie nazionali delle varietà più produttive (appartenenti alle classi merceologiche Tondo e Lungo B) non giungono a 8 t/ha, è ragionevole ritenere che con il livellamento delle condizioni agronomiche attuali all'interno di ogni camera si possano creare le condizioni per un innalzamento dei livelli produttivi aziendali. Parte della variabilità è determinata dalla disponibilità degli elementi nutritivi, soprattutto dell'azoto, il cui rilascio a favore delle radici dipende dalle caratteristiche del terreno.

Quando viene effettuata la concimazione azotata

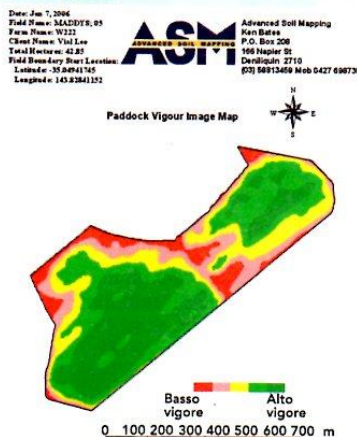
In Italia per la concimazione azotata in copertura sono previsti normalmente 2 interventi: durante l'accestimento e nella fase di differenziazione della pannocchia (*panicle initiation*). Attraverso una corretta interpretazione delle condizioni della coltura nella fase di differenziazione della pannocchia e tenendo conto delle potenzialità produttive della varietà considerata è possibile stimare la quantità ottimale di azoto che occorre apportare con il secondo intervento di copertura.

Strategia australiana Ricecheck

L'approccio australiano, correntemente applicato nella strategia Ricecheck, è così riassumibile:

- vengono eseguiti rilevamenti da satellite del vigore della coltura nella fase di differenziazione della pannocchia;
- i dati ottenuti vengono raggruppati in classi, individuando all'interno dei singoli appezzamenti le aree a diversa classe di vigore (figura 1);
- per ogni area, secondo le dimensioni, si eseguono uno o più rilievi manuali per determinare il peso della vegetazione per unità di superficie e per ogni campione si determina il contenuto percentuale di azoto attraverso una procedura rapida basata sull'uso di strumentazioni NIR;
- combinando il peso della biomassa e il contenuto percentuale di azoto si ottiene

FIGURA 1 - Esempio di mappa di vigore relativa a una camera di risaia australiana, elaborata da letture NDVI eseguite da satellite



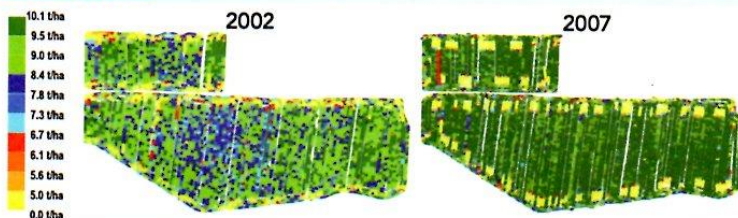
Fonte: Advanced soil mapping, Deniliquin, Australia.

una stima della quantità totale di azoto, espressa in kg/ha, assorbito dalla coltura sino a quel momento e presente nei tessuti vegetali (NU, da *nitrogen uptake*);

- viene suggerita la quantità di azoto da somministrare alla coltura nello stadio di differenziazione della pannocchia in funzione delle varietà, riunite in gruppi per analogia di fabbisogni, del valore di azoto totale assorbito dalla coltura e della possibilità o meno di innalzare l'acqua di sommersione (fino a 25 cm) al momento della formazione delle cellule madri del polline (microsporulazione), per proteggere la pannocchia in formazione dagli sbalzi termici;

- viene inoltre suggerito il range di valori ottimali di azoto totale assorbito dalla pianta da raggiungere alla fase di differenziazione della pannocchia: in questo modo negli anni successivi si possono modulare adeguatamente le fertilizzazioni alla semina e all'accestimento.

