

Giornata di studio:

## Strategie di precisione per cereali di qualità

Padova, 7 maggio 2019, Sezione Nord Est

*Relatori*

Giuliano Mosca, Francesco Morari, Roberto Ferrise, Johnny Moretto,  
Michele Pisante, Giovanna Visioli, Mario Mendini, Giacomo Trombi,  
Alessandro Apolito

# Sintesi

FRANCESCO MORARI<sup>1</sup>

*Costruzione di un prototipo per l'ottimizzazione della concimazione azotata a rateo variabile del grano duro in funzione di previsioni climatiche di medio periodo*

<sup>1</sup> Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova

Il progetto, finanziato grazie al bando AGER “Trasferimento tecnologico”, ha avuto l’obiettivo di migliorare la gestione della concimazione azotata del grano duro, 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 nel precedente progetto AGER “Sostenibilità produttivo-ambientale, qualitativa ed economica della filiera frumento duro”, 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 progetto si è articolato in quattro fasi: a) messa a punto del prototipo; b) sua validazione in due sperimentazioni condotte in Veneto e in Abruzzo; c) analisi in laboratorio delle qualità del grano duro; d) divulgazione e comunicazione del progetto e dei risultati. Il progetto è stato condotto dall’Università degli Studi di Padova (capofila), dall’Università degli Studi di Firenze, dall’Università degli Studi di Parma e dall’Università degli Studi di Teramo, con il contributo esterno di Arvatec e Barilla.

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 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 del trattore. Durante lo svolgimento del progetto è stata inoltre sperimentata la possibilità di applicare tecniche di raccolta di precisione ottenendo "pasta di precisione".

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del finanziamento Progetto AGER, n. 2017-2194, "Costruzione di un prototipo per l'ottimizzazione della concimazione azotata a rateo variabile del grano duro in funzione di previsioni climatiche di medio periodo".

ROBERTO FERRISE<sup>1</sup>, SERGI COSTAFREDA AUMEDES<sup>2</sup>, GLORIA PADOVAN<sup>3</sup>,  
 MASSIMILIANO PASQUI<sup>4</sup>, GIACOMO TROMBI<sup>5</sup>, FRANCESCO MORARI<sup>6</sup>  
*La modellistica colturale e le previsioni climatiche al servizio  
 della cerealicoltura moderna*

<sup>1,2,3,5</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università degli Studi di Firenze

<sup>4</sup> CNR, Istituto di Biometeorologia, Firenze

<sup>6</sup> Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova

Nell'ambito di una cerealicoltura moderna e sostenibile, è stato sviluppato un sistema mirato a ottimizzare la distribuzione del concime azotato per la coltivazione del frumento.

Il sistema fa uso di un modello colturale meccanicistico di sviluppo e resa del frumento, inizializzato con informazioni riguardanti il suolo e la gestione della coltura (data di semina, varietà ed eventuali concimazioni già fornite), per stimare le reali richieste nutritive della coltura in atto.

Al momento dell'interrogazione da parte dell'utente, il sistema recupera le informazioni relative alle previsioni meteo stagionali per la restante parte della stagione di crescita. Le previsioni, prodotte a scadenza decadale dal National Centers for Environmental Prediction degli USA, sono fornite come anomalie mensili rispetto a una climatologia di riferimento. Un generatore climatico trasforma tali anomalie in un fascio di possibili andamenti meteo giornalieri per alimentare il modello fino al momento della raccolta. Il risul-

tato sarà la probabile distribuzione delle dinamiche di sviluppo e crescita della coltura in funzione delle condizioni climatiche previste.

Diversamente dai modelli statistici, il modello utilizzato è in grado di riprodurre i processi che sottendono allo sviluppo e crescita della coltura e le complesse interazioni con l'ambiente pedoclimatico circostante. Risulta pertanto in grado di fornire informazioni di dettaglio altamente sito-specifiche che verranno utilizzate per la distribuzione localizzata del fertilizzante in funzione delle reali esigenze della coltura.

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del finanziamento Progetto AGER, n. 2017-2194.

