

■ Anna Benedetti, Piero Frangi, Pierfrancesco Nardi, Anna Maria Sinopoli, Alessandra Trinchera

Tipizzazione del rilascio nei concimi “non a pronto effetto” Prime indicazioni operative



Quali sono i metodi di analisi idonei alla caratterizzazione dei concimi cosiddetti “non a pronto effetto” in funzione dei tempi di rilascio dei nutrienti contenuti nei fertilizzanti? Quali indicazioni di tipo agronomico possono essere fornite agli agricoltori al fine di razionalizzare le pratiche di concimazione?

Le risposte nei risultati del Programma di ricerca biennale sulla tipizzazione di nuovi tipi di fertilizzanti denominati “non a pronto effetto” promosso dalla Regione Lombardia, presentati a Milano nel corso del Convegno organizzato da Assofertilizzanti.

A. Benedetti, A. Trinchera*, P. Nardi, A.M. Sinopoli, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

P. Frangi, Centro MiRT - Fondazione Minoprio, Vertemate con Minoprio (CO).

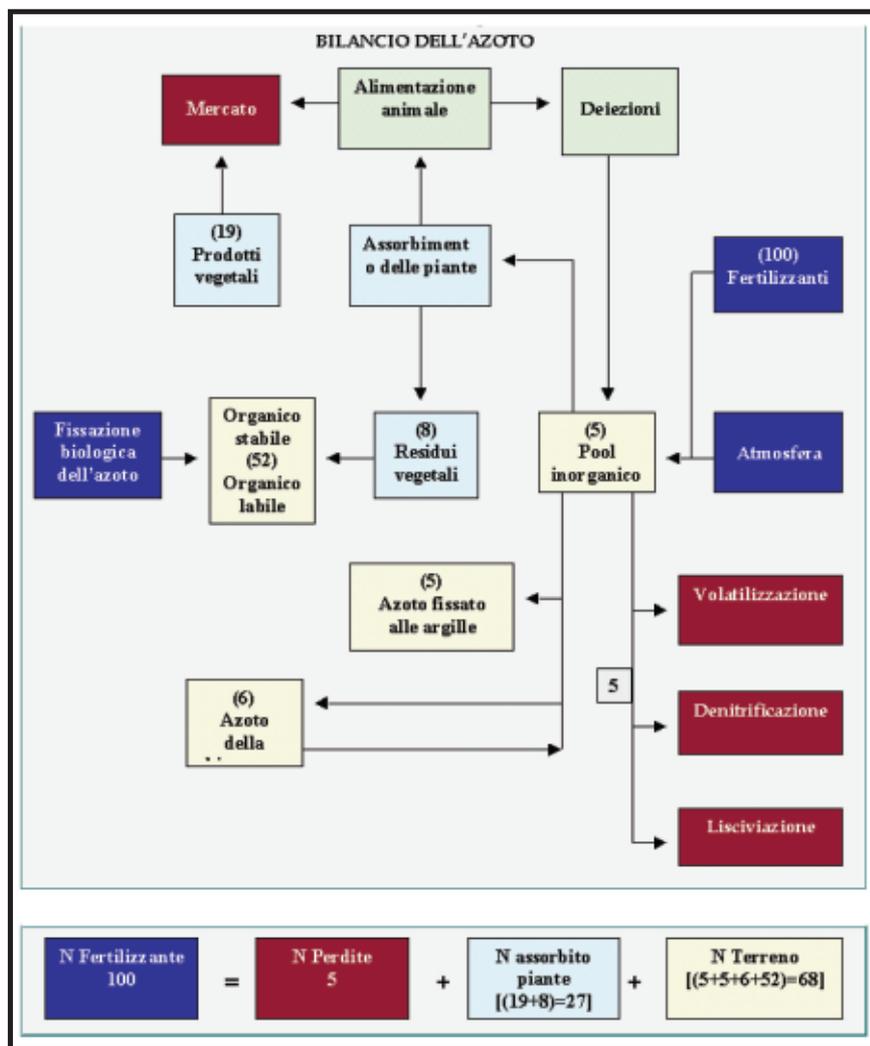
*Attualmente in servizio presso Ispettorato Centrale Repressione Frodi



Regione Lombardia
Agricoltura

Il presente lavoro di ricerca rientra nel Programma di ricerca biennale sulla tipizzazione di nuovi tipi di fertilizzanti denominati “non a pronto effetto” promosso dalla Regione Lombardia

