

■ DOSI, TIPOLOGIE DI CONGIMI E MODALITÀ DI SOMMINISTRAZIONE

# La concimazione azotata ideale dipende dall'obiettivo produttivo

È solo dopo aver definito quantità e qualità della produzione da ottenere che si può decidere la giusta dose di azoto e il periodo di somministrazione. Ad esempio, distribuire l'azoto tutto in pre-semina è da evitare, meglio somministrare solo la quantità sufficiente per garantire le necessità della coltura fino a inizio primavera

di L. Ercoli, S. Pampana,  
M. Mariotti, A. Masoni

**S**copo della concimazione è quello di fornire al terreno gli elementi nutritivi necessari alle piante per accrescersi e realizzare la loro produzione.

Ottimizzare la concimazione significa far assorbire alla coltura la maggior parte, se non la totalità, dell'elemento nutritivo apportato con il concime. L'obiettivo è quindi di commisurare gli apporti ai reali fabbisogni della coltura, senza incorrere né in sovradosaggi, che, oltre a costituire un costo inutile, potrebbero provocare inquinamento ambientale, né in sottodosaggi, che porterebbero a produzioni ridotte e, nel lungo periodo, a una diminuzione della fertilità del terreno.

In pratica si deve stimare la dose totale di elemento nutritivo da distribuire, si deve decidere se distribuirla in un'unica soluzione o frazionarla, si deve scegliere il momento o i momenti in corrispondenza dei quali effettuare la concimazione e il tipo di concime o, meglio, la forma azotata in esso contenuta, da impiegare in ognuno di essi.

## La dose da distribuire

La dose di azoto da distribuire corrisponde al quantitativo di azoto necessario per ottenere il risultato quantitativo previsto dall'agricoltore in un determinato ambiente pedoclimatico.

Se la coltivazione venisse effettuata in situazioni perfettamente controllate e isolate dall'ambiente esterno, la dose di

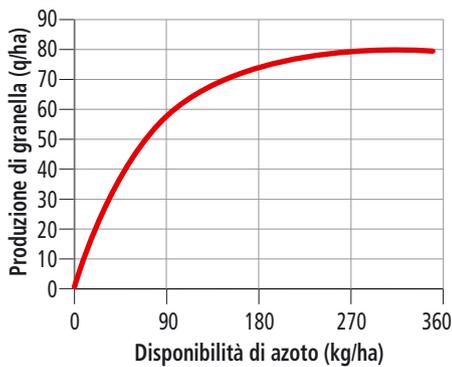
azoto da distribuire corrisponderebbe esattamente alla quantità contenuta nella coltura al momento della raccolta.

In realtà, però, la coltivazione viene effettuata all'interno di un particolare ambiente, con il quale le piante interagiscono strettamente, che può sia cedere che sottrarre loro azoto.

In altre parole, non è detto che tutta la quantità di azoto stimata come necessaria per ottenere una determinata produzione debba essere distribuita con il concime, poiché un certo quantitativo potrebbe derivare dalle piogge, dalla coltura precedente, ecc., ma è anche possibile che se ne debba distribuire una quantità superiore a quella calcolata nei casi in cui l'ambiente sottrae azoto alla coltura, ad esempio attraverso la lisciviazione, l'umificazione, ecc.

Il primo passo per la determinazione della dose da distribuire consiste nell'individuazione della quantità di azoto necessaria perché la coltura possa raggiungere il risultato produttivo che l'agricoltore si prefigge di ottenere, e solo successivamente nella stima delle quantità di azoto che quel particolare ambiente metterà a disposizione e sottrarrà alla disponibilità della coltura.





**GRAFICO 1 - Relazione tra produzione di granella del frumento e disponibilità di azoto per la coltura**

La produzione di granella cresce progressivamente fino a raggiungere una soglia oltre la quale l'impiego di un'ulteriore unità non provoca incrementi produttivi apprezzabili.

