

**Amministrazione Provinciale di Sondrio**  
Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca



# **INDICAZIONI PER LA CONCIMAZIONE MINERALE DEI PRATI DI FONDOVALLE IN PROVINCIA DI SONDRIO**

**FAUSTO GUSMEROLI  
CARLA GIANONCELLI  
GIAMPAOLO DELLA MARIANNA**

Fondazione Fojanini di Studi Superiori - Sondrio



## PRESENTAZIONE

*Allorché sei anni or sono si costituì presso la Fondazione Fojanini la sezione sperimentale di foraggicoltura venne stilato un programma di lavoro che aveva come obiettivo principale quello di individuare possibili soluzioni al problema, comune un po' a tutta la zootecnia dell'arco alpino, dell'insufficiente disponibilità di alimenti per il bestiame.*

*Con l'eccessiva frammentazione fondiaria è infatti questa la causa prima della scarsa redditività dell'allevamento.*

*Stime indicative quantificano in 12 miliardi di lire la cifra globale che gli allevatori della provincia devono annualmente sborsare per l'acquisto di alimenti sui mercati esterni. Una somma modesta, se si vuole, ma non trascurabile se rapportata ai 120 miliardi di Produzione lorda vendibile zootecnica.*

*Tra le soluzioni allora prospettate venne data la precedenza alla pratica della concimazione che alla semplicità di esecuzione unisce il vantaggio, importante nel contesto montano, di non richiedere la rottura dei cotici, operazione non agevole sui suoli in declivio. Si diede pertanto corso ad alcune prove sperimentali i cui risultati pratici, con il relativo commento, costituiscono appunto l'oggetto del presente elaborato.*

*Lodevole, ci pare, lo sforzo compiuto dagli estensori di sintetizzare, per quanto consentito dalla complessità della materia, una mole ragguardevole di numeri e concetti in pochi e chiari messaggi, arricchiti da una grafica di immediata lettura.*

*Siamo certi che gli agricoltori sapranno apprezzare la serietà e l'utilità del lavoro.*

*I tecnici della Fondazione sono, come sempre, a disposizione per eventuali approfondimenti e consigli.*

Enzo Della Briotta

Assessore Provinciale Agricoltura Caccia e Pesca

# INTRODUZIONE

Alla fertilizzazione minerale si riconosce grande efficacia nel migliorare la produttività del prato, sia sotto l'aspetto più propriamente quantitativo, sia sotto quello della qualità dei raccolti. Non diversamente da qualsiasi altra coltura agraria è tuttavia estremamente importante il modo in cui la concimazione viene praticata, in particolare per quanto attiene alle dosi ed al tipo di prodotto impiegato.

Allo scopo di fornire agli agricoltori indicazioni rigorose e puntuali al riguardo, la Fondazione Fojanini di Studi Superiori di Sondrio ha realizzato negli anni 1989-1993 quattro prove sperimentali presso aziende ubicate nei Comuni di Ardenno, Berbenno, Cedrasco e Colorina. Si sono valutate le possibilità ed i criteri di applicazione delle fertilizzazioni azotate e fosfatiche nel contesto dei prati stabili di fondovalle della provincia.

Sono state oggetto di studio, oltre alle rese, le implicazioni sugli equilibri floristici e sulla qualità nutrizionale dei raccolti. Per questo secondo aspetto l'indagine si è rivolta a due parametri che nell'ambito del razionamento delle lattifere sono di problematica copertura, vale a dire fosforo e azoto. Ciò ha anche consentito di calcolare le asportazioni dei due principi dal suolo e di stimare il potenziale effetto inquinante della concimazione azotata.

Si sono inoltre controllati i pH del terreno ed i contenuti in fosforo assimilabile, allo scopo di verificare da un lato l'azione della concimazione azotata, dall'altro i dinamismi del fosforo.

Il potassio non è stato preso in considerazione in quanto, come attestato da numerosi lavori, dotato di un'azione trascurabile rispetto agli altri due nutrienti.