Dall'ultimo censimento comparso su L'Informatore Agrario relativo ai concimi minerali, organici ed organo minerali [1,2] risultano esistere oggi in commercio in Italia oltre 2.500 formulati riconducibili alle diverse tipologie previste dalla legislazione italiana 748/84. Confrontando questo dato con quanto realmente avviene a livello di utenza ciò che trapela è che normalmente l'agricoltore utilizza preferenzialmente gli stessi formulati anche a discapito di una reale economicità aziendale. Molto spesso ad esempio dall'analisi degli elementi nutritivi nel suolo o addirittura da manifestazioni di carenza o intolleranza della coltura si evidenzia la tendenza ad utilizzare sempre gli stessi prodotti distribuendo così elementi in esubero o sottovalutando alcune carenze. La razionalizzazione della fertilizzazione vede quale elemento fondamentale la conoscenza del mezzo tecnico che si concretizza nella conoscenza delle sue potenzialità nei confronti della coltura di riferimento e dell'ambiente. Circa il comportamento e l'efficienza nutritiva di concimi tradizionali quali i minerali semplici o composti esiste copiosa letteratura e consolidata esperienza conoscitiva anche da parte



dello stesso agricoltore. Viceversa i nuovi formulati immessi sul mercato necessitano ancora di attenzione da parte della collettività scientifica, degli organismi preposti alla divulgazione delle conoscenze e dell'assistenza tecnica agli agricoltori. Con questo spirito è stato condotto lo studio sulla tipizzazione dei concimi cosiddetti non a pronto effetto.

La modulazione del rilascio degli elementi nutritivi dipende sia dalla natura del concime sia dalla tecnica di produzione.

I concimi organici ad esempio vengono considerati concimi a lento rilascio in quanto la disponibilità degli elementi nutritivi è dovuta alla mineralizzazione della sostanza organica da parte dei microrganismi del terreno. Anche nel caso però dei concimi organici è necessario valutare sia la matrice organica di provenienza (di origine proteica o fibrosa, di origine animale o vegetale) sia il processo di trattamento industriale della materia prima (semplice triturazione, oppure fermentazione-stabilizzazione, idrolisi, degelatinizzazione, trattamento termico ecc.) che andrà ovviamente ad agire sulla strutturazione e destrutturazione della frazione organica e avrà conseguentemente una diversa risposta alla mineralizzazione. Di

Figura 1 - Bilancio di ripartizione del fertilizzante azotato somministrato ad una coltura di frumento (ottenuto mediante l'ausilio di tecniche isotopiche) [11, 12].

interesse sarà anche la granulometria finale del prodotto (pellet, granuli, polvere, scaglie ecc.), che a sua volta influenza la degradazione microbica.

Nel caso di concimi di sintesi chimica importantissima è la tecnica di produzione con la quale si realizza la cessione "non a pronto effetto" dell'elemento. La prima grande distinzione deve essere operata tra condensati e ricoperti in quanto i loro meccanismi d'azione sono diversi. I condensati sono concimi ottenuti per condensazione di urea con aldeidi per la produzione di composti chimici a varia complessità (urea-formaldeide o metileneurea, isobutildendiurea, crotonildendiurea). Questi concimi, simili fra loro, si differenziano notevolmente per forma chimica e comportamento agronomico.

In questi prodotti l'azoto in parte è immediatamente solubile, in parte viene disciolto gradualmente in acqua, in misura variabile a seconda della sua percentuale proveniente da urea condensata, sul totale dell'azoto del fertilizzante. Questo differente processo di solubilizzazione è specifico per tipo di urea condensata, poiché dopo la condensazione si generano molecole fra loro molto differenti: polimeri o oligomeri. Parametri ambientali che influiscono sulla mobilizzazione dell'azoto sono: l'umidità, la temperatura e l'attività microbica del terreno (e quindi tutto ciò che la influenza), oltre ad altri fattori chimico-fisici quali il pH, la granulometria del prodotto ecc.. L'influenza maggiore dei parametri ambientali,

rispetto a quelli chimico-fisici e viceversa, dipende dal tipo di condensazione realizzata in fase di processo produttivo. Specificatamente nel caso della isobutildendiurea e crotonildendiurea i processi di idrolisi sono strettamente di tipo chimico (idrolisi dell'acqua) a differenza della urea-formaldeide che sono prevalentemente di tipo microbiologico ed in parte chimico.

