

# Sensori per la concimazione

[ DI E. MINIOTTI<sup>1</sup>, D. TENNI<sup>1</sup>,  
G. BELTARRE<sup>1</sup>, M. ROMANI<sup>1</sup> E D. SACCO<sup>2</sup> ]

**L'**azoto rappresenta uno dei mezzi più importanti attraverso cui l'imprenditore agricolo può incidere sulla produttività: una carenza o un eccesso di questo elemento possono avere importanti implicazioni agronomiche e ambientali.

Oltre a ciò, le recenti vicende collegate alla Direttiva nitrati e le opportunità economiche offerte dalle misure agroambientali di accompagnamento alla Pac indirizzano gli agricoltori verso un uso sempre più razionale del concime azotato.

Tali motivazioni rendono importante e urgente la messa a punto di tecniche atte a quantificare il reale fabbisogno di azoto per la coltura soprattutto nelle applicazioni in copertura, al fine di massimizzare le rese produttive nel rispetto dell'ambiente, minimizzandone i costi.

Proprio in questo contesto si inserisce l'agricoltura di precisione, i cui principi possono essere applicati anche al campo della fertilizzazione delle colture. Attraverso l'utilizzo di sensori ottici, in genere applicabili direttamente alla parte anteriore delle trattrici, è possibile ottenere una risposta immediata dell'andamento dello stato di vigore della coltura. Tali sensori sono in grado di quantificare la radiazione riflessa dalla coltura nel rosso visibile e nel vicino infrarosso in modo da poter calcolare l'indice di vigore vegetativo denominato NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

Una volta realizzate le tabelle di calibrazione, specifiche per varietà o gruppi varietali, che individuano le relazioni tra i valori di NDVI e le necessità azotate, sarà possibile dotare il cantiere di lavoro deputato alla fertilizzazione in copertura di tecniche di regolazione in tempo reale della dose di concime da distribuire.

Monitorando  
il vigore delle piante  
è possibile  
ottimizzare  
la fertilizzazione  
azotata in risaia

Sulla base di tali premesse, nel triennio 2009-2011 l'Ente Nazionale Risi ha condotto una sperimentazione, in collaborazione con l'Università di Torino e con aziende del territorio, volta a valutare l'applicabilità dell'indice di vigore NDVI nella fertilizzazione di precisione in risaia.

## [ LA PROVA IN CAMPO ]

Lo studio è stato realizzato presso il Centro Ricerche sul Riso, considerando la varietà Gladio, ad alta esigenza azotata, in semina in acqua e focalizzando le attività di calibrazione dei sensori sulla fase di differenziazione della pannocchia, considerata la più delicata per gli effetti di dosaggi non adeguati sulla produttività.

Sono state pianificate prove parcellari con diversi livelli di azoto in modo da riprodurre, nell'ambito del campo sperimentale, colture con differenti gradi di vigoria prima dell'intervento di concimazione in differenziazione della pannocchia. Per ogni livello di vigore instaurato sono poi stati studiati gli effetti di dosi supplementari di azoto, verificando l'incremento di produzione rispetto alla coltura non fertilizzata in tale stadio.

Contestualmente alla lettura dell'indice NDVI, effettuato appena prima dell'intervento fertilizzante, sono stati raccolti campioni di biomassa aerea al fine di poter determinare la sostanza secca prodotta, la concentrazione di azoto e quindi poter calcolare la quantità di azoto asportata. Durante le tre stagioni colturali si è intervenuto con ripetuti trattamenti fungicidi in modo da non permettere l'insorgenza di danni da brusone. Per tutto il triennio di sperimentazione è emersa una buona correlazione tra gli indici di vigore vegetativo letti in campo e il quantitativo di azoto asportato da parte della coltura, in particolar modo nel 2010 e

2011, per i quali sono stati raggiunti i maggiori risultati di correlazione dei due parametri (rispettivamente pari a 0,68 e 0,64) (figura 1). Il valore di correlazione più basso ottenuto per il 2009 (0,50) potrebbe essere legato in parte al minor

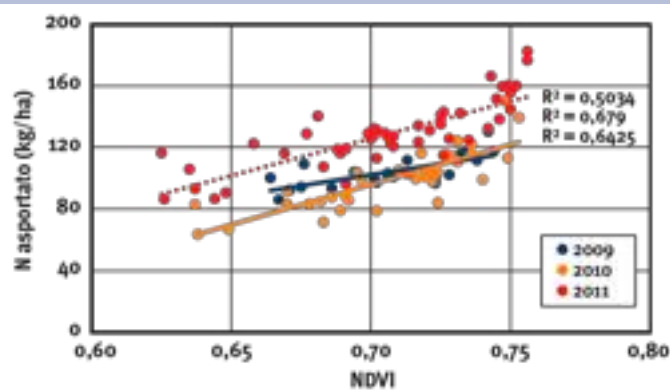
## [ Campo sperimentale ]

presso il Centro ricerche sul Riso a Castello d'Agogna. Le diverse tonalità di verde delle parcelle mostrano i diversi stadi di vigoria della coltura.



