

Dal Crea di Lodi, terzo contributo

Per un uso efficiente dei reflui zootecnici

di **Nicolò Pricca¹, Martina Corti², Giovanni Cabassi¹**

1) Crea, centro di ricerca per la Zootecnia e acquacoltura di Lodi

2) Università degli Studi di Milano

Il Gruppo Operativo "Consensi" sta studiando come arrivare a un uso efficiente dei reflui zootecnici mediante le tecnologie dell'agricoltura di precisione. Negli areali di pianura dove si impiegano effluenti zootecnici gli apporti di azoto derivanti dal suolo attraverso la mineralizzazione della sostanza organica e l'effetto residuo dei reflui raggiungono gli 80-130 kg/ha, costituendo il 30-50% del fabbisogno totale di azoto del mais

Per garantire rese di mais elevate e sostenibili per l'ambiente è necessario utilizzare i concimi azotati in modo efficiente e valorizzare al meglio l'impiego degli effluenti zootecnici. È in questo contesto che si inserisce il progetto "Ottimizzazione della concimazione mediante la sensoristica e metodi dell'agricoltura di precisione (ConSensi)" finanziato dal Programma di sviluppo rurale 2014-2020, Operazione 16.1.01 – "Gruppi Operativi Pei" di Regione Lombardia. Partner del progetto sono il Crea, centro di ricerca per la Zootecnia e acquacoltura di Lodi, come capofila, l'Università di Milano, Condifesa, Consorzio Italbiotec e cinque aziende agricole: Bonetti,

Fondazione Bolognini, Eli Alpi, Motti e Penati.

Un'alta efficienza dell'azoto si ottiene solo applicando la quantità corretta di concime, nei momenti utili alla coltura, e con tecniche/tecnologie che ne riducano le perdite e ne massimizzino la disponibilità.

Definire in modo accurato e preciso il fabbisogno di azoto di una coltura è un aspetto chiave ma di non facile realizzazione. Infatti, è necessario quantificare le diverse fonti che naturalmente (cioè in assenza di concimazione) concorrono alla nutrizione azotata della coltura.

Negli areali di pianura dove si impiegano effluenti zootecnici, gli apporti di azoto derivanti dal suolo (soprattutto attra-



Fig. 1 – Operazioni di scansione del suolo nei campi studio utilizzando un sensore elettromagnetico Tsm

verso la mineralizzazione della sostanza organica e l'effetto residuo dei reflui) non di rado raggiungono gli 80-130 kg/ha, costituendo così il 30-50% del fabbisogno totale di azoto del mais; quindi debbono essere presi in considerazione per non eccedere con gli apporti.

Il bilancio dell'azoto

Per la corretta gestione dei reflui un altro aspetto cruciale riguarda la stima dell'azoto efficiente (cioè disponibile alla



Fig. 2 – Percorso seguito dall'operatore e dati grezzi acquisiti dal sensore

coltura) degli effluenti zootecnici che, data la loro elevata eterogeneità compositiva, è molto variabile.

Il principale strumento a disposizione degli agricoltori per redigere un piano di concimazione è il bilancio semplificato dell'azoto che quantifica i diversi input al sistema (es. l'azoto mineralizzato del suolo) e gli output (es. l'asportazione della coltura e le perdite per lisciviazione). Il bilancio netto (output-input) indica quindi la quantità di concime da distribuire.

Il bilancio può avvalersi di formule semplici e di parametri tabulati di efficienza degli effluenti zootecnici, e coefficienti di disponibilità (mineralizzazione e perdite) specifici per tipo di suolo e tipo di coltura. Solitamente è un modello colturale semplice, con un dettaglio temporale che corrisponde al singolo ciclo colturale, e una risoluzione spaziale che raramente è inferiore alla scala di appezzamento.

