

**RICERCA** La corretta nutrizione azotata è alla base delle performance delle colture

di E. Miniotti<sup>1,2</sup>, D. Tenni<sup>1</sup>, G. Beltarre<sup>1</sup>, D. Sacco<sup>2</sup>, G. Rognoni<sup>3</sup>, A. Finzi<sup>3</sup>, S. Sgrelli<sup>4</sup>, C. Bergonzi<sup>5</sup>, M. Romani<sup>1</sup>

# Riso, sensori ottici e droni per ottimizzare la concimazione

Maggiore precisione rispetto al satellite e minor impatto rispetto ai dispositivi montati sul trattore

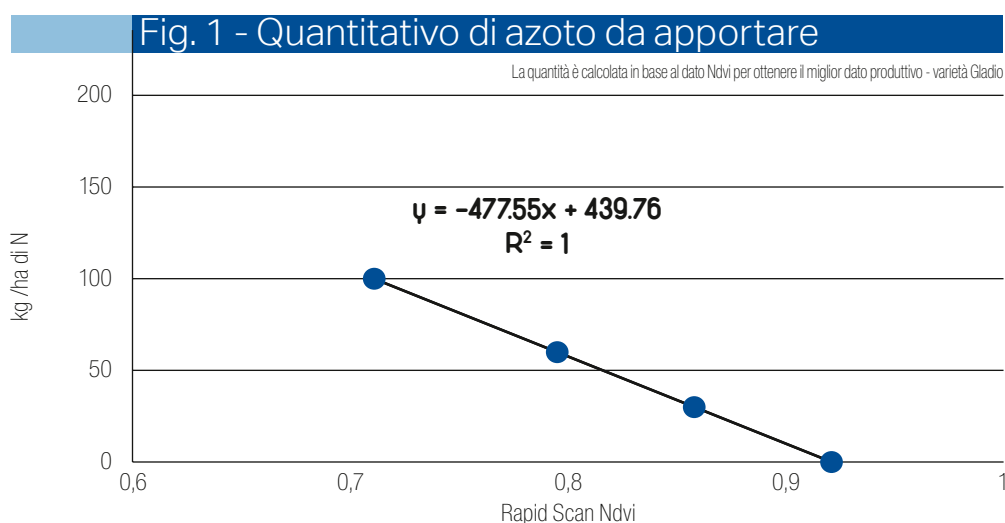
Il corretto dosaggio della concimazione azotata è probabilmente il principale strumento di cui dispone oggi l'imprenditore agricolo per massimizzare le performance economico-produttive delle proprie colture e, al contempo, preservare l'ambiente.

In risicoltura, le particolarità del sistema di coltivazione ed il comportamento del cereale nei confronti del nutriente, possono moltiplicare gli effetti negativi degli squilibri nella concimazione azotata. Emerge quindi la necessità di ottimizzare la gestione della fertilizzazione in risaia mediante la messa a punto di tecniche in grado di quantificare il reale fabbisogno di azoto, in particolar modo in concomitanza delle applicazioni di copertura.

## Gli indici di vigore

La verifica dei fabbisogni delle colture è oggi possibile grazie all'impiego di particolari sensori di tipo ottico. I sensori "restituiscono" degli indici, conosciuti come indici di riflettanza o di vigore. Tra i più utilizzati vi sono l'Ndvi (*Normalized difference vegetation index*) e l'Ndre (*Normalized difference red edge index*) (vedi "Indici di vigore") che forniscono una stima indiretta dello stato nutrizionale delle piante.

L'indice in se non quantifica, tuttavia, la dose di azoto da apportare con la concimazione. Per ottenere tale dato è indispensabile che per ogni coltura – nel caso del riso per ogni varietà – venga effettuato un attento lavoro di calibrazione agronomica.



## L'attività sperimentale

Allo scopo di definire la corrispondenza tra indici di vigore e livello della concimazione azotata sul riso a partire dal 2009 è stata condotta presso il Centro Ricerche sul Riso (Castello d'Agogna, Pv), una sperimentazione, in collaborazione con l'Università di Torino, che ha previsto la costituzione di parcelle fertilizzate con un range molto ampio di azoto (0-240 kg/ha). Nel corso delle prove sono state utilizzate le varietà Gladio (2009, 2010, 2011 e 2013) e Centauro (2014). Le attività di lettura degli indici sono state realizzate, per entrambe le varietà e nel corso di tutti gli anni di prova, nella fase di differenziazione della pannocchia, in corrispondenza della seconda e più delicata concimazione azotata.