Altra tipologia di concimi è quella dei ricoperti. La ricopertura può essere realizzata con membrane semipermeabili, materiali a bassa solubilità come formurea, oli, cere, polimeri, resine, nonché con una pellicola di zolfo. Un'estrema varietà di materiali può essere teoricamente impiegata come ricoperti, ma il loro numero, in virtù delle caratteristiche richieste nonché del loro costo, risulta essere, di fatto, molto ridotto.

Tra i concimi ricoperti possono essere individuati i seguenti gruppi:

- concimi zolfo ricoperti (Scu);
- concimi ricoperti con zolfo e polimeri (Pscu);
- concimi ricoperti con polimeri.

Il tipo di rivestimento influenza il meccanismo di rilascio:

- rottura della membrana semipermeabile per

effetto della pressione osmotica;

- passaggio del concime attraverso piccoli pori presenti sul rivestimento impermeabile;
- degradazione della membrana per azioni chimiche, fisiche e biologiche.

Il termine generico di "rilascio controllato", con il quale ci si riferisce alla cessione degli elementi nutritivi da parte dei concimi ricoperti, nasce dal fatto che la velocità di cessione può essere controllata operando sullo spessore e sul tipo di rivestimento [3].

Il progetto ha preso in considerazione le seguenti categorie di prodotti:

- organici, di origine animale, fibrosa ottenuti per idrolisi della materia prima e successiva essiccazione e pellettizzazione;
- condensati, per reazione chimica tra urea con aldeide formica o metilica (urea-formaldeide);
- ricoperti, con membrana polimerica, con ricopertura di zolfo, con resine;
- minerali con inibitore della nitrificazione ureasi.

In riferimento all'ultima categoria di prodotti, essi sono stati presi in considerazione malgrado non possano essere considerati degli effettivi concimi "non a pronto effetto". Il meccanismo di azione degli inibitori della nitrificazione si basa sulla presenza di un formulato, addizionato al concime minerale, in grado di "bloccare" il passaggio metabolico che comporta l'ossidazione dello ione ammonio a ione nitrato a livello di microflora del suolo. Di conseguenza, i concimi con inibitori della nitrificazione possono a tutto diritto essere considerati quali concimi a minor impatto ambientale, sebbene non a lento rilascio azotato.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Di seguito verranno illustrati i risultati ottenuti nel progetto per categoria di prodotto.

È importante sottolineare che il primo obiettivo perseguito nel progetto è stato quello di individuare metodi di analisi idonei alla caratterizzazione dei diversi prodotti.

Come illustrato nelle relazioni di [4, 5] sono state messe a confronto tre metodologie.

- Prove chimiche laboratorio: estrazione in acqua fredda e calda; estrazione sequenziale in acqua; estrazione su colonna di sabbia di quarzo.

- Prova biochimica laboratorio: cinetica di mineralizzazione/nitrificazione.

- Prova agronomica pre-campo: prove di lisciviazione in vaso.

I diversi metodi possono fornire, in funzione del formulato considerato, informazioni sinergiche. Va comunque notato che non tutti i metodi sono utilizzabili pariteticamente per tutti i formulati. La caratterizzazione chimica per estrazione sequenziale, che ben si adatta, ad esempio, all'analisi dei formulati ricoperti sia con zolfo sia con membrana, risulta inapplicabile ai concimi organici, non pienamente soddisfacenti per i condensati.

Viceversa il metodo biochimico è fondamentale per organici e condensati. Il metodo biochimico altresì può essere utile per comprendere il

comportamento del concime nel suolo, ma è indispensabile sottolineare che si tratta di un andamento potenziale e che quindi i risultati dovranno essere estrapolati ed interpretati a livello agronomico. Le prove in vaso si collocano in maniera propedeutica alla sperimentazione agronomica vera e propria introducendo la variabile ambientale rispetto al laboratorio, ma non quella legata alla pianta che costituisce il passo successivo da realizzarsi in campo con prove agronomiche parcellari, anche allo scopo di una loro proposizione a livello legislativo finalizzata alla possibilità di indicare in etichetta la caratteristica di "non pronto effetto".