### Capire il reale fabbisogno colturale

Il fabbisogno colturale è la quantità di azoto necessaria per ottenere una determinata produzione granellare con un determinato contenuto proteico. Qualunque coltura può fornire una produzione massima, determinata dal suo patrimonio genetico, solo se si trova, in ogni momento del suo ciclo di crescita, in condizioni ottimali per ciascuno dei fattori ambientali e quindi se trova sempre completamente soddisfatte le sue necessità.

Qualsiasi allontanamento dalle condizioni ottimali produrrà una diminuzione di produzione, ed è per questo motivo che nelle diverse situazioni pedoclimatiche si hanno potenzialità produttive diverse.

Inoltre, in ogni combinazione terreno-clima la concimazione azotata può contribuire a far ottenere la produzione più elevata possibile per quella situazione, ma solo a condizione che gli altri fattori siano anch'essi presenti in quantità sufficienti.

Dal punto di vista economico non è scontato che all'agricoltore convenga ottenere questa teorica produzione massima, ma potrebbe avere più convenienza mirare a una produzione più ridotta, che richieda un minor impiego di fattori della produzione.

Per quanto riguarda l'azoto si deve in-

*Indipendentemente dall'obiettivo produttivo, una dose di circa 30 kg/ha in pre-semina sembra sufficiente nella maggior parte dei casi*

fine considerare che, se l'accrescimento della coltura non è limitato da altri fattori, all'aumentare della sua disponibilità la produzione granellare presenta incrementi ponderali progressivamente decrescenti (grafico 1), fino a raggiungere una soglia oltre la quale l'impiego di un'ulteriore unità non provoca incrementi produttivi apprezzabili.

In conclusione, la dose di azoto da distribuire deve essere individuata solo dopo che l'agricoltore ha definito la quantità e la qualità della produzione che in una particolare e precisa situazione ritiene ragionevole poter ottenere.

Individuato l'obiettivo produttivo si potrà calcolare la quantità di azoto necessaria per raggiungerlo (non la dose da distribuire), quantità che corrisponde a quella che sarà contenuta nei diversi organi della

pianta coltivata al momento della raccolta.

Ad esempio, in una coltura di frumento duro che ha fornito una produzione granellare di 50 q/ha, con un contenuto proteico della granella del 13%, sono contenuti poco più di 160 kg di azoto (tabelle 1 e 2).

### Importante considerare gli apporti ambientali...

**Precipitazioni atmosferiche.** La quantità di azoto apportata con la pioggia presenta forti variazioni sia geografiche, sia durante l'arco dell'anno, con valori generalmente più elevati al Nord (maggiori precipitazioni e concentrazioni di N più elevate) e più ridotti nel

#### TABELLA 1 - Quantificazione dell'azoto (Fc) necessario per ottenere un determinato obiettivo produttivo

Dato un obiettivo produttivo che prevede una produzione granellare (G) di 50 q/ha con un contenuto di proteine del 13%, il calcolo della quantità di azoto utilizzata dalla coltura è il seguente:

biomassa aerea (B) =  $G/\text{Harvest Index} = 50/0,4 = 125$  q/ha;  
radici (R) =  $B \times 0,15 = 125 \times 0,15 = 19$  q/ha;  
parte vegetativa (culmi + foglie + radici) (V) =  $B + R - G = 125 + 19 - 50 = 94$  q/ha

Dato che nella granella del frumento il rapporto proteine/azoto è pari a 5,7, a un contenuto proteico del 13% corrisponde un contenuto percentuale di azoto nella granella (Ng) di circa 2,3. Il contenuto percentuale di azoto della parte vegetativa (Nv) si considera mediamente pari a 0,5. Per cui:

contenuto di azoto della granella (NUg) =  $G \times Ng = 50 \times 0,023 = 115$  kg/ha;  
contenuto di azoto della parte vegetativa (NUv) =  $V \times Nv = 94 \times 0,005 = 47$  kg/ha;  
quantità di azoto utilizzata dalla coltura (Fc) =  $NUg + NUv = 115 + 47 = 162$  kg/ha

Nella tabella 2 sono riportate, calcolate come sopra descritto, le quantità di N utilizzate dal frumento con diversi obiettivi produttivi.

periodo estivo. La variabilità è tale da rendere estremamente difficile una generalizzazione, ma comunque in Italia per l'intero ciclo colturale del frumento si può stimare un apporto di azoto con le precipitazioni atmosferiche pari a 30 kg/ha nelle zone settentrionali, a 20 kg/ha nelle centrali e a 10 kg/ha in quelle meridionali.