Nei primi 4 anni la lettura è avvenuta con l'ausilio di sensori "da terra", ossia di sensori in grado di operare a una breve distanza dalla coltura, mediamente compresa tra 1 e 3 m. A partire dallo scorso anno, grazie alla collaborazione con un gruppo di aziende e

professionisti, al rilevamento a terra è stata affiancata una lettura dell'indice di vigore Ndvi mediante l'ausilio di un Apr (Aeromobile a pilotaggio remoto più comunemente conosciuto come drone) dotato di camera multispettrale.

Un primo risultato ottenuto ha riguardato il grado di relazione tra i diversi indicatori di vigore vegetativo adottati in campo e lo stato nutrizionale della coltura. In particolar modo, gli indici di vigore Ndvi e Ndre misurati con i sensori a terra hanno mostrato una buona correlazione con il contenuto di azoto totale della pianta, mentre le correlazioni con i dati di concentrazione di azoto e di biomassa sono risultate leggermente inferiori.

La combinazione dei dati ottenuti ha permesso di definire, per la varietà Gladio, la retta di regressione da utilizzare per la determinazione del quantitativo di azoto da somministrare in fase di differenziazione della pannocchia. Si tratta di un risultato applicativo di notevole importanza in grado di dare un'indicazione



Fig. 2 - Droni (Apr): 1) il drone utilizzato nel corso delle prove. Si noti il posizionamento della camera multispettrale; 2) l'evoluzione 2015 dello stesso, che rispetto al precedente offre una maggiore versatilità, dovuta alla più elevata capacità di carico e autonomia di volo.

camera” nella determinazione dell’indice di vigore Ndvi in relazione agli altri strumenti ottici già testati. Contemporaneamente da questa esperienza si è cercato di ricavare indicazioni utili circa la tecnica di volo da utilizzare e la successiva fase di elaborazione delle immagini.

La prova, eseguita in contemporanea con i sensori a terra, è stata effettuata lo scorso 17 luglio. Il drone impiegato è stato un esacottero dotato di 6 motori (figura 2) al quale è stata applicata una camera digitale multispettrale, in grado di acquisire fotogrammi nelle bande del verde, rosso e vicino infrarosso, caratterizzata da ingombro e peso molto contenuti e gestibile direttamente dai sistemi di controllo del drone.

concreta all’agricoltore al fine di raggiungere il massimo risultato produttivo (figura 1).

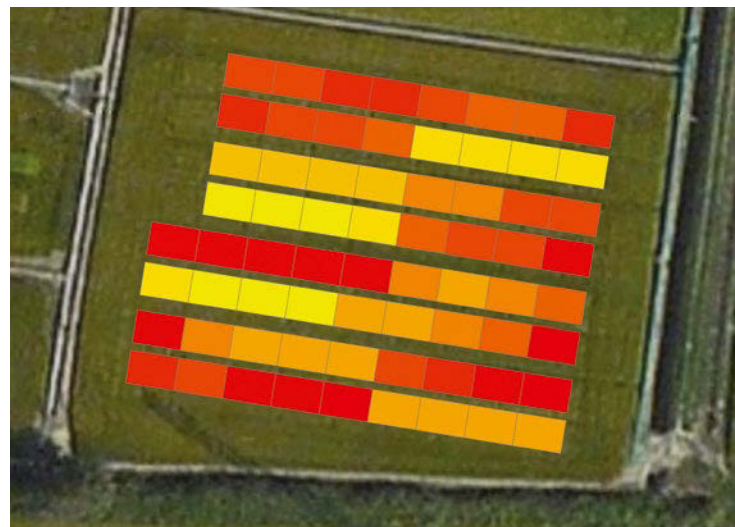
### Impiego dell’esacottero

Anche il rilievo mediante drone eseguito nel corso del 2014 ha fornito risultati molto incoraggianti. La finalità principale del test era la verifica dell’affidabilità del sistema “drone-

Fig. 3 - Piano di volo che ha seguito il drone durante il rilievo sul campo sperimentale. La linea arancione rappresenta la traiettoria del volo; i simboli a forma di aeroplano rappresentano i punti di acquisizione dei fotogrammi.