Concimazione in precisione

Oggi esistono tecniche e tecnologie avanzate proprie dell'*agricoltura di precisione* per caratterizzare il suolo e monitorare le colture con un dettaglio spaziale e temporale entro i singoli appezzamenti di dimensioni significative, e per l'applicazione sito-specifica e rateo variabile dell'azoto. Tali soluzioni sono interessanti per supportare piani di concimazione sito-specifici (cioè a scala di sub-appezzamento), al fine di ottimizzare ulteriormente l'efficienza d'uso dell'azoto, aumentare il margine economico aziendale e ridurre l'impatto ambientale dell'attività agricola.

Il flusso di lavoro per realizzare la concimazione in agricoltura di precisione del mais in un contesto cerealicolo-zootecnico si riassume nei seguenti passi:

1) Mappatura ad alta risoluzione della variabilità spaziale dei suoli e della vegetazione all'interno dei campi. Le variabili d'interesse possono essere misurate direttamente (es. la resa della coltura) o stimate attraverso la misura di proxy (es. la resistività elettrica del suolo e gli indici vegetazionali).

2) Integrazione delle mappe del suolo e della vegetazione per

DENKAMILK
Excellent

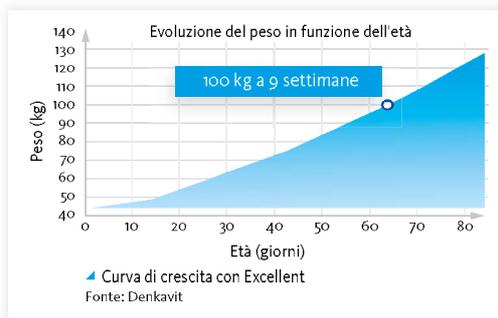
SOSTITUTO DEL LATTE IN POLVERE PER VITELLI

I VANTAGGI DI EXCELLENT

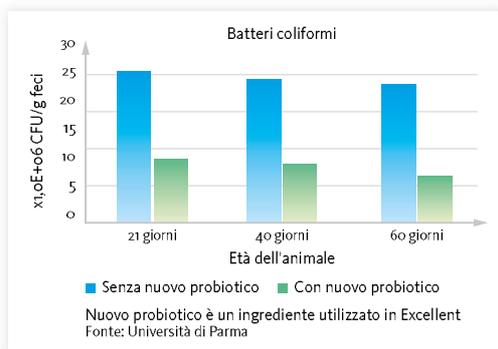
- 📈 Elevate prestazioni in termini di crescita
- 🐄 Vitelli vivaci e sani
- 🕒 Svezzamento precoce
- 👍 Facile da usare
- 💰 Comprovata redditività

EFFICACIA PROVATA

CON EXCELLENT, L'OBIETTIVO DI RAGGIUNGERE 90 KG DI PESO DOPO 9 SETTIMANE È STATO SUPERATO!



EXCELLENT, PROTEZIONE EFFICACE CONTRO GLI AGENTI PATOGENI



Denkavit Italiana Srl
Via Brescia 112 25018 Montichiari
Telefono (+39) 030 - 96 50 400 www.denkavit.com

DENKAVIT
CRESCIAMO INSIEME



Fig. 3 – Esempio di elaborazione dei dati per la realizzazione della mappa di prescrizione

formulare un consiglio di concimazione sulla base del quale realizzare delle mappe di prescrizione per la fertilizzazione sito-specifica in pre-semina (mediante l'effluente zootecnico) e in copertura (con il concime chimico).

3) Applicazione dell'azoto attraverso macchine per la distribuzione rateo variabile e sito-specifica.

Il campionamento

I metodi di mappatura del suolo impiegano sensori che, per contatto o in modo

prossimale, per via diretta o per induzione elettromagnetica la resistività del suolo. Il rilievo è eseguito mediante il passaggio degli strumenti lungo transetti paralleli a spaziatura regolare (figure 1-3).

Questa proprietà che è direttamente riconducibile al numero di cariche elettriche per unità di volume è correlabile localmente con le caratteristiche tessiturali del suolo. Queste ultime sono fondamentali dal punto di vista agronomico nel determinare la dinamica di mineralizzazione della sostanza organica

del suolo e contenuta nei reflui.