**Mineralizzazione della sostanza organica.** In Italia il contenuto di azoto del terreno varia tra lo 0,05% e lo 0,2%, valori a cui, considerando uno strato di terreno di 30 cm di profondità, corrispondono quantità di N pari a 1.950 e 7.800 kg/ha, e cioè quantità decisamente più elevate di quelle necessarie per la coltivazione del frumento.

Circa il 98% di queste quantità, però, è contenuto nella sostanza organica del terreno (humus) e non è assorbibile dalle piante. La sostanza organica viene comunque progressivamente decomposta ad opera di microrganismi e agenti

#### TABELLA 2 - Quantità di azoto utilizzata dal frumento per diversi obiettivi produttivi

Produzione di granella (q/ha)	Contenuto di proteine nella granella (%)				
	11	12	13	14	15
	Azoto utilizzato (kg/ha)				
20	54	59	64	71	78
30	80	88	97	106	117
40	107	117	129	142	156
50	134	147	162	177	195
60	161	176	193	213	234
70	188	205	225	248	273
80	214	234	257	283	313

In una coltura di frumento duro che ha fornito una produzione granellare di 50 q/ha con un contenuto proteico della granella del 13% sono contenuti poco più di 160 kg/ha di azoto.

## Come calcolare la dose di azoto

L'individuazione della dose di concime azotato da distribuire si basa sull'eguaglianza:

dose (D) = fabbisogno colturale (Fc) – apporti ambientali (E) + asportazioni ambientali (U) e più dettagliatamente:

$$D = Fc - (P+M+Cp) + (L+V+De+Um)$$

dove:

Fc è il fabbisogno colturale e cioè l'azoto utilizzato dalla coltura;

E rappresenta la quantità di azoto che potrà essere utilizzata dalla coltura ma che non è distribuita con il concime e che deriva da:

- precipitazioni atmosferiche (P);
- mineralizzazione della sostanza organica del terreno (M);
- apporti derivanti dalla coltura precedente (Cp);

U rappresenta la quantità di N che l'ambiente sottrae alla possibile utilizzazione da parte delle piante mediante:

- lisciviazione (L);
- volatilizzazione (V);
- denitrificazione (De);
- umificazione (Um).

atmosferici, e l'azoto che contiene viene trasformato in forma minerale, assorbibile dalle piante.

Questo complesso insieme di processi, chiamato mineralizzazione della sostanza organica, può liberare, ogni anno, dal 3%, nei climi più caldi e con terreni sabbiosi, all'1%, nei climi più temperati e con terreni argillosi, dell'azoto che sempre in uno strato di terreno di 30 cm vengono liberati 40-80 kg/ha di azoto.

È bene precisare, però, che in condizioni standard l'agricoltore non deve far conto su questa quantità di N per ridurre la dose di concimazione, perché la sua utilizzazione impedirebbe la formazione di nuovo humus, anch'essa operata dai microrganismi attraverso il processo di umificazione, riducendo progressivamente la fertilità del terreno.

**Precessione colturale.** Una certa quantità di azoto può derivare dalla coltura precedente in conseguenza o delle caratteristiche della coltura stessa (leguminose) o della con-



Frumento tenero in levata: in questa fase del ciclo la coltura ha assorbito circa 30 kg/ha di azoto

cimazione organica a essa effettuata.

Le specie leguminose riescono a fissare, grazie ai batteri simbiotici, elevate quantità di azoto che in parte rimangono nelle radici ed entrano nel ciclo della sostanza organica del terreno. È difficile fornire un valore preciso della quantità di azoto che le singole specie leguminose possono lasciare nel terreno in forma assimilabile per le colture che le seguono nell'avvicendamento, comunque mediamente si può stimare che questa quantità ammonti a circa 30 kg/ha, per le specie leguminose poliennali, e a 20 kg/ha per quelle annuali.