JOHNNY MORETTO<sup>1</sup>, MATTHEW BRUCE<sup>2,3</sup>, RICCARDO POLESE<sup>4</sup>,  
FRANCESCO MORARI<sup>5</sup>

*Ottimizzazione coltivazione grano duro nel Nord-Est Italia:  
valutazione efficacia sensori proximal e remote sensing derivati da differenti  
piattaforme per applicazione fertilizzazione azotata a dose variabile*

<sup>1,2,4,5</sup> Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment (DAFNAE)

<sup>3</sup> Crop and Soil Department, University of Georgia, Italy

La coltivazione del grano duro (*Triticum durum* Desf.) nel Nord-Est è soggetta a condizioni climatiche e pedologiche variabili, le quali influenzano la disponibilità di azoto (N) per la coltura. L'utilizzo di metodi "non-distruittivi" per la stima del contenuto di N nelle colture, come gli indici di vigore vegetativo (es. NDVI) derivati da *proxima sensing* e *remote sensing*, sembrano offrire una valida alternativa ai tradizionali metodi di analisi. Gli obiettivi del presente lavoro, sono stati quelli di a) valutare la precisione di alcuni sensori, posizionati su piattaforme differenti, nello stimare il contenuto di N assorbito dal frumento duro durante il ciclo colturale; b) sviluppare un modello previsionale di stima del contenuto di azoto della coltura.

L'area di studio è un appezzamento di 13,6 ha localizzato a Mira (VE). Per ogni stato fenologico sono stati misurati gli indici di vigore misurati da sensori attivi – montati su trattrice – e passivi – montati su drone e satellite – il LAI e la biomassa, i contenuti di clorofilla e di azoto. I rilievi sono stati eseguiti nel 2018 e, successivamente, comparati con quelli condotti in anni precedenti (2010, 2011 e 2013). È stato, quindi, costruito un modello multi parametrico per stimare il contenuto di N partendo dai dati di NDVI.

Sia i dati di *proximal sensing* che di *remote sensing* sono risultati correlati con le quantità di N assorbito dalla coltura. Tuttavia, i primi sensori hanno fornito delle relazioni più robuste, probabilmente dovute a una migliore capacità di misura del contenuto di clorofilla nei primi stati di sviluppo. Queste osservazioni confermano la validità della metodologia descritta nel produrre mappe di prescrizione per la distribuzione a dose variabile dell'azoto su grano duro.

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del finanziamento Progetto AGER, n. 2017-2194.

G. CILLO<sup>1</sup>, F. STAGNARI<sup>2</sup>, G. PAGNANI<sup>3</sup>, S. D'EGIDIO<sup>4</sup>, A. GALIENI<sup>5</sup>,  
M. PETITO<sup>6</sup>, M. PISANTE<sup>7</sup>

*Il Progetto Ager per ottimizzare la fertilizzazione del frumento duro e la qualità della granella in Abruzzo*

<sup>1,6</sup> University of Padua, Department DAFNAE, Legnaro (PD), Italy

<sup>2,3,4,7</sup> University of Teramo, Faculty of Bioscience and Agro-food and Environmental Technology, Teramo, Italy

<sup>5</sup> Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Monsampolo del Tronto (AP), Italy

La distribuzione a rateo variabile è fondata sul modello gestionale dell'agricoltura di precisione in cui il dato telerilevato, a seguito del suo processamento, diventa informazione, conoscenza agronomica e dunque indicazione per la somministrazione sito-specifica. Nell'ambito del progetto condotto nell'annata agraria 2017/18, è stata applicata la gestione differenziata della concimazione azotata del grano duro varietà Aureo in agro del Comune di Mosciano Sant'Angelo (TE). Le tesi in valutazione hanno previsto: N\_0 (0 kg N ha<sup>-1</sup>), N\_250 (250 kg N ha<sup>-1</sup>), Convenzionale (150 kg N ha<sup>-1</sup>) e VRA (a rateo variabile). Nelle tesi in cui erano previste applicazioni, è stata distribuita una prima copertura omogenea con 50 kg N ha<sup>-1</sup>, seguita da distribuzioni differenziate per dosi e a rateo variabile, rispettivamente nella fase di levata e di botticella.

La gestione differenziata dell'azoto è stata preceduta dalle misure di conducibilità elettrica apparente in *proximal sensing* per individuare punti rappresentativi di campionamento del suolo e prelevare campioni su cui determinare le caratteristiche chimico-fisiche (tessitura, sostanza organica) indispensabili per valutare la variabilità spaziale e delimitare aree omogenee.