Fig. 4 - Schema delle parcelle sperimentali di riso, rappresentate con il valore medio dell’Ndvi. Il giallo corrisponde a valori più bassi di Ndvi, mentre il rosso a valori più alti.



## INDICI DI VIGORE

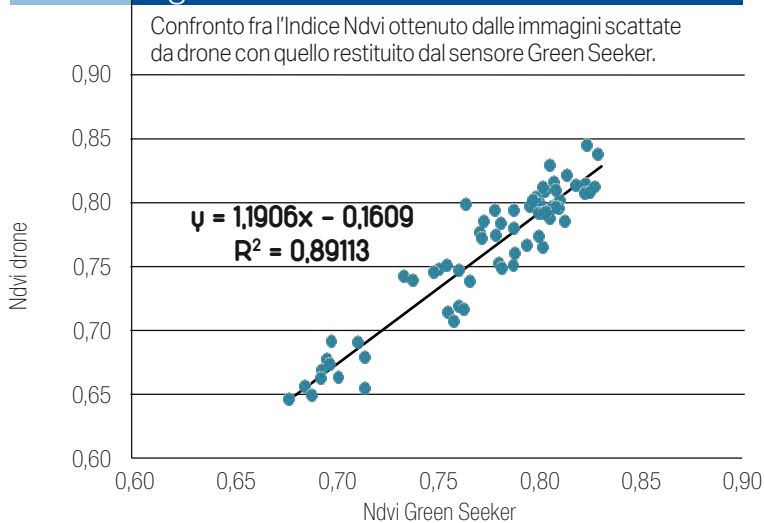
Gli indici di vigore derivano dagli studi del comportamento spettrale della vegetazione e si basano sul rapporto tra le bande tipiche di assorbimento e riflessione, soprattutto sulle lunghezze d’onda del rosso e del vicino infrarosso (tra 500 e 900 nm).

L’Ndvi (*Normalized difference vegetation index*) è il rapporto tra la risposta spettrale della vegetazione nel rosso e nel vicino infrarosso, ben correlato con la quantità di biomassa vegetale verde.

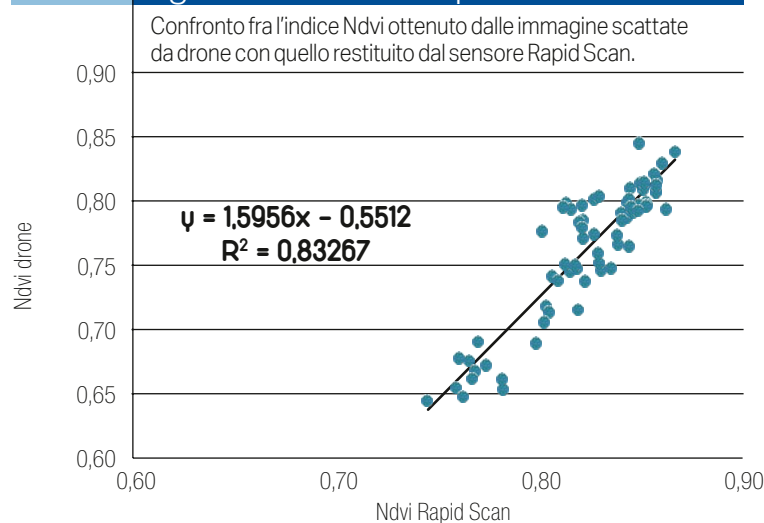
L’Ndre (*Normalized difference red edge index*) è il rapporto tra la risposta spettrale della vegetazione nel rosso, ben correlato con il contenuto di clorofilla.

Il volo, pianificato in precedenza “a tavolino” secondo una ben precisa procedura operativa (vedi “*Normativa sui droni*”), è stato eseguito ad una quota di 50 m. L’area sottoposta a indagine, circa 1 ha di superficie, è stata scansionata con 50 fotogrammi (figura 3). Successivamente i fotogrammi sono stati elaborati (“mosaicati” secondo la »»»

**Fig. 5 - Drone vs Green Seeker**



**Fig. 6 - Drone vs Rapid Scan**



terminologia in uso per tale tecnica) al fine di ottenere un'unica immagine avente caratteristiche spaziali note (immagine georeferenziata).