Una certa quantità di azoto può anche derivare dalle concimazioni organiche effettuate negli anni precedenti.

Anche in questo caso, infatti, l'azoto è contenuto nella sostanza organica e prima di poter essere utilizzato questa deve essere demolita, cosa che richiede del tempo per cui l'azoto contenuto nei concimi organici viene parzialmente messo a disposizione anche delle colture successive a quella alla quale viene distribuito.

Nella *tabella 3* viene riportata per alcuni concimi organici la liberazione nel tempo dell'azoto in essi contenuto. Ad esempio nel caso di una coltura di frumento in successione al mais a cui erano stati distribuiti 30 t/ha di letame si può ipotizzare una disponibilità di azoto, dal letame, pari a poco più di 30 kg/ha.

### ...e le sottrazioni ambientali

**Lisciviazione.** La lisciviazione è il movimento dell'azoto a opera delle acque di percolazione lungo il profilo del suolo fino a oltrepassare lo strato interessato dall'apparato radicale delle piante.

In conseguenza della lisciviazione, l'azoto viene sottratto all'utilizzazione

da parte delle colture e rappresenta una perdita sia nutrizionale che economica.

Normalmente la lisciviazione interessa la forma nitrica, sebbene nei suoli sabbiosi possa interessare anche la forma ammoniacale. L'acqua costituisce il veicolo mediante il quale l'azoto nitrico si sposta nel terreno e la lisciviazione dell'azoto è, quindi, un fenomeno che, a parità di nitrati presenti nel terreno, è strettamente dipendente dal suo bilancio idrico.

L'entità delle perdite è legata alle caratteristiche climatiche, con particolare riferimento all'entità e alla distribuzione delle piogge, alle caratteristiche chimico-fisiche del terreno, alla quantità di fertilizzante azotato distribuita e all'epoca della distribuzione. Le maggiori perdite di azoto per lisciviazione si verificano nei periodi in cui le precipitazioni sono elevate e l'evapotraspirazione e l'assorbimento di azoto da parte delle piante sono minimi, ossia durante l'autunno e l'inverno.

È bene precisare che la lisciviazione dell'azoto è un fenomeno non elimina-

**TABELLA 3 - Disponibilità nel tempo dell'azoto contenuto in alcuni concimi organici (\*)**

Concime organico	N minerale	N liberato		N residuale
		1° anno	2° anno	
Letame bovino	10	20	20	50
Liquame-letame bovino	30	30	–	40
Liquame suino	60	20	–	20
Pollina	70	20	–	10

(\*) Percentuale del contenuto al momento della distribuzione.

L'azoto minerale è la quota prontamente disponibile; l'azoto liberato è la quota che si rende disponibile nel primo e nel secondo anno dalla distribuzione attraverso i processi di attacco microbico; l'azoto residuale è la quota che verrà immobilizzata nell'humus.

bile, che si verifica anche in assenza di concimazione azotata, in quanto un certo quantitativo di nitrati viene prodotto, naturalmente, dalla mineralizzazione della sostanza organica in qualsiasi terreno.

Un terreno di medio impasto tendente all'argilloso, ben dotato di sostanza organica, può perdere, durante il periodo interessato da una coltura di frumento, più di 40 kg/ha di azoto, che scendono a 20 kg/ha in un terreno sciolto e povero di sostanza organica. La concimazione azotata può aumentare anche di molto questi valori, così come può lasciarli invariati in dipendenza delle modalità con cui viene effettuata.

La lisciviazione rappresenta la principale, se non l'unica, asportazione di azoto operata dall'ambiente.

**Volatilizzazione.** La volatilizzazione dell'azoto si verifica quando nel terreno si forma ammoniaca gassosa. Il tasso del fenomeno dipende dal livello di umidità, dalla temperatura e dal pH del terreno.