Durante lo sviluppo vegetativo della coltura, è stato calcolato l'indice vegetativo NDVI tramite la piattaforma satellitare "Sentinel 2", in corrispon-

denza degli stadi fenologici di accestimento, levata secondo-quarto nodo, foglia a bandiera, botticella, fioritura, nelle aree di saggio georeferenziate è stata prelevata la biomassa e determinato il contenuto di azoto nei tessuti vegetali, per stimare la quantità di azoto assorbito dalla coltura (*N-uptake*). La fertilizzazione di precisione è stata effettuata mediante l'applicazione della mappa di prescrizione appositamente elaborata sulla base delle previsioni climatiche di medio periodo, l'utilizzo in campo di tecnologie GNSS (sistemi di guida satellitare), *task controller* collegato allo spandiconcime dotato di tecnologie a rateo variabile (VRT) e sblocco delle sezioni di distribuzione.

Alla raccolta, nelle aree di saggio per ciascuna tesi allo studio, è stata determinata la resa areica e l'indice di raccolto, sulla granella il contenuto proteico e in glutine. La gestione agronomica differenziata ha consentito di ridurre del 33% la dose di azoto per ettaro (rispetto alla tesi convenzionale) e a parità di granella prodotta un contenuto di proteine superiore alla soglia del 14,5 %, limite inferiore richiesto dal disciplinare di produzione del contratto di filiera per la varietà Aureo.

GIOVANNA VISIOLI<sup>1</sup>

*Agricoltura di Precisione e qualità del glutine: un possibile connubio?*

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Università degli Studi di Parma

Dare concime solo quando serve e nei quantitativi giusti per la pianta è un obiettivo sostenibile sotto tanti punti di vista, non solo ambientali. Nell'ambito del progetto AGER n. 2017-2194 due varietà di frumento duro *Biensur* e *Aureo*, coltivate in due regioni del nord e centro Italia, sono state monitorate anche per validare la qualità del glutine in regime di fertilizzazione azotata a rateo variabile. È risaputo che le proteine del glutine sono determinanti della qualità tecnologica delle farine. Esse rappresentano l'80% delle proteine della granella e si dividono in glutenine e gliadine. Una farina di buona qualità è caratterizzata non solo da un elevato contenuto proteico (>13-14%) ma anche dalle relazioni e i rapporti tra le diverse frazioni del glutine, in particolare tra glutenine e gliadine e tra la componente di glutenine ad alto peso molecolare e quella a basso peso molecolare. In questo contesto sono utili le analisi molecolari: in laboratorio le tre frazioni proteiche del glutine vengono separate mediante estrazione

sequenziale in solventi alcoolici che separano le gliadine dalle glutenine e queste ultime vengono successivamente estratte con agenti riducenti e infine precipitate in modo differenziale con diverse percentuali di acetone. Le tre frazioni del glutine sono poi quantificate mediante saggi colorimetrici per ottenerne le quantità relative e calcolare i rapporti che rappresentano gli indici di qualità. In questo progetto, le analisi molecolari effettuate sulle componenti proteiche del glutine, hanno permesso di correlare i parametri fisiologici di crescita delle piante, la concimazione e la qualità del frumento duro ottenuto da Agricoltura di Precisione. Effettuando una raccolta di precisione in fase di trebbiatura è stato inoltre possibile ottenere paste con diversi contenuti proteici su cui sono state fatte analisi nutrizionali, organolettiche e sensoriali. La sfida dei ricercatori è di arrivare a ottenere una pasta di buona qualità, in un regime di Agricoltura di Precisione, e le premesse ci sono tutte.

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del finanziamento Progetto AGER, n. 2017-2194.

MARIO MENDINI<sup>1</sup>

*Sensoristica applicabile a trattrici agricole per il rilevamento del vigore vegetativo e l'applicazione in tempo reale di concimi*

<sup>1</sup> ARVATEC, Milano

Da circa 10 anni possono essere installati su trattrici agricole una particolare categoria di sensori atti alla misurazione del vigore vegetativo. Negli anni queste attrezzature hanno avuto uno sviluppo consistente atte a renderle affidabili e ripetibili nella loro misurazione. Ad oggi i sensori NDVI attivi posizionati su trattrici agricole consentono di avere un dato immediato affidabile che può essere sfruttato anche nella modulazione in tempo reale di una distribuzione di concime. Nel progetto AGER sono stati analizzate le performance del sistema prodotto dalla ditta Ag Leader e in particolare i sensori di vigore OptRx. Il confronto ha confermato come la lettura e la modulazione del concime avvengono correttamente quando il sistema è correttamente calibrato. La calibrazione può avvenire direttamente in campo attraverso l'uso di rich-strips o, nel caso del progetto AGER, direttamente da un portale web appositamente studiato. Appare evidente come il corretto utilizzo di piattaforme satellitari possano rendere più semplice e più efficace l'utilizzo di sensoristica di precisione.

