

# La concimazione azotata a rateo variabile in frumento

Mosca G., Alpi A., Piovan D.  
Accademia dei Georgofili

I fondamenti agronomici per la coltivazione del frumento rimangono sempre gli stessi e cioè l'applicazione di tecniche agronomiche a ridotto impatto con limitato rischio di insuccesso produttivo.

I criteri da rispettare scrupolosamente sono i seguenti:

- mantenere l'avvicendamento colturale
- bilanciare le lavorazioni del terreno
- controllare le malerbe
- ottimizzare l'apporto dei nutrienti
- prevenire gli stati di stress.

È bene ricordare innanzi tutto alcune criticità tipiche della filiera frumento:

- costi della logistica (noli: incidono per il 20% circa dei costi complessivi)
- eccessiva frammentazione della produzione
- Nord Italia: cereale a paglia con buona resa, ma limitata qualità proteica
- difficoltà di generare un prodotto con caratteristiche omogenee.

L'“AP” applicata alla concimazione, in particolare quella azotata, si basa su:

- agricoltura sito-specifica
- tecniche agronomiche “*on the go*”
- uso di indicatori ottici (NDVI) in relazione allo stato nutrizionale delle colture
- modelli previsionali per pilotaggio ultima dose di N
- restituzioni *vrt* (*variable rate technology*: concimazione a dose variabile)
- uso di tecnologia NIR montata su mietitrebbia
- tecniche di raccolta pilotata (v. Sartori).

Eseguire degli interventi di agricoltura sito-specifica attraverso tecniche “*on the go*” significa che una volta decisa la quantità di nutrienti necessari da apportare ad una coltura si esegue l'intervento con la dose giusta, nel posto giusto (rateo variabile), al momento giusto. In via preliminare si inizia con la determinazione della pigmentazione fogliare per la quale di norma si utilizza la stima del *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI, Proximal Sensing). La combinazione poi tra *indici spettrali* e le previsioni meteo risulta quanto mai utile per ottimizzare la concimazione N in dose variabile (VR) al grano (v. capitolo di Sartori L.)

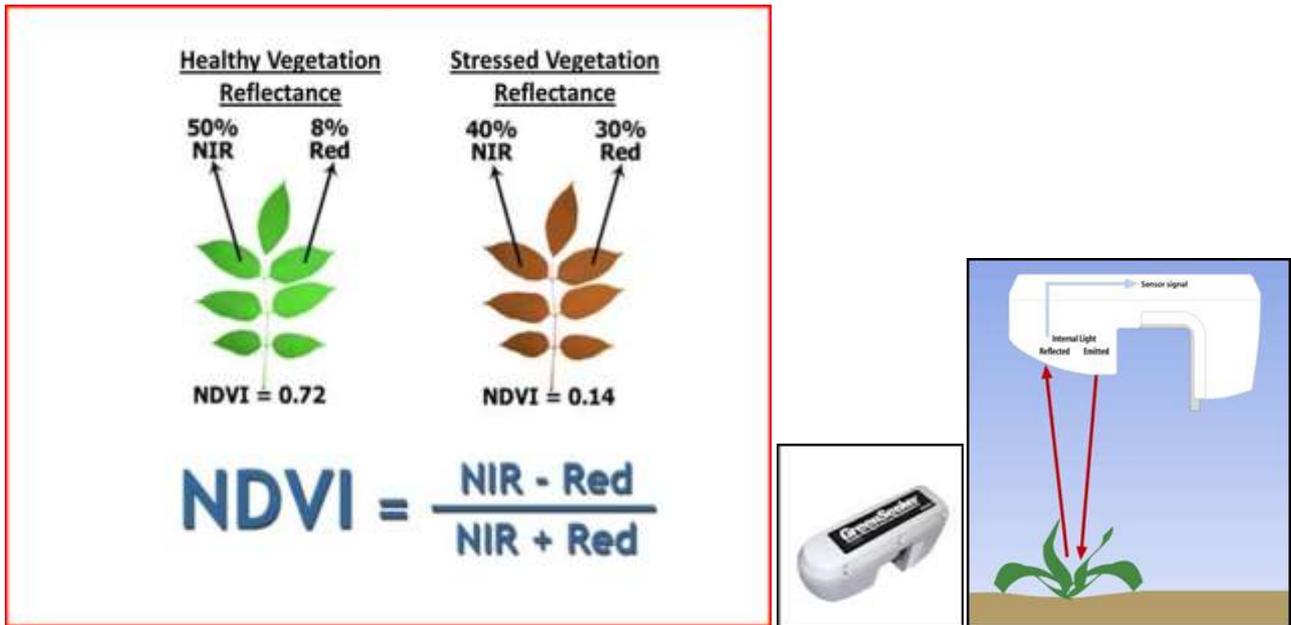


Figura 1 – Determinazione dell'indice NDVI e sensori adatti per la rilevazione della colorazione fogliare.