La volatilizzazione può assumere qualche rilievo soltanto nei terreni a reazione alcalina, quando la loro temperatura raggiunge i 30° C e dove l'ammoniaca o le fonti di essa (urea e solfato ammonico fra i concimi) sono applicate senza interrimento e in quantità eccedenti la capacità di assorbimento colloidale del terreno.

**Denitrificazione.** La denitrificazione consiste nella progressiva riduzione dei nitrati in composti gassosi, come il protossido d'azoto e l'azoto molecolare, che passano nell'atmosfera.

L'azoto perduto per denitrificazione nei suoli agrari italiani, salvo casi molto particolari quali le risaie, non sembra raggiungere livelli particolarmente consistenti e può essere stimato intorno a 1-5 kg/ha per anno.

**Umificazione.** L'umificazione è la trasformazione della sostanza organica in humus, trasformazione che avviene all'interno del terreno a opera dei microrganismi.

È un processo che richiede azoto che, quando non è sufficientemente presente nella sostanza organica da umificare, i microrganismi prendono dal terreno sottraendolo alla disponibilità della coltura.

Se nel tempo, per non diminuire la fertilità, il contenuto di humus del terreno deve rimanere invariato, l'umificazione deve avere lo stesso valore della mineralizzazione ed è necessario apportare materiali organici (residui colturali o concimi)

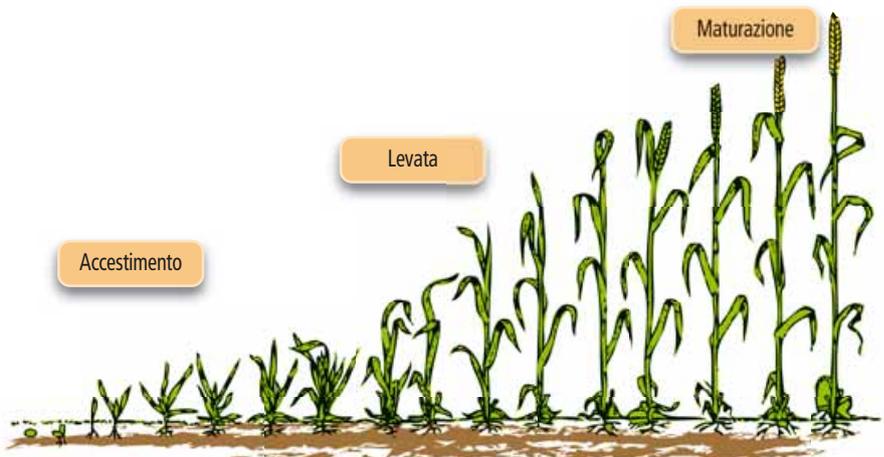


FIGURA 1 - Ciclo di crescita del frumento

Per quanto riguarda la concimazione azotata, il ciclo del frumento può essere suddiviso in tre fasi (dalla semina all'inizio della levata, dall'inizio della levata alla fioritura, dalla fioritura alla raccolta) durante le quali la richiesta dell'elemento da parte delle piante varia ampiamente.

mi) in quantità sufficiente a ripristinare la quota di humus e quindi di azoto organico del terreno.

### Definire al meglio l'epoca di distribuzione

Una volta calcolata la dose da distribuire è necessario definire quando distribuirla.

Teoricamente la distribuzione può essere effettuata in un'unica o in più soluzioni, cioè frazionandola.

La scelta dell'epoca ottimale della o delle distribuzioni deve essere individuata in funzione della fisiologia della specie coltivata e dell'andamento climatico della zona in cui si opera, in quanto è basata sul ritmo di assorbimento da parte della coltura e sul comportamento dell'azoto nel terreno e in particolare sull'entità delle perdite per lisciviazione.

Per quanto riguarda la concimazione azotata, il ciclo del frumento può essere suddiviso in 3 fasi (dalla semina all'inizio della levata, dall'inizio della levata alla fioritura, dalla fioritura alla raccolta), durante le quali la richiesta dell'elemento da parte delle piante varia ampiamente (figura 1).