## [ FIG. 1 - CORRELAZIONE NDVI - N ASPORTATO

Correlazione fra gli indici NDVI (indice di vigoria) letti e la percentuale di azoto asportato dalle piante per i tre anni di sperimentazione



[ Lettura dell'indice di vigoria NDVI effettuato col l'impiego di un'attrezzatura sperimentale.

numero di tesi considerate, in quanto nella fase di differenziazione della pannocchia sono state valutate solamente due dosi di azoto (0 e 40 kg/ha).

## [ BIOMASSA E PERCENTUALE DI AZOTO

La biomassa accumulata e la percentuale di azoto contenuto nella pianta sono parametri strettamente dipendenti al quantitativo di azoto assorbito durante le varie fasi del ciclo culturale.

Per comprendere meglio la loro relazione e l'influenza reciproca, è stata quindi calcolata la correlazione tra l'indice di vigore vegetativo e questi due parametri.

Dall'analisi dei tre anni è risultato che l'indice NDVI sembrerebbe evidenziare una buona correlazione con i risultati relativi alla percentuale di azoto contenuta nelle piante per tutti e tre gli anni di sperimentazione (0,61, 0,68 e 0,68 rispettivamente del 2009, 2010 e 2011). Al contrario per quanto riguarda la biomassa, i risultati ottenuti nel corso dei tre anni di studio hanno mostrato una maggiore variabilità, raggiungendo relazioni interessanti solo nel 2010.

Questi ulteriori risultati sembrerebbero indicare come l'indice di vigore risponda meglio alle differenze di colorazione della foglia, determinate da diversi contenuti di azoto nella pianta, rispetto al dato di biomassa presente in campo.

Il passo successivo del lavoro sperimentale è stato quindi quello di effettuare una prima taratura dell'indice NDVI, al fine di poterlo utilizzare per stabilire la dose di azoto più corretta da distribuire. Seguendo il metodo sperimentale adottato da ricercatori australiani (Turner *et al.*, 1994) sono state verificate le relazioni tra l'incremento produttivo conseguente ad una determinata quantità del nutriente ed il valore dell'indice determinato appena prima dell'intervento.

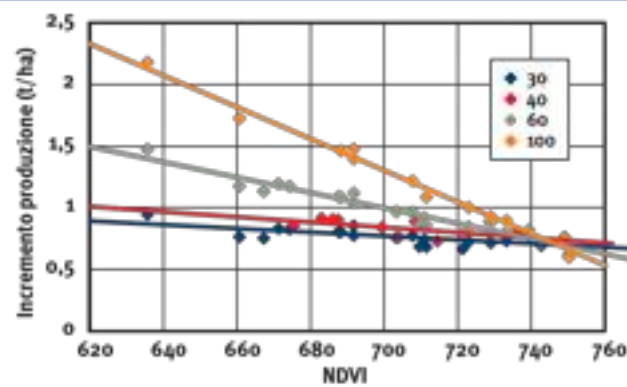
La figura 2 mostra come con valori di NDVI inferiori a 0,730 il maggior incremento produttivo venga ottenuto con 100 kg/ha di azoto; nell'intervallo tra 0,730 e 0,765 la dose di fertilizzante in grado di massimizzare la resa unitaria è risultata pari a 60 kg/ha di azoto, mentre al di sopra di 0,765 occorre ridurre il quantitativo a 30-40 kg/ha.

Un'ulteriore elaborazione ha considerato, in sostituzione al risultato relativo alla resa in granella, l'utile monetario per unità di superficie, derivante dalla differenza tra l'incremento di produzione espressa in euro e la spesa sostenuta per la fertilizzazione. Per tale calcolo sono stati considerati i prezzi del risone e dell'urea rispettivamente pari a 310 €/t e 450 €/t (figura 3).