La realizzazione delle mappe di variabilità di queste proprietà richiede una preliminare calibrazione attraverso l'analisi di campioni di suolo di riferimento per poter stimare con buona approssimazione le variabili d'interesse con i dati acquisiti dai sensori (figura 4).

Le metodiche di scelta dei punti di campionamento, prelievo e di analisi dei campioni di riferimento sono diverse, ma tutte mirano al contenimento dei costi di calibrazione.

Tra le tecniche di analisi rapida ed economica più interessanti vi è la spettroscopia nel vicino infrarosso (Nir). L'analisi si basa sulla scansione dei campioni di suolo con spettroscopi Nir opportunamente calibrati (sia portatili a minor risoluzione, che da laboratorio più performanti), il procesamiento degli spettri attraverso tecniche chemiometriche, e la stima delle variabili d'interesse. Con questa tecnica è possibile ottenere buone stime del contenuto in carbonio, azoto totale e delle frazioni granulometriche (sabbia, limo, argilla) del suolo (figure 5 e 6).

La spettroscopia Nir è anche largamente impiegata per caratterizzare in modo soddisfacente le matrici organiche impiegate in agricoltura, come residui colturali, effluenti zootecnici, e nel settore mangimistico e zootecnico, e nell'industria agroalimentare.

Il telerilevamento

La mappatura della coltura si basa



Figure 4 – Schema di campionamento per la raccolta di campioni utilizzati per lo sviluppo delle calibrazioni



Fig. 5 – Mappa di variabilità della conducibilità elettrica (espressa in ms) in un appezzamento preso come caso-studio.

sull'utilizzo di sensori ottici che rilevano lo stato di vigore della vegetazione e lo associano a una condizione di stress o di benessere della coltura da cui è spesso possibile ricavare un consiglio gestionale. L'informazione derivante dai sensori è riassunta in un indice (l'indice vegetazionale) che, a secondo del metodo di calcolo evidenzia particolari caratteristiche della vegetazione (es. copertura vegetale, concentrazione di clorofilla o azoto).

Le tecniche di rilevamento a distanza (telerilevamento) hanno assunto sempre maggior interesse per la flessibilità di impiego, poiché non hanno limitazioni dovute all'accessibilità al campo; si pensi a una camera multispettrale montata su un drone, oppure al satellite Sentinel2 dotato di sensore multispettrale per il monitoraggio delle terre emerse.

Esse possono quindi essere facilmente utilizzate durante la stagione vegetativa per registrare la dinamica delle esigen-

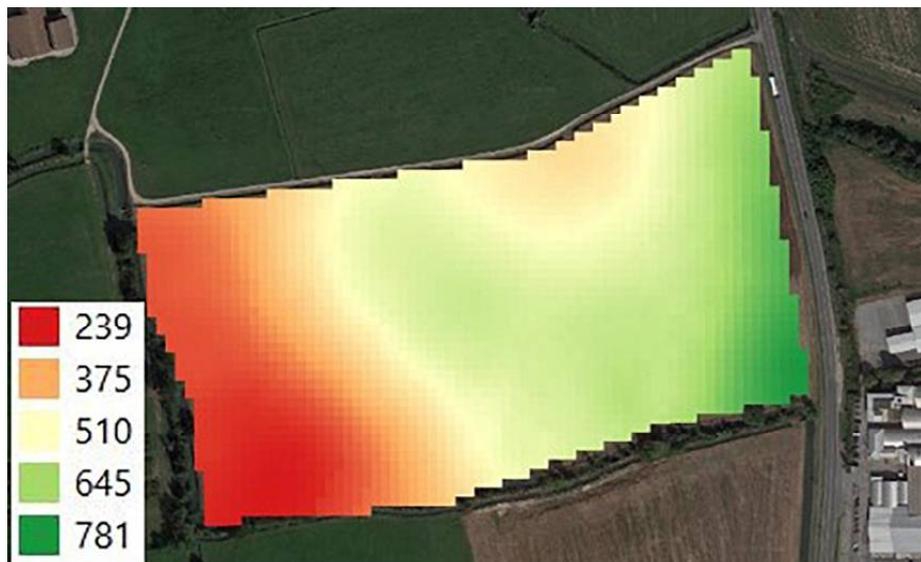
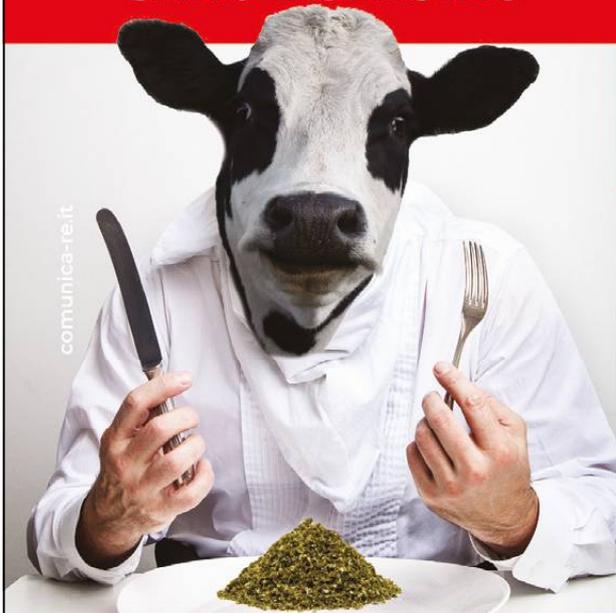


