

# VALUTAZIONE DI ALTERNATIVE GESTIONALI DELLA CONCIMAZIONE AZOTATA DEL MAIS ATTRAVERSO MODELLISTICA DI SIMULAZIONE

Luca Bechini, Nicola Castoldi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Produzione Vegetale, Università degli Studi di Milano, luca.bechini@unimi.it

## Abstract

Allo scopo di migliorare la comprensione della dinamica dell'azoto nel sistema suolo-coltura di un'azienda zootecnica suinicola, abbiamo eseguito simulazioni di una monosuccessione di mais da granella, coltivato secondo la gestione praticata dall'agricoltore o secondo itinerari tecnici alternativi. Questi prevedevano la riduzione della concimazione azotata, in modo fisso tutti gli anni, o in modo variabile a seconda del contenuto di nitrati nel terreno allo stadio di sesta foglia (V6). I risultati mostrano che, rispetto alla gestione praticata attualmente dall'agricoltore, è possibile ridurre la concimazione azotata e la lisciviazione di nitrati; tale riduzione può essere modulata a seconda dell'andamento stagionale (ma sopportando il costo aggiuntivo di campionamento e analisi), oppure può essere fissata a circa 75 kg N ha<sup>-1</sup>. L'utilizzo di colture di copertura non riduce ulteriormente le perdite di nitrati per lisciviazione.

## Introduzione

Nell'ambito di un progetto di ricerca sull'agricoltura nelle aree protette, stiamo mettendo a punto un metodo di valutazione della sostenibilità ambientale ed economica di diversi sistemi agricoli, e lo stiamo applicando a otto aziende del Parco Agricolo Sud Milano. Le aziende vengono da noi monitorate tramite visite periodiche, nel corso delle quali registriamo tutti gli interventi eseguiti in ciascun appezzamento (lavorazioni, fertilizzazioni, trattamenti fitosanitari, irrigazioni e raccolte). La peculiarità del nostro approccio risiede nel fatto che ci basiamo quanto più possibile su dati esistenti (banche dati della pubblica amministrazione, letteratura scientifica) o su dati facilmente ottenibili tramite colloqui tecnici con gli agricoltori, cercando di escludere il ricorso a misure dirette. Di conseguenza privilegiamo gli indicatori agro-ecologici come strumento di sintesi. Nel corso dell'indagine abbiamo riscontrato elevati surplus per i bilanci azotati calcolati a scala di singolo appezzamento per la coltura del mais (*Zea mays* L.), soprattutto nelle aziende zootecniche. Allo scopo di valutare le strategie per ottimizzare la gestione dell'azoto (N) in queste aziende, stiamo quindi conducendo un'analisi modellistica della dinamica dell'azoto nel sistema suolo-coltura; coerentemente con lo spirito del progetto, stiamo valutando l'applicabilità dei modelli senza basarci su misure apposite, conducendo la parametrizzazione con dati già disponibili. In questa comunicazione riferiamo i risultati preliminari relativi ad un'azienda zootecnica.

## Materiali e metodi

L'azienda ha una superficie di 81,5 ha, un carico zootecnico (allevamento di suini pesanti) di 1,21 t peso vivo ha<sup>-1</sup>, ed è interamente coltivata a mais da granella; la distribuzione dei reflui avviene nel periodo autunno-invernale, l'aratura e la preparazione del letto di semina nel mese di marzo, e la semina del mais tra l'ultima decade di marzo e la prima di aprile. La concimazione minerale viene effettuata con urea in presemina ed in copertura (70 e 140 kg N ha<sup>-1</sup>). I suoli (Unità Cartografica