FIGURA 2 - Mappe di produzione di risone di uno stesso appezzamento dell'azienda agricola Palestro di Olcenengo (Vercelli) nel 2002, a seguito di fertilizzazione uniforme, e nel 2007, a seguito di fertilizzazione differenziata all'impianto in funzione delle mappe storiche di resa



Le basse produzioni riportate per le zone di bordo campo (in giallo) sono dovute al sistema di mappatura sino ad allora adottato, che non consentiva di misurare con precisione la produzione in tali aree.

APPROFONDIMENTO

Esempi per valutare nel mondo il fabbisogno di azoto nel riso

Nel mondo sono state sviluppate diverse strategie per valutare il fabbisogno di azoto del riso nella fase di differenziazione della pannocchia. Alcune di esse si basano sull'osservazione empirica dello stato nutrizionale della coltura confrontando il colore delle foglie con tavole colorimetriche di riferimento (foto). Insieme alle tavole vengono fornite indicazioni, ricavate sperimentalmente, relative ai dosaggi da applicare in funzione di ogni varietà o gruppo di varietà. Indicazioni sono disponibili, ad esempio, per le varietà costituite dall'Irri di Los Baños, Filippine, e per le varietà californiane. Un altro esempio è rappresentato da studi condotti in Sud Corea basati su valutazioni colorimetriche effettuate tramite immagini digitali della vegetazione acquisite nello spettro visibile, sempre finalizzate

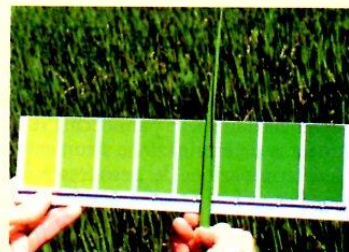


Tavola colorimetrica utilizzata nelle risaie californiane per valutare lo stato nutrizionale della coltura e determinare la dose di azoto da somministrare in copertura.

Fonte: University of California cooperative extension.

a individuare una relazione fra il colore delle foglie, lo stato nutrizionale e il conseguente fabbisogno di azoto. ●

Sensori disponibili in Italia

Una possibile alternativa all'approccio australiano Ricecheck per l'ambiente italiano è costituita dalla disponibilità commerciale di alcuni modelli di sensori di vigore applicabili alla trattrice, già utilizzati con successo su altre colture (barbabietola, frumento, vite).

Questi strumenti sono dotati di emettitori di luce a banda visibile (verde, giallo, rosso) e invisibile (banda vicina all'infrarosso NIR, con lunghezza d'onda di 780 nm) e misurano la percentuale di riflessione delle diverse bande da parte della coltura.

I vegetali riflettono la radiazione visibi-

le in misura inversamente proporzionale all'attività fotosintetica, e quella vicina all'infrarosso in modo direttamente proporzionale; dal rapporto tra le misure di radiazione riflessa per le diverse bande (NIR/visibile) si possono calcolare indici vegetazionali legati all'attività fotosintetica.

Lo studio Astris

Sulla base di questi presupposti si sta conducendo nel Vercellese lo studio Astris (Adattamento e sviluppo di tecnologie informatiche di supporto ad applicazione di risicoltura di precisione) volto a ridurre la variabilità spaziale della produzione attraverso la gestione sito-specifica della fertilizzazione azotata ricorrendo all'impiego di sensori di vigore vegetativo.

Il progetto origina dalle esperienze di concimazione differenziata fra zone diverse nell'ambito della stessa camera eseguite a partire dal 2000 presso l'azienda agricola Palestro di Olcenengo (Vercelli).

Nei primi anni la differenziazione è avvenuta durante l'applicazione del concime in pre-semina. All'inizio di ogni stagione sono state valutate le mappe produttive dei tre anni precedenti. Sulla base di tali mappe è stata gradualmente incrementata, nelle aree a produttività «storicamente» bassa, la somministrazione di azoto di matrice organica. Negli anni è stata riscontrata una graduale riduzione della variabilità della produzione (figura 2).