Con tale approccio la calibrazione degli indici di vigore ha subito delle minime variazioni. È risultato opportuno il livello

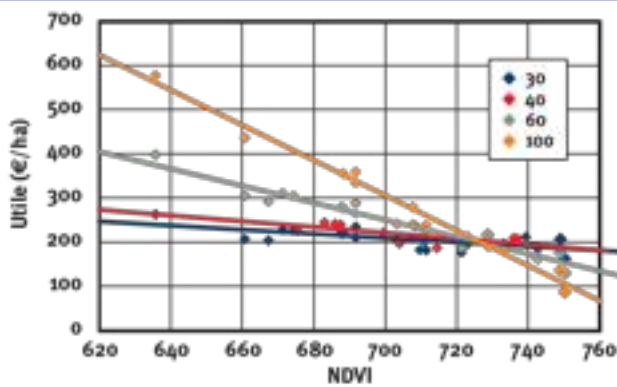
## [ FIG. 2 - NDVI E INCREMENTO DI PRODUZIONE

Correlazione tra il valore di NDVI (indice di vigoria) letto e l'incremento di produzione ottenuto



## [ FIG. 3 - VALORE DI NDVI E UTILE OTTENUTO

Correlazione fra il valore di NDVI (indice di vigoria) letto e l'utile ottenuto



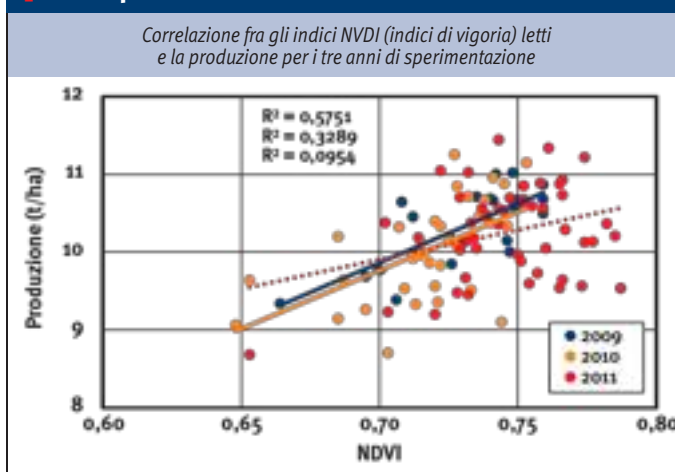
più alto di fertilizzazione sino al valore NDVI pari a 0,715, 60 kg/ha di azoto nell'intervallo 0,715-0,740 e le dosi più basse al di sopra di 0,740.

Infine è stata esaminata la possibilità di impiego dell'indice di vigore per stabilire una previsione sul risultato produttivo. A tal fine è stata realizzata una lettura NDVI a circa 10 giorni dalla fertilizzazione in differenziazione della pannocchia, in modo da consentire il verificarsi della risposta della coltura all'intervento. La figura 4 mostra come, a eccezione del 2009, dove è stata calcolata una correlazione significativa tra le letture NDVI e la produzione finale di risone, l'indice di vigore misurato a più di 30 giorni dalla raccolta non sia utilizzabile allo scopo.

#### [ UNA DISTRIBUZIONE AZOTATA SOSTENIBILE

Al termine del triennio di prove di taratura è possibile esprimere un giudizio positivo circa l'impiego della tecnologia testata per modulare gli interventi fertilizzanti a inizio della fase riproduttiva

[ FIG. 4 - CORRELAZIONE NDVI E PRODUZIONE



alle concimazioni secondo logiche a dosaggio sito-specifico possa apportare innovazione nella tecnica di coltivazione del riso, esaltando la produttività e consentendo un uso sostenibile del mezzo azotato. Ulteriori approfondimenti devono essere effettuati per meglio descrivere le curve di taratura, che deve tenere conto sia dei diversi tipi varietali che della variabilità interannuale. ■

<sup>1</sup>Ente Nazionale Risi

<sup>2</sup>Disafa - Università di Torino

va della coltura. La tabella di taratura definita per la varietà Gladio, estendibile anche ad altri genotipi a profilo indica, può essere già considerata come punto di partenza per l'utilizzo in pieno campo. Occorre però tener presente come sia necessaria un'ulteriore calibrazione aziendale, che deve considerare la fertilità del suolo e l'incidenza dell'areale agli attacchi di Brusone.

Sembra pertanto che l'utilizzo di dispositivi per la regolazione automatica dei dosaggi delle macchine agricole adibite