GIACOMO TROMBI<sup>1</sup>, ROBERTO FERRISE<sup>2</sup>, SERGI COSTAFREDA AUMEDES<sup>3</sup>,  
GLORIA PADOVAN<sup>4</sup>, MASSIMILIANO PASQUI<sup>5</sup>, EDMONDO DI GIUSEPPE<sup>6</sup>,  
JOHNNY MORETTO<sup>7</sup>, FRANCESCO MORARI<sup>8</sup>

*Un semplice sistema integrato di supporto alle decisioni  
per la fertilizzazione azotata del frumento: un prototipo web-based*

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università degli Studi di Firenze

<sup>5, 6</sup> CNR, Istituto di Biometeorologia, Firenze

<sup>7, 8</sup> Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova

L'agricoltura, e dunque anche la coltivazione del frumento, è sempre più sottoposta agli effetti dei cambiamenti climatici, con ripercussioni su crescita, fenologia e rese, e in generale una maggior incertezza legata alla variabilità del clima. In questo contesto, gli agricoltori si trovano in difficoltà crescenti per rispettare da una parte gli standard quali-quantitativi, così come richiesto dalla filiera agro-alimentare, e dall'altra preservare l'ambiente e, non ultimo, il proprio bilancio aziendale. Sono sempre più diffusi software per il supporto alle decisioni in campo agricolo, tuttavia a fronte di una elevata complessità e affidabilità, spesso richiedono grandi quantità di informazioni, con gran dispendio di tempo da parte dell'agricoltore. Per questo abbiamo realizzato un sistema estremamente semplice, che richiede pochissime informazioni, in grado però di fornire informazioni utili, affidabili ed efficaci per l'utente. Il sistema integra modelli di simulazione colturali, generatori meteo, algoritmi per il calcolo dell'NDVI e il prelievo di azoto.

L'agricoltore deve semplicemente indicare dove si trova il proprio campo, la tessitura e la profondità del suolo, che cultivar ha seminato e quando, ed eventuali interventi (acqua e azoto, indicandone semplicemente data e quantità): il sistema provvederà automaticamente a reperire le ulteriori informazioni necessarie (dati meteo osservati, previsioni stagionali, immagini satellitari) per lanciare alcune migliaia di simulazioni in grado di rappresentare sia la variabilità climatica che i diversi livelli di fertilizzazione, onde ottenere le migliori combinazioni che permettano di assicurare la resa ottimizzando il prelievo di azoto, riducendo al contempo gli sprechi e l'inquinamento. È infine possibile, a fronte di poche informazioni aggiuntive (un file vettoriale che indichi le varie parcelle con suoli omogenei, con i relativi dati tessiturati) impiegare il sistema nell'agricoltura di precisione: l'agricoltore infatti otterrà un file utilizzabile su sistemi di precisione direttamente in campo.

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del finanziamento Progetto AGER, n. 2017-2194.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La possibilità di ingegnerizzare l'integrazione tra *proximal sensing* e modelli previsionali, realizzata grazie a questo prototipo, sembra poter favorire un notevole avanzamento dell'agricoltura di precisione, in Italia come negli altri Paesi europei. Una tecnologia precisa, che gestisca automaticamente diversi livelli informativi, adattandosi alle specifiche caratteristiche dei diversi ambienti di coltivazione, potrà aumentare la competitività delle aziende agricole con una riduzione dell'input di azoto di oltre il 25% e con impatti positivi sull'ambiente, migliorando la qualità delle acque e mitigando l'emissione di gas serra e la volatilizzazione di ammoniaca. La raccolta di precisione, altra tecnologia sperimentata in questo progetto, apre nuove prospettive nella filiera della pasta di qualità, offrendo la possibilità di produrre paste di precisione con diverse proprietà nutrizionali, organolettiche e sensoriali. Pertanto, i risultati ottenuti in questo progetto hanno dimostrato come l'agricoltura 4.0 sia ormai una realtà matura alla portata delle aziende agricole italiane.