Nella prima, che generalmente si svolge durante il periodo autunnale e invernale, l'accrescimento del frumento e il suo assorbimento di elementi nutritivi sono sempre molto ridotti e si può stimare che la quantità di azoto assorbita ammonti a meno del 20% della quantità totale.

In pratica ipotizzando una richiesta to-

tale di azoto di 160 kg/ha, solo 30 kg/ha vengono assorbiti prima dell'inizio della levata.

Peraltro, durante questa fase si verificano forti precipitazioni e ridotta evapotraspirazione della coltura, che portano a un elevato movimento dell'acqua nel terreno con una maggiore probabilità di avere perdite di azoto per lisciviazione.

Ne consegue che prima dell'inizio della levata la quantità di azoto da distribuire deve essere sempre la più ridotta possibile, sebbene non azzerata in quanto in questo periodo la disponibilità di azoto influenza la formazione della spiga.

### Tanti tipi di concime, quale impiegare?

I concimi azotati possono essere raggruppati nei seguenti 5 gruppi sulla base della forma chimica dell'azoto che contengono.

**Concimi nitrici.** Contengono azoto in forma nitrica, che è quella che viene assorbita dalle piante. I nitrati, però, non vengono trattenuti dal potere assorbente del terreno per cui risultano soggetti a dilavamento. Hanno una elevata prontezza di azione.

**Concimi ammoniacali.** Contengono azoto in forma ammoniacale. Lo ione ammonio viene sottoposto a nitrificazione a opera dei microrganismi del terreno e viene trattenuto dai colloidali del suolo. Hanno una ridotta prontezza di azione e non sono quasi per niente lisciviabili.

**Concimi nitroammoniacali.** Pre-

sentano caratteristiche comuni ai due gruppi precedenti.

**Concimi organici.** Presentano caratteristiche simili ai composti ammoniacali, non sono lisciviabili e non hanno prontezza d'azione.

**Concimi a lento effetto e a rilascio controllato.** Sono prodotti poco solubili o rivestiti con membrane di varia natura in grado di liberare gradualmente nel tempo l'azoto che contengono. In genere un concime a lento effetto si basa sulla relativa insolubilità in acqua del composto chimico che contiene, mentre un concime a rilascio controllato è rivestito o incapsulato con prodotti a lenta solubilità.

La forma chimica dell'azoto nel concime è determinante per ridurre le uscite dal terreno, in particolare di quelle per lisciviazione, e per far corrispondere il più possibile le necessità della coltura con la disponibilità di azoto.

Si ricorda che le piante assorbono quasi esclusivamente la forma nitrica e che la forma organica deve essere trasformata nella forma ammoniacale e questa nella forma nitrica prima che le piante possano assorbirne l'azoto, processi che richiedono un certo tempo generalmente dipendente dalla temperatura (tabella 4).

Si ricorda anche che viene perduta per lisciviazione quasi esclusivamente la forma nitrica.

Da quanto sopra emerge che i concimi nitrici o nitroammoniacali devono essere utilizzati esclusivamente nelle situazioni in cui si ha un rapido accrescimento delle piante e, se possibile, con ridotte precipitazioni, mentre nei casi in cui l'accrescimento è ridotto o c'è un elevato rischio che nei giorni successivi alla concimazione si verifichino delle precipitazioni si deve utilizzare la forma ammoniacale.

### Due casi pratici

La formulazione di un piano di concimazione azotata per il frumento non è generalizzabile in quanto dose, frazionamento, epoca di distribuzione e tipo di concime sono tutti legati alle condizioni pedoclimatiche della zona di coltivazione e soprattutto alla potenzialità produttiva e al rischio di avere perdite per lisciviazione.