Come sono state impostate le prove

Lo studio ha interessato 7 camere nel 2010 e 5 nel 2011. Le varietà di riso coltivate nelle varie prove appartengono al gruppo Tondo (Centauro), Lungo A da parboiled (Nembo, Ronaldo), Lungo A da risotto (Ulisse) e Lungo B (Arsenal). All'interno delle camere selezionate sono state individuate aree di rilievo e campionamento disposte secondo una griglia 50 x 50 m, definita con l'ausilio di un software (Farm Works™) usato in agricoltura di precisione. Allo stadio di differenziazione della pannocchia su ciascuna area è stata effettuata la determinazione strumentale dell'indice di vigore e la determinazione del peso fresco della biomassa insistente su una superficie definita. Nel 2011, inoltre, è stato prelevato un campione di piante per le quali sono state effettuate misure in laboratorio con N tester e un lettore NIR da laboratorio, oltre alla determinazione del contenuto in azoto con metodo Kjeldhal su sottocampioni liofilizzati.

Per accelerare le operazioni di raccolta dei campioni a partire dalla campagna 2010 è stato impiegato un agevolatore realizzato presso l'officina dell'azienda agricola ospitante in grado di prelevare meccanicamente campioni di biomassa riferiti a un'area costante e sfalciati a livello del suolo (foto).

L'attrezzo è stato accoppiato a una trattrice equipaggiata con sensori di vigore e tracciafile GPS che ha consentito al conducente di raggiungere i punti definiti dallo schema sperimentale e leggersi gli indici di vigore. A ogni punto l'addetto

all'agevolatore ha prelevato il campione di biomassa e ne ha rilevato il peso con una bilancia elettronica installata a bordo. Infine, un campione di foglie è stato collocato in un sacchetto di plastica opportunamente siglato e quindi temporaneamente stoccato sul mezzo. Con questa configurazione è stato possibile eseguire la serie completa dei rilievi in campo con una velocità operativa di 15-20 punti/ora. Le sperimentazioni del 2011 sono state inficiate, per quanto riguarda le rese produttive, dalle basse temperature minime verificatesi durante la fase di microsporulazione del riso, che su alcune varietà hanno causato ampi fenomeni di sterilità fiorale.



Agevolatore impiegato per la raccolta dei campioni di biomassa di riso

Questa strategia, impostata esclusivamente sui dati storici, non permette di adeguare la fertilizzazione al corso della stagione e quindi alle condizioni di effettivo fabbisogno da parte della coltura.

Obiettivi

Le prove condotte sinora nell'ambito del progetto Astris hanno avuto principalmente due obiettivi:

- esaminare la possibilità, in reali condizioni operative, di ottenere una stima dei valori di azoto totale assorbito dalla coltura (NU) attraverso l'acquisizione in campo di indici di vigore ottenuti con sensori specifici e senza dover ricorrere a determinazioni analitiche su campioni di piante (relazione fra NU e indici di vigore);
- verificare la possibilità tecnica di rilevare in continuo il valore di vigore direttamente durante l'operazione di concimazione e di modulare in tempo reale la dose di concime distribuita sulla base delle letture acquisite (modulazione in tempo reale della concimazione azotata).

Attività svolte

Come attività comuni ai due obiettivi, sono state svolte nel corso del 2009 e del 2010 alcune prove preliminari volte alla messa a punto dell'impiego dei sensori. Queste hanno permesso di osservare che la presenza di gocce di rugiada sulla vegetazione riduce la ripetibilità delle misure, rendendo necessario eseguire i rilievi a partire dalla tarda mattinata o comunque su vegetazione asciutta.

Dal 2009 è stato utilizzato il sensore Crop Circle™ ACS-210 (Holland Scientific), che fornisce una misura dell'indice di vigore della coltura (NDVI) (*Normalized difference vegetation index*). Dal 2011 è stato inoltre utilizzato anche il sensore OptRx (Ag Leader® Technology).