Fig. 6 – Mappa di variabilità del contenuto di sabbia (g/kg) realizzata elaborando dati ottenuti con sensore elettromagnetico e campioni analizzati con strumentazione NIR

ze colturali nel tempo. I metodi di rilievo citati si sono dimostrati efficaci nel

mappare lo stato della coltura sia qualitativamente, tramite mappe di vigore, sia

ASSICURA LORO CIBO SANO E GENUINO



comunica-re.it

In base alle esigenze di ogni allevatore, i nostri Silos per lo stoccaggio dei cereali, foraggi e mangimi rappresentano la soluzione più efficace.

I Silos per cereali agevolano la conservazione dei mangimi, mantenendo ottimale la conservazione e l'umidità.



La nostra azienda è in grado di seguire molti aspetti del lavoro degli allevatori e degli agricoltori. Forte dell'esperienza maturata e degli esperimenti all'avanguardia del nostro Reparto Ricerca e Sviluppo, abbiamo concepito Sistema Fattori, integrando perfettamente ogni aspetto del lavoro per ottenere praticità, versatilità e massima resa produttiva nel pieno rispetto delle norme vigenti, in un'ottica di ottimizzazione delle risorse.

FATTORI
SISTEMI E STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

FATTORI srl
via F. Cavallotti, 298 - 25018 Montichiari (Bs)
Telefono (+39) 030 963291 - info@gffattori.it