Il secondo obiettivo del progetto è stato quello di fornire alcune indicazioni di tipo agronomico utili all'assistenza tecnica per razionalizzare le pratiche di concimazione. I metodi chimici di laboratorio ben si prestano ad una caratterizzazione di base dei diversi formulati, ma non sempre sono rispondenti per indicazioni di carattere agronomico ove il suolo e la pianta portano spesso al sovrapporsi di più fenomeni difficilmente ipotizzabili e quantificabili.

Al contrario i metodi biochimici di laboratorio, pur fornendo risposte potenziali, mettono in relazione i formulati con il suolo. Le prove in vaso simulano il pieno campo senza l'influenza della coltura ed il disturbo delle condizioni potenziali. Per questi studi sarebbe fondamentale poter disporre dell'ausilio della discriminazione isotopica che, su base razionale e non empirica, attraverso la determinazione della ripartizione dell'azoto fornito con il fertilizzante marcato nei diversi pool azotati, riesce a fornire indicazioni precise sul destino dell'elemento nel sistema suolo pianta.

Diversi ostacoli però intervengono nell'allestimento di studi del genere che spaziano dagli aspetti economici (1 kg di urea marcata ad esempio costa all'incirca 7-8.000 euro) a quelli tecnici, in quanto vengono prodotti a livello industriale unicamente urea e solfato ammoni-

*Tabella 1
Ripartizione
dell'azoto marcato
nei diversi pools del
suolo in percentuale
(*dose applicata di
100 kg/ha-1 su
frumento duro).*

	SUOLO RIETI (Piedifiume)	SUOLO BARI
Azoto dal fertilizzante marcato	100%	100%
N organico stabile + labile	44	29
Ammonio di scambio	0	0
Azoto disponibile	2	6
Biomassa microbica	4	5
Ammonio fissato alle argille	21	0
Residui colturali	7	23
Raccolto (Granella)	13	14
Perdite	9	23
Totale recuperato	91	7
Totale	100	100

*Tabella 2 - Bilancio
dell'azoto nei terreni
trattati con urea
e solfato ammonico
nelle prove in vaso
(% di N).*

	UREA		SOLFATO AMMONICO		
	Unica	Frazionata	Unica	Frazionata	
Bassa Fertilità	75	58	80	60	Lisciviata
	25	42	20	40	Riserva
Media Fertilità	70	60	55	55	Lisciviata
	30	40	45	45	Riserva
Alta Fertilità	30	30	40	40	Lisciviata
	70	70	60	60	Riserva

		BASSA FERTILITÀ	MEDIA FERTILITÀ	ALTA FERTILITÀ	
ORGANICI di origine animale	104A	22	25	10	Lisciviata
		78	75	90	Riserva
	108A	38	39	28	Lisciviata
		62	61	72	Riserva
CONDENSATI (Urea-formaldeide)	101A	20	19	10	Lisciviata
		80	81	90	Riserva
	109A	21	25	20	Lisciviata
		79	75	80	Riserva
	109B	41	19	8	Lisciviata
		59	81	92	Riserva
	109C	60	40	23	Lisciviata
		40	60	77	Riserva
RICOPERTI	(Zolfo + polimero) 100A	59	49	15	Lisciviata
		41	67	85	Riserva
	(Polimero) 102A	60	70	40	Lisciviata
		40	30	60	Riserva
	(Pol. Parz. Ricop.) 103A	76	50	32	Lisciviata
		24	50	68	Riserva
	(Resina) 107A	38	30	19	Lisciviata
		62	70	81	Riserva
	(Resina) 107B	40	40	20	Lisciviata
		60	60	80	Riserva
Inibitore della nitrificazione 105A	60	50	30	Lisciviata	
	40	50	70	Riserva	

co marcato, formulati del tipo di quelli oggetto del presente studio dovrebbero essere realizzati artigianalmente e quindi i costi di produzione lieviterebbero notevolmente. Per gli organici sarebbe un'impresa ancora più ardua, dovendo, ad esempio, nel caso di quelli di origine animale alimentare il bovino con un concime marcato per poi ritrovare l'elemento marcato nel residuo da riutilizzare per la produzione del fertilizzante.

Nel corso del progetto Panda (Produzione Agricola nella Difesa dell'Ambiente) finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali ha operato il Nucleo Azoto coordinato da Nannipieri che ha studiato con la tecnica della discriminazione isotopica il bilancio dell'azoto in diversi ambienti pedoclimatici. Osservando i risultati ottenuti [6] appare evidente l'importanza delle caratteristiche fisico-chimiche e

Tabella 3 - Bilancio dell'azoto nei terreni trattati con i formulati in esame delle prove in vaso (% di N).