18: ERSAL, 2000) sono Aquatic Haplustals coarse loamy, mixed, mesic, con profondità della falda in estate di 1,6 m. Il modello CropSyst (Stöckle et al., 2003) è stato utilizzato per simulare una monosuccessione di mais da granella, utilizzando dati meteorologici (Sant'Angelo Lodigiano, 45°14'N 9°24'E) generati con ClimGen (Stöckle et al., 2003) per 50 anni, escludendo i risultati dei primi 10 e fornendo media e deviazione standard dei rimanenti 40. Il suolo è stato parametrizzato utilizzando le informazioni della carta pedologica: profondità della falda, e, per ogni strato del profilo, spessore e dati di tessitura e carbonio organico. Le proprietà idrologiche sono state stimate con le equazioni proposte da Saxton et al. (1986). L'infiltrazione e la redistribuzione dell'acqua nel profilo sono state simulate con l'equazione di Richards. Il mais è stato seminato automaticamente dal modello a partire dal 15 marzo di ogni anno quando la temperatura dell'aria era di almeno 9°C per 5 giorni consecutivi. A causa della limitata disponibilità idrica nella zona, l'irrigazione consiste in due soli interventi per stagione, uno in prossimità della fioritura, l'altro circa 20 giorni dopo. Sono stati confrontati questi scenari: ORD: gestione agronomica dichiarata dall'agricoltore; LPR: come ORD, ma con liquami distribuiti in primavera una settimana prima della semina; PSNT190, PSNT160, PSNT130, PSNT100: questi scenari simulano l'esecuzione del Pre Sidedress Nitrate Test (PSNT), che consiste nella misura del contenuto dei nitrati nei primi 30 cm di terreno allo stadio di sesta foglia (SMNV6); il modello distribuisce automaticamente, con concime di sintesi, la quantità di azoto (NAP) necessaria per raggiungere un'asportazione totale definita dall'utente (NASPT);  $NAP = (NASPT - SMNV6 - NASPV6) / 0,7$ , dove NASPV6 è l'azoto già asportato dalla coltura al V6. Tenendo conto della mineralizzazione che avviene tra il momento in cui si esegue il test e la maturazione fisiologica (ca. 60 kg N ha<sup>-1</sup>), abbiamo fissato NASPT a quattro diversi livelli (190, 160, 130 e 100 kg N ha<sup>-1</sup>), per valutare la possibilità di ridurre gli apporti di azoto di sintesi. Gli scenari PSNT, al contrario degli altri, risultano ogni anno in una diversa

dose di azoto distribuita, in base alle dinamiche del terreno; negli scenari PSNT i liquami vengono distribuiti in primavera. Altri scenari studiati sono stati: FERT100 e FERT75: come LPR, ma senza concimazione in presemina, e riducendo la concimazione in copertura a 100 e 75 kg N ha<sup>-1</sup>; CC-PSNT130 e CC-PSNT80, che prevedono la coltivazione di una coltura di copertura (loglio italico, *Lolium multiflorum* Lam.) nel periodo autunno-vernino, interrata in marzo prima della semina del mais (anche in questo caso la fertilizzazione del mais viene gestita con il PSNT); CC-F75, che prevede la coltura di copertura e la concimazione del mais con una dose fissa di azoto di 75 kg N ha<sup>-1</sup>.

## Risultati

Lo scenario ORD (Tab. 1) è caratterizzato da elevate perdite di nitrati, che avvengono principalmente nel periodo agosto – marzo (83% del totale); il mese in cui le perdite sono maggiori è agosto, a causa degli alti residui di azoto minerale presenti nel profilo alla maturazione della coltura. La distribuzione primaverile dei reflui (LPR) non consente di conseguire vantaggi produttivi o ambientali. Gli scenari PSNT dimostrano che è possibile conseguire rese simili a quelle ORD diminuendo la concimazione fino a mediamente 52 kg N ha<sup>-1</sup> (PSNT130); questo corrisponde a un risparmio di circa 96 € ha<sup>-1</sup>. Il costo economico da sostenere per l'applicazione del PSNT (campionamento + analisi + spedizione del campione, stimabili in circa 20 € ha<sup>-1</sup> per un appezzamento di 5 ha) e l'onere organizzativo, tuttavia, ci hanno spinto a valutare anche l'efficacia di una concimazione uguale tutti gli anni, applicabile senza esecuzione del PSNT (scenari FERT100 e FERT75): in tali casi l'azoto mediamente applicato e le perdite sono lievemente maggiori, ma gli scenari sono economicamente remunerativi (risparmio di 71 e 88 € ha<sup>-1</sup>). Gli scenari con le colture di copertura consentono di ridurre la lisciviazione rispetto a ORD ma non rispetto a PSNT e quindi non appaiono interessanti per i maggiori costi (semente e gasolio), anche se consentono un incremento della dotazione di sostanza organica del suolo.