# RISULTATI SPERIMENTALI

## La risposta produttiva

Nei grafici 1 e 2 (pag. 11) vengono riassunti i risultati in termini di produzione media annua in sostanza secca ottenuti nelle quattro prove.

Come si nota, entrambi gli elementi nutritivi incrementano le rese, ma in misura diversa da una località all'altra.

Per l'azoto si può rilevare che:

- l'attività tende a mantenersi costante fino alle dosi massime saggiate;
- il rendimento oscilla notevolmente: da un minimo di 8.4 kg di s.s. per unità di elemento (Berbenno), ad un massimo di 20,4 kg (Cedrasco);
- tale variabilità dipende dalla disponibilità idrica nei mesi estivi (la forte siccità ostacola l'accrescimento vegetativo), dalle riserve di fosforo del terreno (se insufficienti divengono il fattore limitante la produzione), dalla capacità di questo di mobilitare le scorte naturali di azoto (può rendere inutili ulteriori apporti) e dal livello di acidità (se eccessivo riduce l'assorbimento del nutriente).

Per il fosforo si osserva invece che:

- la spinta produttiva media annua fornita da 100 kg di anidride fosforica varia da 1.18 t/ha di s.s. (Cedrasco) a 4.58 (Ardenno), equivalenti in termini relativi nell'ordine al 10.7 e 34.2%;
- la vegetazione inizia a reagire agli apporti allorché la dotazione fosfatica del terreno scende al di sotto della soglia delle 20 ppm (mg/kg) di anidride fosforica assimilabile;
- processi di insolubilizzazione del concime ed altri fattori legati al clima ed al suolo vanno ad interferire con l'attività del fertilizzante;
- la compresenza di somministrazioni azotate può dare luogo a semplice addizione degli effetti o, più frequentemente, esaltarne reciprocamente l'azione. Così, la combinazione di 300 unità di azoto e 100 di anidride fosforica induce in un caso (Cedrasco) incrementi medi annui di resa di 4.77 t/ha (49.8%); nell'altro (Ardenno) di 8.90 (77.1%).

## La risposta qualitativa

Rispetto alla composizione floristica dei raccolti la concimazione evidenzia grande incisività. Dai diagrammi 3 e 4 (pag. 12) si deduce che è soprattutto l'azoto a contrastare la presenza delle specie meno pregiate o infestanti (Altre). Ciò si prospetta distintamente già a dosaggi di 100 kg/ha, ma diviene molto marcato con applicazioni più massicce. Il fenomeno, conseguenza della forte espansione delle specie graminacee che tendono a colonizzare la superficie, soffocando le altre piante, è per altro ostacolato dalle carenze di fosforo nel substrato. In tale circostanza anche la concimazione fosfatica viene a recitare un ruolo non secondario.

All'affermazione delle graminacee si accompagnano due mutamenti negativi: il primo consiste nella riduzione, fino agli estremi, della componente leguminosa che trova una parziale protezione nelle somministrazioni fosfatiche; il secondo in

diradamenti del manto erboso, con comparsa di areole di terreno nudo. Quest'ultimo inconveniente assume proporzioni vistose e deleterie in corrispondenza di elevati apporti di azoto, terreni acidi e deficienze idriche.

Sui tenori in fosforo del foraggio (grafici 5 e 6 a pag. 13), evidente e ben caratterizzata, pur con qualche differenziazione tra i tagli, è l'azione positiva della fosfatazione. In associazione con 100 kg di azoto essa si concretizza in un raddoppio medio dei contenuti fosfatici. Altrettanto netto e generalizzabile è l'opposto effetto di diluizione indotto da apporti azotati superiori.

Meno univoci e dunque di minor valore predittivo gli esiti relativi ai tenori proteici (grafici 7 e 8 a pag. 14). L'unico elemento di certezza si identifica con l'assenza di significativa attività da parte della concimazione fosfatica. Per il resto, chiara è la contrapposizione tra le esperienze: ad Ardenno i 200 kg di azoto applicato vengono in pratica destinati a soli scopi quantitativi; a Cedrasco si profila invece, nei primi tre tagli, anche una risposta di tipo qualitativo, stimabile in media in incrementi proteici di 1.5-2 punti percentuali. Il fatto è ovviamente da collegare agli inferiori livelli produttivi di questa località.