Tabella 4 - Esperienze di lisciviazione su colonna di sabbia di quarzo*.

FORMULATI	N (NO ₃ +NH ₄ +NO ₂)%	
	1 giorno	5 giorni**
Solfato ammonico	90	100
Urea	0	5
Organici di origine animale	104A	0
	108A	0
Condensati (urea-formaldeide)	101A	5
	109A	0
	109B	0
	109C	Non determinato
Ricoperti	(Zolfo+Polimero) 100A	0
	(Polimero) 102A	20
	(Pol.parz. ricoperto) 103A	5
	(Resina) 107A	0
	(Resina) 107B	0
Inibitore della nitrificazione 105A	10	15

*Va sottolineato che il dato di azoto rilasciato nella prova di lisciviazione su sabbia di quarzo è relativo solo alla somma di azoto nitrico, nitroso ed ammoniacale, senza computare l'azoto ureico solubilizzato tal quale.

**Raggiungimento del plateau.

biologiche del suolo nei confronti dell'efficienza e delle perdite dell'azoto nell'ambiente. Infatti come riportato ad esempio nella Tabella 1 appare evidente il diverso comportamento dell'urea nei due diversi suoli analizzati. Dal frumento era stato asportato rispettivamente il 20 ed il 37% di azoto mentre oltre il 30% dell'azoto somministrato resta nel suolo all'interno del pool dell'azoto organico (stabile + labile). In realtà nel caso di Piedifiume nel suolo si ritrova anche un 21% come ammonio di interstrato, un 4% di azoto immobilizzato dalla biomassa microbica ed un 2% di azoto pool inorganico, quindi il 71% circa dell'azoto somministrato restava nel suolo a disposizione della coltura successiva (Figura 1).

PROVE IN VASO

A risultati non dissimili si è giunti nella prova in vaso condotta nella presente sperimentazione. Infatti analizzando l'azoto minerale lisciviato dai tre diversi terreni nel ciclo autunno-vernino sia per il solfato ammonico sia per l'urea,

ma anche per i diversi formulati, difficilmente viene raccolto nel percolato il 100% di azoto aggiunto. I dati di lisciviazione (Tabelle 2 e 3) apparentemente potrebbero risultare in contraddizione con la fertilità biologica del terreno, in quanto erroneamente si potrebbe ritenere che una dotazione microbica del terreno più elevata, comportando una mineralizzazione più rapida del concime, possa corrispondere ad una più abbondante lisciviazione dell'azoto minerale.

L'assenza di asportazione da parte della coltura si traduce in una maggiore disponibilità dell'elemento per i microrganismi e quanto più questi sono numerosi ed attivi, tanto più l'elemento viene da loro immobilizzato per essere ceduto successivamente per automineralizzazione. Osservando i dati ottenuti nelle prove con urea e solfato ammonico (Tabella 2) si evidenzia che non vi è alcuna differenza nei confronti della modalità di somministrazione (dose unica o frazionata), ovviamente a causa della mancanza della coltura. Utilizzando la medesima chiave di lettura per le tesi concimate con i differenti formulati si possono osservare differenze tra le tipologie di prodotto; infatti i prodotti condensati e gli organici, ad esempio, mostrano una forte influenza della fertilità biologica sulla loro mineralizzazione e, nel terreno ad alta fertilità, i microrganismi immobilizzano una frazione di azoto maggiore rispetto alla media ed alla bassa fertilità. Meno influenzati o influenzati proporzionalmente alle aliquote di azoto prontamente solubili, i concimi ricoperti o con inibitore della nitrificazione ureasi. In assenza di competizione con la pianta i microrganismi del suolo immobilizzano l'azoto che trovano prontamente disponibile, per poi ricederlo nel tempo (priming effect a seguito di una concimazione). Ovviamente andando ad

incrementare il pool dell'azoto organico del suolo, la differenza percentuale sul contenuto di azoto totale del terreno non può subire variazioni significative a seguito di un solo trattamento.

I risultati delle prove in vaso ben si correlano alle prove biochimiche, poiché si evidenzia per organici e condensati la stretta dipendenza della cessione dell'azoto dall'attività microbica del suolo, andamento non ravvisabile per i concimi ricoperti.