Quest'ultimo, operando su più bande del visibile, è in grado di restituire sia la misura dell'NDVI che dell'altro indice di vigore (NDRE) (*Normalized difference red edge*). I due modelli sono stati impiegati con gli stessi accorgimenti e, nel complesso, hanno fornito risposte simili.

Analisi dei dati

L'analisi dei dati relativi ai sensori ha fornito riscontri non sempre concordanti in funzione della varietà, dei livelli di fertilizzazione e dell'azoto totale assorbito.

In alcune condizioni è stata confermata l'esistenza di una relazione ele-

vata tra lettura strumentale del vigore, biomassa e l'azoto totale assorbito dalla coltura (grafico 1).

Modulazione in tempo reale della concimazione azotata

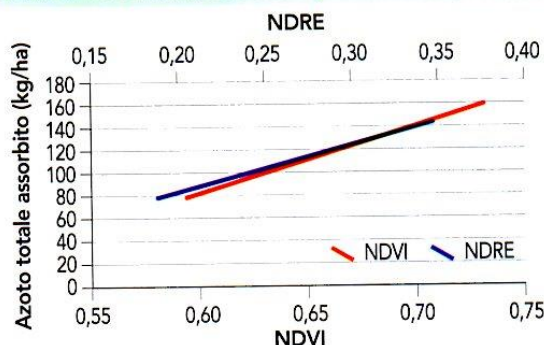
Con questa attività si è voluto anticipare in parte l'obiettivo finale della sperimentazione. Allo scopo, è stato applicato davanti alla trattoria un sensore di vigore, collegandolo a un tracciafile GPS posto in cabina, corredato di apposito software che in tempo reale consente di confrontare i dati acquisiti con una tabella contenente le relazioni fra i valori di vigore e le prescrizioni di dosaggio (foto 1).

Le informazioni sulla dose da distribuire sono state istantaneamente trasmesse al controller di uno spandiconcime elettronico con pesa, che ha regolato automaticamente la distribuzione e restituito informazioni sul lavoro effettivamente eseguito.



Foto 1 Trattoria e spandiconcime impiegati per effettuare la modulazione in tempo reale della concimazione azotata nella fase di differenziazione della pannocchia. Si noti il sensore NDVI, collocato anteriormente alla trattoria

GRAFICO 1 - Relazione fra gli indici di vigore NDVI e NDRE e la quantità di azoto immagazzinata nella coltura, rilevati al momento della differenziazione della pannocchia (2011)



NDVI e NDRE sono indici utilizzati per valutare lo stato generale della vegetazione. Si calcolano come rapporto della luce riflessa dalle piante in diverse bande dello spettro.

La determinazione strumentale del vigore della pianta di riso è direttamente proporzionale all'azoto totale assorbito: man mano che gli indici NDVI e NDRE assumono valori crescenti, cresce anche il valore dell'azoto totale assorbito dalla pianta.

Il tracciante GPS ha inoltre memorizzato, per eventuali future elaborazioni, i valori di vigore, le dosi prescritte e quelle effettivamente distribuite, associandoli alla posizione geografica, mentre contemporaneamente segnalava al conducente le traiettorie da seguire nello spandimento.

L'operazione è risultata complessa, ma eseguita in modo completamente automatico, lasciando all'operatore solo i compiti di guida e controllo ordinario dello spandimento.

Questa attività avrebbe dovuto essere eseguita alla fine della sperimentazione, dopo aver raccolto sufficienti informazioni per elaborare le tabelle di prescrizione; è stata tuttavia anticipata per acquisire esperienza per una buona messa a punto del sistema informatico. In mancanza di dati, le tabelle di correlazione tra i valori di vigore e le dosi da distribuire sono state elaborate a livello intuitivo.

I risultati produttivi ottenuti hanno comunque evidenziato come il dispositivo predisposto per la prova di concimazione frazionata risponda adeguatamente all'obiettivo centrale del progetto, che è precisamente quello di uniformare la produzione all'interno delle camere.