## **Effetti sul terreno**

Gli spargimenti di solfato ammonico sui terreni determinano perdite di calcio per lisciviazione in ragione di 45 kg per quintale di concime. Qualora le scorte di calcare fossero trascurabili ciò può innescare o accelerare processi di acidificazione. Come illustrato nel grafico 9 (pag. 15), è quanto delineatosi nella prova di Cedrasco. L'acidificazione qui cresce di intensità all'aumentare degli apporti di azoto: la progressione si stabilisce in -0.2, -0.54 e -0.76 unità di pH. Poiché all'inizio della prova l'indice era di 6.10, superiore cioè di 0.46 unità al valore finale del testimone, si ricava che nel quinquennio si è pure verificata una decalcificazione spontanea, attestazione della vulnerabilità del substrato. Nella media, le parcelle trattate col concime vengono così a collocarsi o in prossimità o entro la categoria dei suoli iperacidi, al limite per l'attività radicale delle graminacee buone foraggere. Ad Ardenno, una discreta dotazione calcarea è viceversa sufficiente ad evitare il fenomeno degenerativo.

Per quanto concerne i contenuti di fosforo assimilabile (grafico 10 a pag. 15), tangibile è l'effetto della fertilizzazione fosfatica. Le 100 unità di anidride elargite compensano abbondantemente le asportazioni operate con i raccolti, innalzando il corredo della matrice dalle primordiali 20 ppm a 61.8 a Cedrasco e da 27 a 28.2 ad Ardenno. Ove non si è concimato le concentrazioni calano rispettivamente di 3.7 e 10.9 ppm.

Le divergenze tra le due esperienze si giustificano sia con i diversi livelli produttivi (superiori ad Ardenno), sia con una differente accentuazione dei meccanismi di insolubilizzazione (sempre superiori ad Ardenno).

## **L'impatto ambientale**

Mentre la concimazione fosfatica non comporta alcun rischio per l'ambiente, in quanto il fosforo viene in qualche modo immobilizzato nel terreno, le applicazioni azotate possono invece contaminare l'atmosfera e le acque che ruscellano in superficie o drenano nel profilo. Adottando formulati, dosi e tecniche opportune è per altro possibile limitare al minimo le dispersioni.

Il diagramma 11 (pag. 16) documenta circa le quantità medie annue di azoto somministrato non asportate con i raccolti, quantità in parte assunte nelle strutture

radicali e nei colletti delle piante, in parte intrappolate nel terreno e in parte veicolabili all'esterno. Tre le considerazioni che si possono fare:

- fino a dosaggi di 200 kg/ha e, visti i risultati produttivi, fino verosimilmente ai 300 kg, la concimazione azotata può ritenersi ben compatibile con le esigenze di tutela ambientale;
- ciò è reso possibile da un frazionamento degli apporti che segue da presso i ritmi di assorbimento della vegetazione;
- laddove il suolo è povero di fosforo, fondamentali risultano gli arricchimenti fosfatici che sollecitano l'assunzione dell'azoto nelle piante.

### Rendiconto economico

Ponendo un costo del concime azotato (solfato ammonico) di L. 20.000 al quintale, di quello fosfatico (superfosfato) di L. 37.000 ed un valore del foraggio di L. 23.500 per quintale di s.s. (corrispondente all'incirca ad un valore del fieno di L. 20.000 al quintale), ipotizzando che i miglioramenti qualitativi compensino le spese di distribuzione si vengono a definire i seguenti bilanci economici:

TESI	COSTO CONCIME L./ha	INCREMENTO PRODUTTIVO				GUADAGNO	
		Q.li/ha anno		L./ha anno		L./ ha anno	
		Ced.	Ard.	Ced.	Ard.	Ced.	Ard.
N=0; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =100	80 500	1.8	44.3	42 300	1 041 050	(38 200)	960 550
N=100; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =0	95 250	0.2	21.4	4 700	502 900	(90 550)	407 650
N=100; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =100	175 750	15.4	52.7	361 900	1 238 450	186 150	1 062 700
N=200; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =0	190 500	23.4	21.4	549 900	502 900	359 400	312 400
N=200; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =100	271 000	40.9	70.3	961 150	1 652 050	690 150	1.381 050
N=300; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =0	285 700	35.7	30.3	838 950	712 050	553 250	426 350
N=300; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =100	366 200	47.7	89.0	1 120 950	2 091 500	754 750	1 725 300

TESI	COSTO CONCIME L./ha	INCREMENTO PRODUTTIVO				GUADAGNO	
		Q.li/ha anno		L./ha anno		L./ ha anno	
		Berb.	Color.	Berb.	Color.	Berb.	Color.
N = 100	95 250	1.5	9.5	35 955	223 250	(59 295)	128 000
N = 130	123 800	7.1	14.2	167 320	333 700	43 520	209 900
N = 160	152 400	10.4	21.5	244 870	505 250	92 470	352 850
N = 190	180 950	25.9	28.0	372 945	658 000	191 995	477 050
N = 220	209 500	13.7	32.0	321 480	752 000	111 980	542 500

(I valori tra parentesi indicano perdita)

In determinate situazioni e quando attuati in modo razionale, gli interventi fertilizzanti si traducono quindi in straordinari ritorni economici. In altri contesti, invece, i margini di guadagno sono più modesti: si tratta delle realtà in cui, come anzi riferito, livelli produttivi già naturalmente elevatissimi, condizioni di spiccata acidità del suolo, carenze di altri principi nutritivi o siccità deprimono l'azione dei concimi.

## CONSEGUENZE PRATICHE

Le esperienze condotte consentono di proporre alcune raccomandazioni utili per impostare gli interventi di concimazione sulle cotiche erbose permanenti o di antica costituzione del fondovalle Valtellinese e Valchiavennasco. Le aree interessate comprendono le superfici a prato dislocate dalle quote altimetriche inferiori sino ai 500-600 m s.l.m., ossia nel territorio evidenziato nella mappa a pag. 8-9.

### Concimazione azotata

La concimazione azotata va calibrata sulle potenzialità produttive del prato, a loro volta funzione delle disponibilità idriche nel periodo estivo.

Le dosi potranno oscillare da un minimo di 150 unità/ha nei comprensori più difficili fino ad un massimo di 300 in quelli più vocati. Allo scopo di premunirsi verso eccessivi rischi di inquinamento ambientale e fenomeni di dirado dei cotici è tuttavia consigliabile non superare le 250 unità.

Perché il fertilizzante possa esprimere compiutamente la propria azione sono indispensabili due condizioni:

- l'acidità del terreno non sia eccessiva (pH non inferiore a 5.5)
- non vi siano gravi carenze di fosforo (anidride fosforica assimilabile non inferiore a 20 ppm).

Detti vincoli possono essere valutati con precisione solamente ricorrendo ad analisi di laboratorio; dimostrazioni pratiche in campo possono per altro essere altrettanto valide. I controlli andrebbero effettuati con una certa periodicità, specialmente nelle situazioni limite. Eventuali deficienze vanno corrette mediante opportuni arricchimenti (calcitazioni e fosfatazioni).

Circa i prodotti da impiegare, si deve escludere la calciocianammide (tossica e caustica) e si sconsiglia l'urea (perdite di volatilizzazione). Restrizioni vanno altresì poste per il solfato ammonico nei substrati alcalini (perdite di volatilizzazione) e per i nitrati in quelli molto leggeri e soggetti a ristagni idrici (perdite per dilavamento e denitrificazione).

Norma imprescindibile è ripartire gli apporti in tre frazioni: una, pari al 50% della dose, va elargita in primavera al risveglio vegetativo; le altre due, pari al 25% ognuna, immediatamente dopo il primo e secondo taglio. In presenza di forti stress idrici le somministrazioni sui tagli vanno tralasciate.