Figura 2 – Sensori montati sul frontale della trattoria (proximal sensing) oppure su droni (remote sensing).

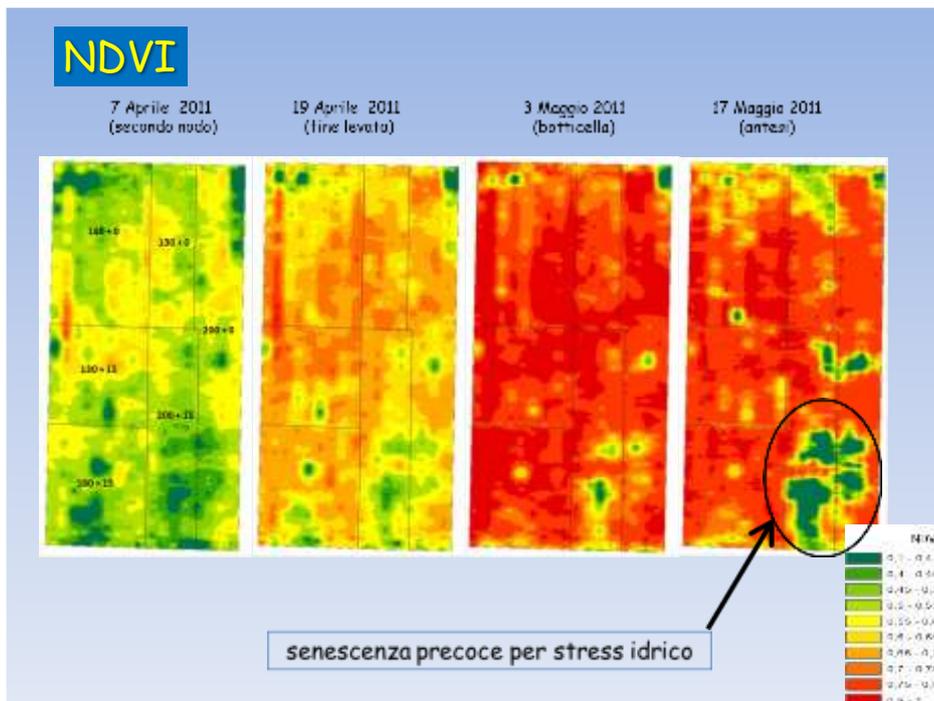


Figura 3 – Mappatura dei risultati della stima dell'indice NDVI eseguita in quattro fasi del ciclo.

Alla raccolta, tramite un normale PC dotato di apposito software portato sulla mietitrebbia, si ottengono le così dette mappe di produzione (v. Fig. 4). I risultati produttivi andranno interpretati sulla base della mappatura dei terreni.

Allo scopo di disporre di lotti di granella quanto mai omogenei per composizione media si utilizza la spettroscopia all'infrarosso realizzata attraverso il NIR (Near Infrared Reflectance). Sulla base di umidità, concentrazione di amido, lipidi e proteina si possono mantenere separati i lotti raccolti per qualità omogenea dal campo fino ai silos dedicati. Ottenuta la concentrazione in proteina grezza si può costruire anche la mappa che raffigura la presenza di fasce di isoproteina più o meno omogenee (v. Fig. 5). Il sistema NIR montato su mietitrebbia rappresenta il punto iniziale di analisi lungo il percorso della granella all'interno della raccogliitrice. Il risultato dell'analisi rappresenta quindi una interfaccia di più dettagliata conoscenza fra agricoltore e stoccatore-molitore. Fornisce cioè quella informazione che nell'immediato si rende necessaria per la collocazione sul mercato e nel lungo periodo è un feedback destinato ad aiutare l'agricoltore a migliorare le produzioni future.