In effetti, la produzione realizzata in ciascuna area non è dipesa dallo stato nutrizionale posseduto dalle piante alla fase di differenziazione della pannocchia, ma fondamentalmente dal differente potenziale produttivo delle cultivar (grafico 2).

In condizioni di fertilizzazione a dose unica, come universalmente pratica-

to, si sarebbe verificato che le piante più vigorose avrebbero prodotto di più. Tale comportamento non è stato riscontrato, proprio perché la somministrazione a dosi inversamente proporzionali allo stato vegetativo effettuata nel secondo intervento di copertura ha controbilanciato il maggiore vigore iniziale.

La produzione ha infatti fatto registrare una variabilità pari a circa la metà di quella rilevata per l'azoto totale assorbito dalla pianta (NU), come testimoniato dal coefficiente di variazione medio interno a ciascun campo, risultato pari a 13% (con un massimo del 20% in una camera) per la produzione e a 27% per il NU.

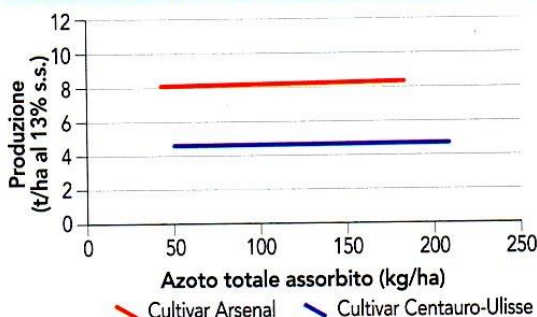
Problematiche aperte e futuri sviluppi

I principali limiti associati a questa modalità di gestione della concimazione azotata in post-emergenza sono legati soprattutto alla disponibilità di informazioni precise relative alla dose da somministrare in funzione dello stato di vigore (e quindi del NU) rilevato allo stadio di differenziazione della pannocchia.

Tali informazioni, già disponibili in altri contesti risicoli, richiederebbero nel nostro Paese una verifica sperimentale specifica sui principali gruppi varietali.

La vita effimera di molte cultivar richiederà una continua sperimentazione in tal senso; qualora la tecnologia si affermasse, la caratterizzazione del rapporto fra NDVI e dose da somministrare dovrebbe essere effettuata durante il lavoro di selezione varietale, potendo fornire in

GRAFICO 2 - Relazione fra i valori di azoto totale assorbito, misurati al momento della differenziazione della pannocchia, e la produzione di risone nei due gruppi di varietà impiegati nelle prove (2011)



Nonostante l'ampia variabilità di azoto totale assorbito al momento della differenziazione della pannocchia, la modulazione della concimazione azotata in copertura ha permesso di ottenere produzioni uniformi. Le differenze riscontrate sono legate al potenziale produttivo delle cultivar considerate, che è superiore per la cultivar Arsenal rispetto a Centauro e Ulisse.

tal modo corrette indicazioni agronomiche già dai primi anni di coltivazione. A questo riguardo val la pena ricordare che i rilievi di vigore eseguiti su coltivazioni parcellari di 55 genotipi, gentilmente messi a disposizione della cooperativa sementiera SaPiSe di Vercelli, hanno già evidenziato una stretta dipendenza fra genotipo e valori di NDVI.

In queste condizioni è prevedibile che, nei diversi ambienti, la concimazione azotata sito-specifica non possa essere definita secondo un unico protocollo, ma richieda puntuali adattamenti alle varie condizioni agronomiche riscontrabili nella risicoltura italiana.

**Giuseppe Sarasso
Antonio Finassi
Giorgio Masoero**

*Accademia di agricoltura di Torino
Francesco Vidotto, Aldo Ferrero
Dipartimento di agronomia, selvicoltura
e gestione del territorio
Università di Torino, Grugliasco (Torino)*

Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a:
redazione@informatoreagrarario.it

Per consultare gli approfondimenti e/o la bibliografia:
www.informatoreagrarario.it/rdLia/12ia23_6243_web