## Concimazione fosfatica

Le applicazioni di fosforo sortiscono effetti favorevoli sul prato esclusivamente laddove il suolo difetta di riserve. La soglia critica coincide, come visto, con un contenuto di 20 ppm di anidride fosforica. A questo limite le elargizioni si prefiggono di reintegrare le quote asportate con i raccolti, quote che dipendono anzitutto dai livelli produttivi. Al di sotto della soglia occorre invece prevedere apporti supplementari necessari a rimpinguare le scorte. Nei suoli del fondovalle Valtellinese e Valchianennasco non è infrequente riscontrare carenze anche gravi; da ciò la necessità di prestare molta attenzione a questo parametro.

Altro elemento da non trascurare è la reazione del terreno. Nei substrati acidi o alcalini il fosforo si insolubilizza, divenendo indisponibile per le piante. Elevate concentrazioni in sostanza organica sono al riguardo utili, poiché contrastano il processo; tuttavia non si può, neppure in tali circostanze, prescindere da interventi correttivi, riportando il pH a valori di almeno 5.5 (ideali 6-7).

Le ricerche condotte hanno dimostrato che apporti di 100 kg/ha di anidride fosforica sono in grado di sostenere produzioni di 17-18 t/ha di s.s. In base a tali responsi è possibile configurare il seguente schema delle dosi di intervento, valido per substrati con pH compreso tra 6.5 e 7:

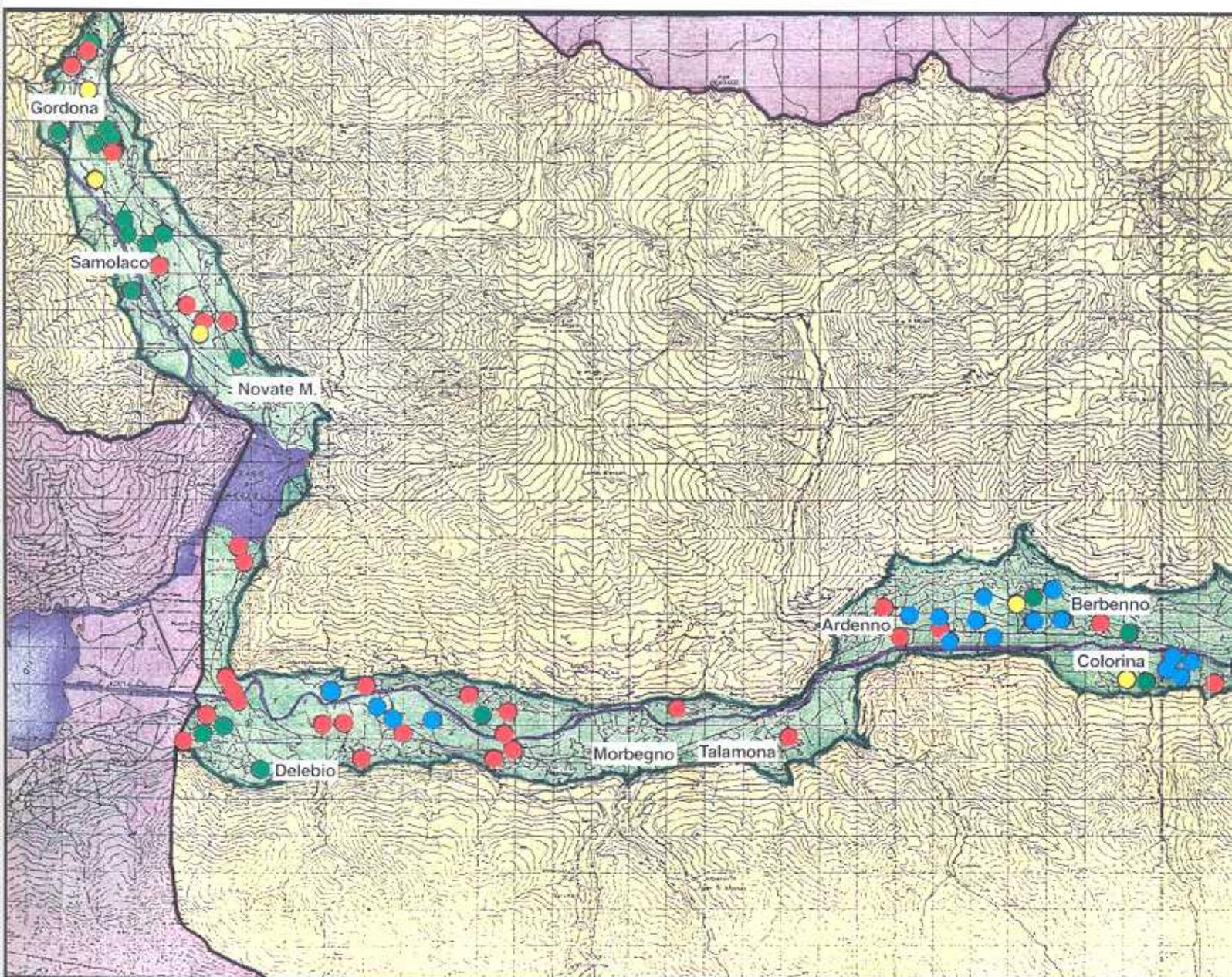
<b>Resa in s.s. (t/ha)</b>	<b>Dose Concime (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>
9 - 12	60
12 - 15	80
15 - 18	100
> 18	120