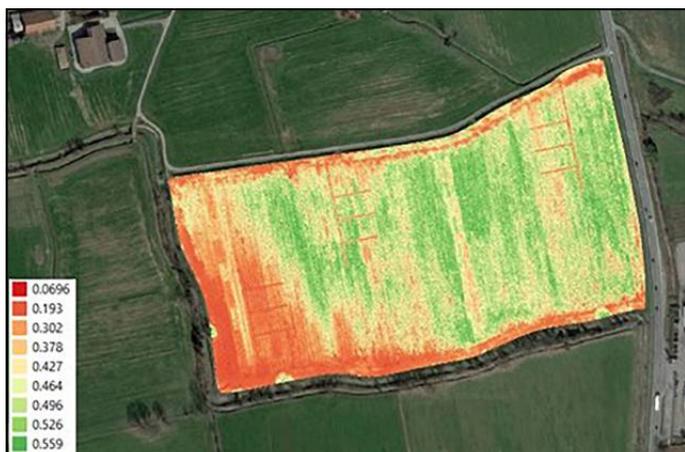


Fig. 7 - Variabilità dell'indice vegetazionale Ndre acquisito con drone

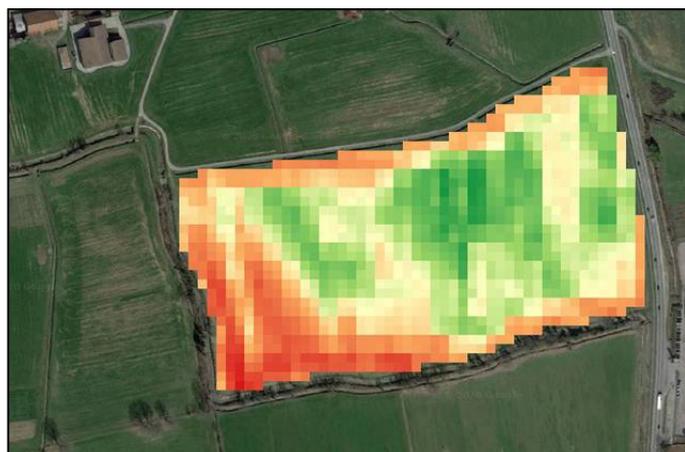


Fig. 8 - Variabilità dell'indice vegetazionale Ndre acquisito con satellite

quantitativamente attraverso la stima della biomassa e della copertura vegetale. Per questo, recentemente, stanno assumendo sempre maggior rilievo nel fornire lo strato informativo di partenza per i consigli gestionali (figure 7 e 8).

La mappatura della resa è eseguita direttamente dalle moderne mietitrebbie che sono dotate di sensori di flusso o di peso attivati durante la raccolta, di un sistema di misura del tenore di umidità del prodotto raccolto e di un sistema di

rilevamento della posizione con sistema gps per geotaggare i dati acquisiti in fase di raccolta (figura 9).

Economia circolare

Tutte le analisi della produzione zootec-



ESPERIENZA E PROFESSIONALITÀ AL VOSTRO SERVIZIO

via Galileo Galilei, 10 - 43018 Sissa Trecasali (PR)

Tel 0521 379025 Fax 0521 379505

www.gialimpianti.it info@gialimpianti.it

È nata una nuova generazione di nutrienti
per stalle da latte altamente performanti...

LATTE LYSMETIO 245

LATTE LYSMETIO 345



Consorzio Agrario
di Cremona

Una nuova linea di nuclei arricchita dai più importanti aminoacidi essenziali ruminoprotetti: **METIONINA** (da Smartamine) e **LISINA** (Ajipro-L). **Novità assoluta** è la presenza di **Lisina ruminoprotetta** di 3° generazione **Ajipro-L**, la più utilizzata negli USA.

Consorzio Agrario di Cremona

Ufficio Mangimi Tel. 0372 403202 | www.consorzioagrariocremona.it

*Dal 1896 nel ciclo vitale
dell'agricoltura*

nica nella Pianura Padana evidenziano un emergente fabbisogno di conoscenza per razionalizzare il sistema di fertilizzazione del mais destinato a soddisfare il fabbisogno zootecnico in un'ottica di economia circolare. In generale è necessario sviluppare framework per migliorare l'uso degli effluenti zootecnici nella fertilizzazione.

Tale sistema s'inserisce nell'*agricoltura di precisione* attraverso l'integrazione delle informazioni ottenute con le moderne tecniche di monitoraggio del suolo e delle colture per fornire piani di concimazione sito-specifici.

Il progetto Consensi si pone come focus la fertilizzazione nei sistemi colturali erbacei, con particolare riferimento al mais, con l'obiettivo generale di aumentarne la sostenibilità:

- agronomica, ottimizzando l'uso dei fertilizzanti organici conservando o aumentando la fertilità del suolo
- economica, migliorando l'efficienza di utilizzazione dei nutrienti;
- ambientale, riducendo le emissioni indesiderate di nutrienti nell'ambiente.

Più in particolare, si vuole sviluppare un sistema di supporto alle decisioni che consideri tutti gli strati informativi che le tecnologie moderne mettono a disposizione dell'agricoltore per elaborare un consiglio di concimazione ottimizzato.