Nella prova sul terreno a bassa fertilità, nel percolato non è stato raccolto mai più dell'80% dell'azoto aggiunto nel terreno a bassa fertilità per raggiungere il minimo del 30% nel terreno ad alta fertilità nel caso di urea e solfato ammonico. Stesso tipo di andamento è stato riscontrato per i diversi formulati.

La fertilità biologica comunque ha influenzato maggiormente il comportamento di organici e condensati soprattutto tra alta e bassa fertilità. Confrontando i dati all'interno della stessa tipologia di formulato non si evidenziano particolari differenze tra i vari prodotti analizzati.

ESPERIENZE DI LISCIVIAZIONE SU COLONNE DI SABBIA DI QUARZO

Tale metodo è risultato essere, tra tutti quelli messi a confronto, il meno rispondente in quanto non riesce a discriminare tra le diverse tipologie di fertilizzanti. Osservando la Tabella

Tabella 5 - Estrazione sequenziale % di N ($NO_3+NH_4+NO_2$).

FORMULATI		GIORNI			
		0	10	20	90
Solfato ammonico		90	95	100	100
Urea		90	100	100	100
Organici di origine animale	{ 104A 108A	Non determinata			
CONDENSATI (urea-formaldeide)	{ 101A	80	82	85	88
	{ 109A	30	42	50	58
	{ 109B	38	58	75	95
	{ 109C	Non determinata			
RICOPERTI	{ (Zolfo+Polimero) 100A	20	38	42	60
	{ (Polimero) 102A	30	38	42	58
	{ (Polimero parz. Ricop.) 103A	50	60	78	98
	{ (Resina) 107A	10	18	25	58
	{ (Resina) 107B	10	18	38	62
Inibitore della nitrificazione	105A	Non determinata			

FORMULATI		BASSA FERTILITÀ		MEDIA FERTILITÀ		ALTA FERTILITÀ	
		2	16	2	16	2	16
Settimane		2	16	2	16	2	16
Solfato ammonico		98	100	90	100	98	100
Urea		82	100	90	100	98	100
Organici di origine animale	{ 104A 108A	10	60	18	78	25	85
CONDENSATI (urea-formaldeide)	{ 101A	18	58	20	78	22	80
	{ 109A	15	40	18	58	18	62
	{ 109B	18	58	20	60	20	78
	{ 109C	58	82	58	90	60	100
RICOPERTI	{ (Zolfo+Polimero) 100A	38	60	40	78	58	100
	{ (Polimero) 102A	82	98	90	100	98	100
	{ (Pol.Parz.ricop.) 103A	48	80	45	98	42	98
	{ (Resina) 107A	5	60	15	82	20	100
	{ (Resina) 107B	10	60	35	82	50	100
Inibitore della nitrificazione	105A	80	100	80	100	80	100

4 si vince come per alcuni formulati il complemento a 100 deve essere letto come frazione di azoto ureico non rilevata dall'analisi (si vedano, a titolo di esempio, le risposte ottenute per l'urea ed il solfato ammonico oppure per le uree condensate che rilasciano proprio l'urea). Per i concimi organici invece i bassi valori di azoto rilasciato possono essere spiegati tenendo presente che, non essendo stato innescato alcun processo di mineralizzazione (substrato inerte di sabbia di quarzo), l'azoto resta tutto in forma organica e quindi l'azoto minerale lisciviato risulta estremamente esiguo.

Non sembra dunque che tale metodo possa essere proficuamente utilizzato allo scopo del presente lavoro.

ESPERIENZE DI ESTRAZIONE SEQUENZIALE

Le esperienze di estrazione sequenziale (Tabella 5), metodo per altro proposto in sede Cen per la caratterizzazione dei concimi azotati ricoperti e condensati (ad eccezione dei liquidi) non essendo applicabili ad organici ed a concimi con inibitore della nitrificazione ureasi. Mostrano una diversità di comportamento tra le due categorie condensati e ricoperti differenziando anche i singoli formulati tra loro con percentuali di rilascio incrementate nel tempo.

Prendendo ad esempio i due prodotti condensati 109A e 109B si nota come il B sia un prodotto che rilascia azoto più velocemente del prodotto A.