Basti pensare alla enorme variabilità produttiva del frumento nelle diverse regioni italiane per capire che una singola formula di concimazione adatta a tutte le situazioni non può esistere, ma

**TABELLA 4 - Forme chimiche dell'azoto maggiormente presenti nel terreno e nei concimi**

Forma chimica	Caratteristiche
Azoto ammoniacale (N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	è assorbito dalle piante solo in casi particolari; è trattenuto dal potere assorbente del terreno e non viene lisciviato; è legato alla sostanza organica e alle argille del terreno.
Azoto nitrico (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	è la forma che viene assorbita dalle piante; non è trattenuto dal potere assorbente del terreno; è solubilissimo in acqua ed è disciolto nella soluzione circolante nel terreno; è facilmente lisciviabile.
Azoto organico (N-NH <sub>2</sub> )	è contenuto nella sostanza organica del terreno; non è direttamente utilizzabile dalle piante ma viene lentamente reso disponibile attraverso il processo di mineralizzazione.

esistono «soltanto» dei principi da seguire per l'individuazione di ciascuno dei parametri sopra indicati.

A titolo di esempio riportiamo due situazioni «limite», soprattutto per quanto riguarda il frazionamento della dose da distribuire, l'epoca della distribuzione e la forma chimica del concime da utilizzare.

Per quanto riguarda la dose, questa è infatti dipendente solo dagli obiettivi produttivi dell'agricoltore e in tabella 5 è riportato un esempio di definizione della dose mediante la stima degli apporti e delle asportazioni ambientali.

I due casi a cui facciamo riferimento sono differenziati soltanto dalla probabilità di pioggia nel mese successivo all'inizio della fase di levata (che in media ha una lunghezza di 45 giorni) e precisamente ridotta nel primo (come in molte zone meridionali) ed elevata nel secondo (come in molte zone del Centro-nord Italia).

In entrambi i casi la distribuzione del-

l'azoto completamente in presemina è da evitarsi (si verificherebbero forti perdite per lisciviazione durante l'inverno), ma in questo momento occorre distribuire soltanto una quantità sufficiente per garantire le necessità della coltura fino all'inizio della levata (inizio primavera).

Indipendentemente dall'obiettivo produttivo, una dose di circa 30 kg/ha in presemina sembra sufficiente nella maggior parte dei casi, distribuzione che dovrebbe inoltre essere effettuata utilizzando concimi ammoniacali o a lento effetto.

Il frazionamento deve poi prevedere 1 o 2 interventi in copertura.

Nel primo caso, ridotta probabilità di pioggia, si consiglia di aspettare la formazione del 1° nodo sul culmo principale e distribuire o l'intero quantitativo restante, sempre sotto forma di azoto ammoniacale, o frazionare ancora in due interventi di pari entità: il primo alla comparsa del 1° nodo, con azoto ammoniacale, e il secondo circa due settimane dopo, con azoto nitrico. Nel secondo caso invece, elevata probabilità di pioggia, la distribuzione del concime azotato in fase di levata può essere impossibile, in quanto le piogge impediscono l'accesso ai campi coltivati.

In questo caso la distribuzione della dose prevista in copertura deve essere a sua volta suddivisa in due parti: la prima, con circa la metà del quantitativo, da effettuare nel mese precedente al probabile inizio della fase di levata (o anche prima se indispensabile), utilizzando concimi ammoniacali o a lento effetto, e la seconda, con la quantità restante, da effettuare circa 15-30 giorni dopo l'inizio della fase di levata, con azoto nitrico.

• Laura Ercoli

Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa  
ercoli@sssups.it

Silvia Pampana, Marco Mariotti  
Alessandro Masoni

Dipartimento di agronomia e gestione dell'agroecosistema, Università di Pisa

**TABELLA 5 - Esempio di individuazione della dose di azoto da distribuire**

Voce del bilancio	Azoto (kg/ha)	
	apportato (E)	asportato (U)
Mineralizzazione della sostanza organica	-	-
Precipitazioni atmosferiche	20	-
Precessione colturale (erba medica)	30	-
Denitrificazione	-	5
Volatilizzazione	-	-
Lisciviazione	-	30
<b>Totale</b>	<b>50</b>	<b>35</b>

Obiettivo produttivo: 50 q/ha di granella con il 13% di proteine; azoto utilizzato dalla coltura per raggiungere l'obiettivo (Fc) = 162 kg/ha; dose di azoto da distribuire (D) = Fc - E + U = 162 - 50 + 35 = 147 kg/ha.