Queste dosi vanno dilatate di un 20-30% se il pH è superiore o inferiore ai limiti su indicati.

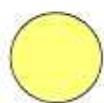
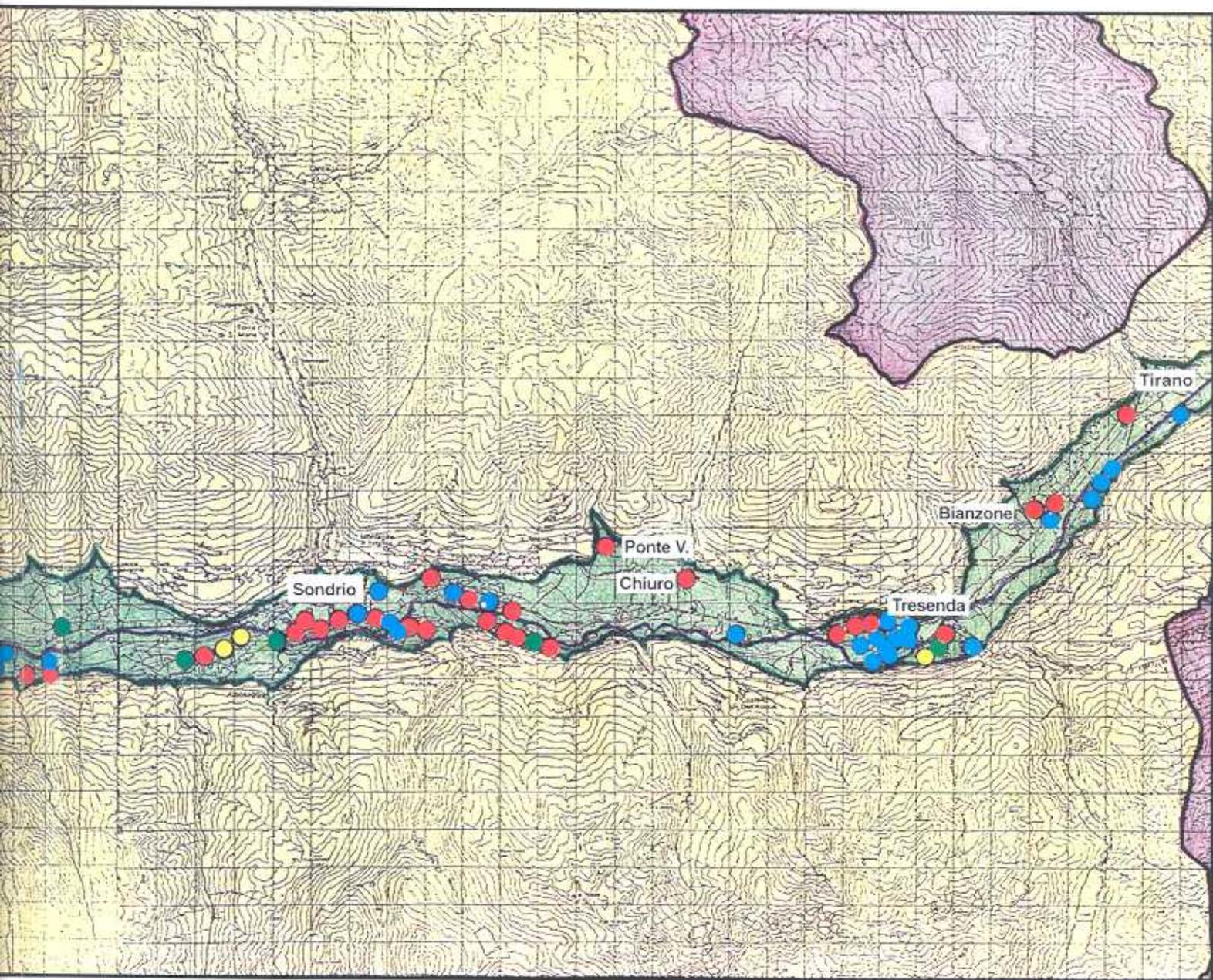
Lo spargimento del concime deve avvenire in fase di ripresa vegetativa. Non è necessario il frazionamento del somministrato, in quanto il fosforo è trattenuto nel profilo. Tra i formulati reperibili in commercio i perfosfati si fanno preferire per la maggiore solubilità. Su matrici acide vanno bene anche le scorie Thomas.