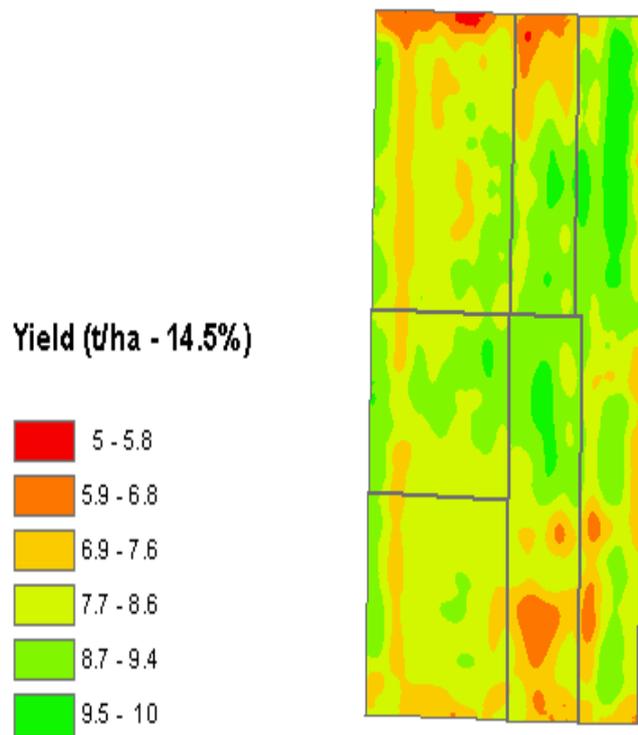


Figura 4 – 2012: mappa della resa in granella di frumento.

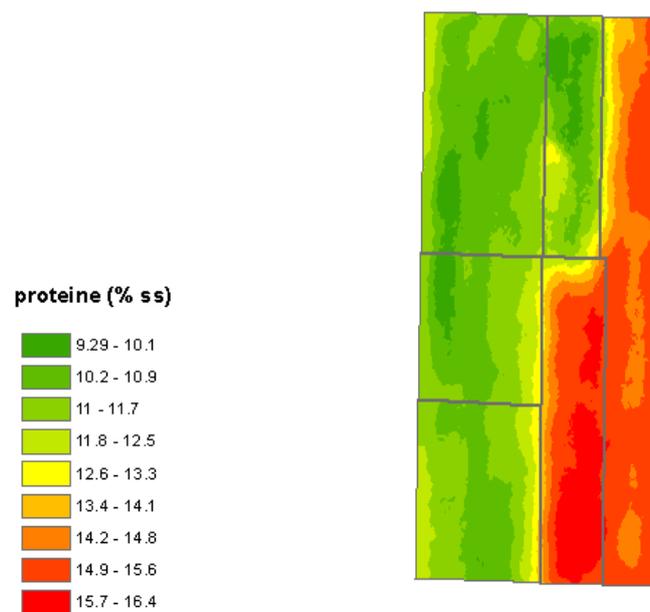


Figura 5 – Ripartizione nell'appezzamento della proteina grezza contenuta nella cariosside (grano duro).

Per una migliore riuscita nell'applicazione di AP potrebbe risultare utile instaurare un «nuovo rapporto» con il contoterzista di zona ma soprattutto sono indispensabili maggiori conoscenze per tutti gli operatori su temi di base del tipo:

- approfondimento degli apparati radicali e interfaccia radice/rizosfera.
- tolleranza agli stress (idrico, nutrizionale...)
- efficienza d'uso dei fattori produttivi
- intensificazione della formazione a tutti i livelli.

La diffusione del sistema aeromobile a pilotaggio remoto potrebbe agevolare la rilevazione degli indici vegetazionali. La distribuzione di elevati input azotati sembrerebbe la soluzione ottimale per migliorare la qualità del frumento, ma elevati input N non sono sostenibili dal punto di vista ambientale ed economico. Il risultato sperato tuttavia potrebbe apparire modesto in condizioni meteorologiche avverse (es. carenza idrica). In condizioni di stress idrico infatti emerge chiaramente l'effetto tipologia di "suolo" (es. sabbioso). In un'ottica di filiera corta tutta italiana, si pone la proposta di un prodotto con caratteristiche qualitative tali da soddisfare il consumatore sempre più esigente e sensibile agli aspetti di genuinità degli alimenti ("*grano tutto italiano*").