Nel caso dei ricoperti con membrana, il metodo riesce a discriminare le diverse tipologie di ricopertura. Infatti, com'era da attendersi, il 103A ricoperto parzialmente con membrana polimerica rilascia già dalla prima estrazione il 50% dell'azoto (frazione non ricoperta), mentre la doppia ricopertura rende nel medio periodo il prodotto 100A più lento rispetto al prodotto 102A, quest'ultimo ricoperto unicamente da membrana.

Comportamento analogo mostrano invece i due prodotti ricoperti da resina che rilasciano l'azoto entrambi gradualmente e modulatamente nel tempo.

PROVE BIOCHIMICHE

Le prove biochimiche (Tabella 6) messe a punto specificatamente per i concimi condensati ed organici [7, 8] nonché per la valutazione dell'efficacia dell'inibitore della nitrificazione ureasi [9, 10] sono state adattate anche allo studio dei concimi ricoperti, presentando comunque una serie di problematiche difficilmente risolvibili come, ad esempio, la rappresentatività del campione da addi-

Tabella 6 - Prove biochimiche % di N ($NO_3+NH_4+NO_2$).

	FRAZIONI			
	I	II	III	Altre
Solfato ammonico	90-100%			
Urea	90-100%			
Ric. Polimero	102A 80-100%			
Inibitore	105A 80-100%			
Parz. ricop.	103A 50%	50%		
Condensato (Urea-formaldeide liquida)	109C 60%	30%	10%	
Organico	108A 40%	45%	15%	
Resina	107A 5%	55%	40%	
Resina	107B 10%	50%	40%	
Ric. S+Polimero	100A 40-60%	20%	40-20%*	
Organico	104A 20%	40%	20%	20%
Condensato (Urea-formaldeide scaglie)	101A 20%	38%	20%	22%
Condensato (Urea-formaldeide granulo)	109B 15%	25%	30%	30%
Condensato (Urea-formaldeide granulo)	109A 20%	30%	30%	20%

*Funzione della Fertilità Biologica

zionare al terreno nel caso dei concimi parzialmente ricoperti. Il metodo prevede l'aggiunta di 250 mg di azoto per kg di suolo che dovranno essere addizionati guardando il campione di concime in modo da garantire la massima rappresentatività. Nelle prove ciò è stato realizzato scegliendo granuli della stessa dimensione ed aggiungendoli tal quali.

Tale procedura richiede una accuratezza particolare nella scelta dei granuli perché, se di dimensione diversa, potrebbero subire degradabilità diverse e quindi perdere in rappresentatività. Tali problemi invece non si presentano là dove è possibile aggiungere il formulato anche macinato.

Osservando la Tabella 6 appare evidente l'importanza dei microrganismi nel processo di cessione graduale dell'azoto.

Già analizzando l'andamento delle curve di rilascio per urea e solfato ammonico appare che nella bassa fertilità l'urea nitrifica l'82% sul totale addizionato, a fronte del 90 e del 98% riscontrato nei terreni a media ed alta fertilità nelle prime due settimane, contro il 90% per il solfato ammonico. Un ruolo chiave assume la fertilità biologica in relazione al comportamento degli organici, ove tra il primo ed il secondo rilievo (2- 16 settimane) vi è un incremento del 50% nella mineralizzazione, con un

Tabella 7 - Tipizzazione dei formulati (% N).

15% in più di azoto mineralizzato nel terreno ad alta fertilità rispetto a quello a bassa fertilità. Anche i condensati risentono fortemente della fertilità biologica del suolo con un andamento simile agli organici, raggiungendo però il 100% di mineralizzazione solo nel caso della forma liquida. Di particolare interesse sono le curve di nitrificazione ottenute con l'inibitore della nitrificazione che risulta essere meno efficace nel caso dell'alta fertilità biologica (Figura 2). Infatti, nel terreno di Como, a bassa fertilità, oltre l'80% dell'azoto viene raccolto in forma ammoniacale, mentre nel caso del terreno di Lodi, ad alta fertilità, viene rilevato un 60% di ammonio si ritrova un 40% di nitrato.

CONCLUSIONI

Dall'insieme dei risultati è emerso che i vari formulati sono caratterizzati da diverse frazioni per quanto riguarda la cessione dell'azoto (Tabella 7) che vanno, come era da attendersi, da un'unica frazione per l'urea, il solfato ammonico, il concime con inibitore della nitrificazione ureasi, fino a quattro diverse frazioni per alcuni organici e condensati, spesso funzionali alla fertilità biologica del suolo.