Sulla base dei dati grezzi rilevati (bande del verde, rosso e vicino infrarosso) è stato calcolato l'indice Ndvi medio di ogni parcella presente nell'appezzamento della prova (figura 4). L'Ndvi medio di ogni parcella di riso è stato quindi confrontato con l'Ndvi calcolato a partire dai rilievi con i sensori da terra: il Green Seeker (figura 5) e il Rapid Scan (figura 6). In entrambe i casi è emersa una buona correlazione tra l'Ndvi ricavato con la tecnologia aerea e i due dispositivi di terra, sebbene il

confronto con il Green Seeker abbia mostrato una correlazione migliore.

### Nuove prospettive per il rilevamento

La sperimentazione effettuata ha permesso di evidenziare le capacità degli indici di vigore Ndvi e Ndre di fornire indicazioni concrete e attendibili sulle reali esigenze azotate di alcune varietà di riso. Ciò non significa, tuttavia, che le stesse possono essere estese tal quali alle altre varietà di riso coltivate in Italia, ma conserveranno la loro validità solo se riferite alle varietà utilizzate nelle prove (Gladio e Centauro).

L'impiego nel corso del 2014 del comples-

so drone camera digitale multispettrale ha aperto nuove prospettive sul fronte di quella che può essere definita l'industrializzazione del processo di rilevamento.

L'abbinamento di un drone con un sensore ottico offre infatti alcuni indubbi vantaggi rispetto ad altri approcci finora testati: il rilievo satellitare e il rilievo da terra con l'ausilio di un trattore.

Rispetto al rilievo satellitare, l'utilizzo del drone permette di disporre di immagini con risoluzioni maggiori, di effettuare il rilievo nel momento più opportuno e di evitare l'influenza della nuvolosità.

Rispetto alle misure effettuate con sensore ottico montato su trattore, l'impiego di Apr permette di evitare un'entrata nel capo aggiuntiva quando viene adottata la tecnica della rilevazione differita rispetto all'intervento di concimazione.

Indipendentemente dal fatto che il rilievo da trattore sia differito o contemporaneo alla concimazione, l'utilizzo del drone consente di estendere la rilevazione all'intera superficie degli appezzamenti, senza arrecare alcun danno alla coltura.

Per il futuro è auspicabile che risorse adeguate siano dedicate al completamento della fase di taratura delle principali varietà coltivate in Italia e venga affinata e resa accessibile la tecnologia alle aziende risicole. A tal fine, l'uso di droni muniti di sensori ottici sembra la più promettente per l'impiego in un sistema agricolo così complesso come la risaia. ■

## Normativa sui droni

Dal 30 aprile 2014 è in vigore la normativa Enac che regola le attività con gli Apr (Aeromobili a pilotaggio remoto), ossia i droni utilizzati per uso professionale. Questo ha opportunamente permesso l'identificazione degli operatori professionali e certificati.

Per i droni sotto i 25 kg di massa al decollo, essa prevede da parte dell'operatore una dichiarazione di rispondenza al regolamento per le ope-

razioni specializzate non critiche ed una specifica autorizzazione per le operazioni critiche. La criticità delle operazioni viene definita dall'operatore stesso sulla base di un'analisi di rischio e di conformità alle limitazioni previste dalla normativa stessa.

Il drone per impieghi professionali deve aver superato una fase sperimentale, in cui vengono definite le limitazioni operative e deve essere

corredato di un manuale di volo. L'organizzazione che svolge le attività professionali deve inoltre essere strutturata con un manuale delle operazioni cui attenersi e in possesso di adeguata copertura assicurativa.

Il pilota designato per le operazioni deve essere in possesso di una certificazione di competenza teorica, certificazione di competenza pratica e visita medica aeronautica di II classe.

<sup>1</sup> Ente Nazionale Risi, <sup>2</sup> Università degli studi di Torino, <sup>3</sup> Studio Associato Barbieri Rognoni, <sup>4</sup> Salt&Lemon srl, <sup>5</sup> Acr progetti srl