Il completo sfruttamento delle potenzialità di riduzione degli input raggiungibile con l'agricoltura di precisione richiede attrezzature con un'elevata risoluzione spaziale. Il miglioramento della risoluzione richiede tecnologie complesse, determinando in ultima analisi un incremento dei costi fissi. Si rende quindi necessario trovare un opportuno compromesso tra costo delle attrezzature e precisione, in modo da garantire la convenienza economica dell'adozione di AP. A tale proposito appare quasi indispensabile instaurare un «nuovo rapporto» con il contoterzismo. Circa la diffusione del sistema aeromobile a pilotaggio remoto (drone o satellite), considerata la indispensabile autorizzazione dall'ENAC per consentire lo svolgimento delle loro operazioni in sicurezza, prosegue ancora lentamente. Il progetto AGER II ("Un prototipo per l'ottimizzazione della concimazione azotata a rateo variabile del grano duro in funzione di previsioni climatiche di medio periodo") ha avuto l'obiettivo di migliorare ulteriormente la gestione della concimazione azotata del frumento attraverso una nuova tecnologia che ottimizza la distribuzione del concime, tenendo conto delle esigenze della coltura, anche sulla base di previsioni climatiche a medio termine. Grazie ai risultati conseguiti in precedenza è stato costruito un prototipo in grado di automatizzare la distribuzione variabile del concime azotato, integrando le informazioni fornite dai sensori ottici con quelle simulate dai modelli predittivi della resa. Il funzionamento di detto prototipo si basa su un sistema esperto che, utilizzando previsioni climatiche a medio termine (2-3 mesi), è in grado di predire il fabbisogno azotato potenziale della coltura in funzione della resa, della qualità, dell'impatto sulle acque e sulla qualità dell'aria. Tali informazioni sono state integrate con quelle provenienti

da sensori prossimali (*on-the go*) o in remoto (drone o satellite), al fine di modulare la dose azotata in funzione della variabilità del suolo. Il prodotto finale consiste in una mappa di prescrizione che viene caricata su un *cloud* specifico e, al momento della concimazione, scaricata in campo dall'agricoltore attraverso il monitor della trattrice.

---

## Bibliografia

A. Berti, M. Borin, C. Giupponi, F. Morari, G. Zanin, C. Duso, L. Furlan, S. Rizzo, L. Sartori, S. Nardi, E. Sessi, 2000. Potenzialità applicative dell'agricoltura di precisione nell'ambiente veneto. <http://hdl.handle.net/11577/2453601>

Visioli G., Gullì M., Marmioli N., Loddo S., Boschiero M., Mosca G., 2011. Northern Italy cultivated durum wheat: low input nitrogen fertilization coupled by increased grain nutritional value. Second Ann. Conf. and MC Meeting Cost Act. FA 0905 on "Mineral Improved Crop Production for Healthy Food and Feed", Venice 23-26 Nov, 2011.

Loddo S., Boschiero M., Morari F., Sartori L., Berti A., Berzaghi P., Ferlito J. C., Mosca G., 2011. Primi risultati sulla mappatura della variabilità spaziale in grano duro. Atti XL Conv. SIA, Teramo (I), 7-9.09.2011, 86-87.

Loddo S., Morari F., Sartori L., Mosca G., Berti A. 2012. Using NDVI to define optimal N rate: an application on durum wheat. Proc. 17<sup>th</sup> International Nitrogen Workshop 2012. Wexford Opera House, Wexford, Ireland. 26-29 June 2012, 266-67.

Morari F., Loddo S., Berzaghi P., Ferlito J.C., Berti A., Sartori L., Visioli G., Marmioli N., Piragnolo D., Mosca G., 2013. Understanding the effects of site-specific fertilization on yield and protein content in durum wheat. In J.V. Stafford Ed., 9th Eur. Conf. on Precision Agriculture, Lleida, Spain. Wageningen Acad. Pub., 321-327. (ISBN 978-90-8686-224-5; DOI 10.3920/978-90-8686-778-3)

Piragnolo D., Zanella V., Loddo S., Morari F., Gasparini F., Sartori L., Berti A., Mosca G., 2013. A two-year study on use of NDVI index as indicator of nutritional status in durum wheat. In Atti XLII Conv. Soc. It. Agr., 36-39.

Morari F., Loddo S., Berzaghi P., Ferlito J.C., Berti A., Sartori L., Visioli G., Marmioli N., Mosca G., 2014. Mapping protein quantity in durum wheat in NE Italy. Prodrôme to precision harvest. ANN. ACC. NAZ. AGRICOLTURA CXXXIV, 117-123.

Cardina J., Herms C.P., Doohan D. J., 2017. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. Online Cambridge Univ. Press ([https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0448:CRATSE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0448:CRATSE]2.0.CO;2))

Morari F., Zanella V., Gobbo S., Bindi M., Sartori L., Pasqui M., Mosca G., Ferrise R., 2020. Coupling proximal sensing, seasonal forecasts and crop modelling to optimize nitrogen variable rate application in durum wheat. Precision Agriculture (ID: PRAG-D-19-00313R2) (in press).