Il comportamento dell'inibitore dell'ureasi in questo contesto non è particolarmente significativo in quanto tale sostanza viene prevalentemente utilizzata per il contenimento della volatilizzazione dell'ammoniaca nei primi 15 giorni dall'applicazione. Relativamente al primo obiettivo del progetto in riferimento alle diverse metodologie messe a confronto, il metodo di estrazione su colonna di sabbia di quarzo non è rispondente ad una tipizzazione dei prodotti, mentre il metodo di estrazione sequenziale è risultato idoneo a caratterizzare ricoperti e condensati solidi, inefficace per organici e inibitori della nitrificazione e condensati liquidi.

Il metodo biochimico si adatta a tutte le casistiche analizzate. Si potrebbe ipotizzare di proporre agli organi competenti per una loro normazione entrambi i metodi di estrazione sequenziale e biochimica con una precisa definizione del campo di applicazione, lasciando ove possibile discrezionalità al produttore.

Relativamente al secondo obiettivo del progetto, in assenza di coltura non è possibile per nessuno dei prodotti in esame parlare di "efficienza agronomica" ed "efficacia ambientale". Ovviamente ogni prodotto una volta tipizzato dovrà essere contestualizzato all'ambiente ed alla coltura per dare il massimo dell'efficienza agronomica ed efficacia ambientale. Per le colture a ciclo breve, ad esempio, prodotti particolarmente lenti nel cedere azoto potrebbero essere inefficienti ed inefficaci. Prodotti a rapida cessione invece mal si adattano ad ambienti continentali piovosi ed a colture che necessitano di un approvvigionamento di azoto graduale e di lungo periodo, quindi da risultare sconsigliati in genere nelle presemine o pretrapianti primaverili. ■



BIBLIOGRAFIA

- [1] S. Dell'Orco, L'Informatore Agrario, 50, supplemento del 19-25/12/2003.
- [2] A. Benedetti, S. Dell'Orco, L'Informatore Agrario 44, supplemento n. 1 del 5/11/2004.
- [3] A. Shaviv, Advances in Agronomy, 2000, 71, 1.
- [4] A.M. Sinopoli "Caratterizzazione biologica di alcuni suoli lombardi e metodi di analisi per concimi "non a pronto effetto". Stesso convegno.
- [5] P. Frangi, G. Amoroso, "I risultati delle prove agronomiche per i concimi non a pronto effetto", Atti Convegno "Tipizzazione del rilascio dei concimi cosiddetti non a pronto effetto: conclusione delle attività", Milano, 25 gennaio 2005.
- [6] P. Nannipieri, L. Falchini et al., Plant and Soil, 1999, 208, 43.
- [7] A. Benedetti, "Fertilità biologica del terreno e concimi a lento effetto", Annali dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, 1984, XII.
- [8] A. Benedetti, F. Alianiello, M.T. Dell'Abate, Proceedings of Symposium on Nitrogen mineralization in agriculture soils held at the Institute for Soil Fertility Reserach, Haren, NL, 19-20 aprile 1993, Ab-Dlo Thema's, Ab Dlo, Haren, 1994, 127.
- [9] M.T. Dell'Abate, O. Micciulla, A. Benedetti, "Efficienza di inibitori della nitrificazione su fertilizzanti inorganici", Atti XV del Convegno Nazionale della Società Italiana di Chimica Agraria, Patron Ed. Bologna, 1998, 81.
- [10] F. Tittarelli, S. Canali et al., "Effetti della Diciandiamide sulla nitrificazione in terreni ammendati con reflui zootecnici", Atti XIII Convegno della Società Italiana di Chimica Agraria, Firenze, Patron Ed. 1995.
- [11] A. Benedetti, P. Sequi, "Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati", Quaderno Panda n. 1, Edagricole, 1995.
- [12] A. Benedetti, P. Sequi, "Guida alla Lettura ed Interpretazione del Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati", Quaderno Panda n. 2, Edagricole, 1995.
- [13] A. Benedetti, "Valutazioni conclusive della sperimentazione relativa al programma di ricerca e prime indicazioni operative", Atti Convegno "Tipizzazione del rilascio dei concimi cosiddetti non a pronto effetto: conclusione delle attività", Milano, 25 gennaio 2005.