Il progetto ha un focus sull'utilizzo e sulla massimizzazione dell'efficienza dei reflui organici, che devono essere utilizzati come risorsa. Infatti, la dose di refluo distribuito può essere modulata in funzione della variabilità del suolo, della resa potenziale, o del vigore vegetativo in modo tale da ridurre le perdite di azoto e massimizzare la resa produttiva (figura 10).

Tre obiettivi specifici

Gli obiettivi specifici, che colmano i fabbisogni tecnologici e di



Fig 10 – Mappa di prescrizione per la distribuzione di concime organico in presemina (espressa in kg/ha di azoto) elaborata da un DSS (Decision Support System)

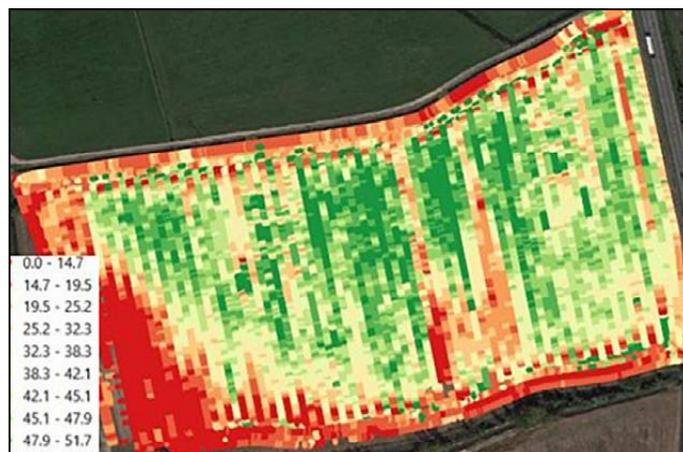


Fig 9 – Mappa di resa umida di silomais (espressa in ton/ha)

conoscenza individuati dal Gruppo operativo, sono:

A) Sviluppare sistemi di monitoraggio innovativi del terreno sito-specifici, rapidi e a basso costo a supporto delle decisioni di fertilizzazione. Questo obiettivo sarà raggiunto tramite:

- 1) lo sviluppo di un rover prototipale a guida automatica con sistema di localizzazione Gnss-Rtk per la mappatura elettromagnetica del suolo e dotato di auto-campionatore per la raccolta e il trasporto a bordo campo di campioni di suolo da destinare ad analisi di riferimento e tramite spettroscopia Nir;
- 2) lo sviluppo di modelli predittivi Nir per la stima della sostanza organica totale del suolo, della sua frazione facilmente mineralizzabile e del suo contenuto di azoto.

B) Migliorare i sistemi di monitoraggio innovativi delle colture sito-specifici, rapidi e a basso costo (vigore vegetativo e produzione utile) a supporto delle decisioni di fertilizzazione. Questo obiettivo sarà raggiunto mettendo a punto un sistema di correzione e calibrazione radiometrica degli indici vegetazionali ricavabili gratuitamente dai satelliti europei Sentinel2.

C) Migliorare le decisioni delle dosi di fertilizzanti organici e minerali da impiegare, preservando o migliorando la fertilità dei terreni e massimizzando l'efficienza d'uso dell'azoto e del fosforo, con il risultato finale di aumentare la stabilità delle rese colturali riducendo i costi della fertilizzazione e le perdite nell'ambiente. Questo obiettivo sarà raggiunto sviluppando un sistema di supporto alle decisioni (SSD) che integri i dati relativi al suolo e alla coltura in maniera sito-specifica a supporto della fertilizzazione di precisione.

Nonostante le problematiche determinate dalla pandemia Covid il progetto sta procedendo con lo studio dei fattori che possono interferire con la corretta mappatura geoelettrica del suolo (tenore di umidità, compattamento, differenziazione del suolo, velocità di avanzamento e stabilità del sensore) e la validazione di un metodo per la scelta dei punti di campionamento ottimali. Queste azioni permetteranno di fornire le prime mappe di distribuzione reflui a rateo variabile prima delle semine del mais nella stagione 2021.