## Conclusioni

La riduzione delle concimazioni minerali azotate, indagata attraverso le simulazioni effettuate con un modello dinamico dei sistemi colturali, è possibile nell'azienda studiata; il risparmio di concime conseguibile non è costante ma varia a seconda dell'annata e andrebbe quantificato attraverso un apposito test da effettuarsi sul terreno immediatamente prima dell'esecuzione della concimazione di copertura. Diversi fattori influiscono sulla bontà delle previsioni presentate in questo lavoro: i) l'incertezza nella simulazione della mineralizza-

zione dei reflui zootecnici: l'immobilizzazione di N, frequentemente documentata in letteratura nei casi di utilizzo di reflui zootecnici, non è simulabile con la versione di CropSyst qui utilizzata; sarebbe per questo necessario l'utilizzo di un modello a più pool (es. Probert et al., 2005); ii) l'incertezza nella simulazione della mineralizzazione della sostanza organica stabile nel lungo periodo; iii) l'importanza delle dinamiche di falda locali, difficili da conoscere nel contesto del nostro progetto, ma di fatto evidenti dall'osservazione dei profili pedologici in molte aree del Parco. Allo scopo di migliorare la conoscenza delle dinamiche del sistema stiamo eseguendo misure dirette di alcuni indicatori utili per una gestione operativa: contenuto in azoto minerale del profilo all'emergenza e alla raccolta; Pre Sidedress Nitrate Test; late-stalk nitrate test.

## Ringraziamenti

Lavoro condotto nell'ambito del progetto PRIN 2004 "Un'agricoltura per le aree protette", coordinatore Prof. Maurizio Borin (<http://www.unirc.it/agripark>), pubblicazione numero 6. Si ringraziano gli agricoltori coinvolti per la disponibilità.

## Bibliografia

- ERSAL, 2000. I suoli del Lodigiano. Milano, 135 pp.
- Probert, M.E., Delve, R.J., Kimani, S.K., Dimes, J.P., 2005. Modelling nitrogen mineralization from manures: representing quality aspects by varying C:N ratio of sub-pools. *Soil Biology & Biochemistry*, 37: 279 – 287.
- Saxton, K.E., W.J. Rawls, J.S. Romberger, R.I. Papendick, 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. *Soil Science Society of America Journal*, 50: 1031 – 1036.
- Stöckle, C., Nelson, R., Donatelli, M., 2003. CropSyst, a cropping systems simulation model. *European Journal of Agronomy*, 18: 289 – 307.

Tab. 1 - Media e deviazione standard (ds) delle principali variabili simulate per i diversi scenari posti a confronto.

Scenario	Rese (granella mais)		N di sintesi distribuito		N lisciviato		Variazioni di ricavo	Variatz. C org. suolo (30 cm)
	media	ds	media	ds	media	ds	media	media
	t ss ha <sup>-1</sup>		kg N ha <sup>-1</sup>				€ ha <sup>-1</sup>	kg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
<b>ORD</b>	<b>10.9</b>	<b>1.1</b>	<b>210</b>	<b>0</b>	<b>120</b>	<b>58</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
LPR	10.9	1.1	210	0	120	59	-2	26
PSNT190	10.9	1.1	126	15	37	19	55	26
PSNT160	10.9	1.1	86	14	3	5	80	26
<b>PSNT130</b>	<b>10.8</b>	<b>1.0</b>	<b>52</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>96</b>	<b>18</b>
PSNT100	10.0	0.8	17	12	0	0	-10	-17
FERT100	10.9	1.1	100	0	9	9	71	26
<b>FERT75</b>	<b>10.9</b>	<b>1.1</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>88</b>	<b>24</b>
CCI-P130	10.7	1.0	67	13	0	0	-37	105
CCI-P80	8.5	0.6	9	8	0	0	-341	0
CCI-F75	10.8	1.0	75	0	0	0	-30	111