## Concimazione mista minerale-organica

Nel caso in cui si impieghino fertilizzanti organici, la dose di concime minerale va proporzionalmente ridotta. Al riguardo si deve tenere presente che, per quanto concerne i materiali di più comune uso, 100 quintali di letame bovino maturo contengono 50 kg di azoto, 25 di anidride fosforica e 70 di ossido di potassio, ma che solo una frazione di essi viene messa a disposizione della coltura (per l'azoto 10-12 kg al primo anno). Per il liquame bovino si possono ipotizzare, con larga approssimazione data la variabilità del prodotto, contenuti di 50, 25 e 60 kg nell'ordine per un volume di 10 mc, con una disponibilità per l'azoto distribuita però su 3-4 anni (al primo anno è del 30-50%). I materiali organici si prestano ad essere applicati a fine inverno; il liquame anche sui tagli.



**MAPPA DEI pH DEI SUOLI  
DEL FONDOVALLE VALTELLINESE E VALCHIAVENNASCO**



TERRENI MOLTO ACIDI, PER I QUALI LA CALCITAZIONE VA RITENUTA INDISPENSABILE ( $\text{pH} \leq 5.5$ )



TERRENI MODERATAMENTE ACIDI, PER I QUALI LA CALCITAZIONE PUO' ESSERE UTILE ( $\text{pH} = 5.51 - 6.00$ )



TERRENI NEUTRI, DA RITENERSI IN SITUAZIONE OTTIMALE ( $\text{pH} = 6.01 - 7.50$ )



TERRENI ALCALINI ( $\text{pH} > 7.5$ )

## Calcitazioni

I suoli del fondovalle Valtellinese e Valchiavennasco, derivando in gran parte da rocce silicee, tendono ad essere acidi. Numerosi rilievi effettuati dall'ERSAL e dalla Fondazione Fojanini permettono di tratteggiare una sorta di mappa dell'areale rispetto ai valori di pH (pagine precedenti). Il livello medio, calcolato su 129 campioni, risulta essere di 6.79, ottimale per le colture foraggere. Il 25% dei suoli presenta tuttavia valori molto bassi o comunque tali da consigliare interventi correttivi.

La calcitazione si realizza con del carbonato durante il riposo vegetativo. Non potendo interrare il prodotto è opportuno che questo sia molto fine, in maniera da agevolare la penetrazione nel substrato e la rapidità d'azione.

Le dosi andrebbero stabilite attraverso analisi chimiche del terreno. Mediamente, per aumentare di un punto il pH si devono apportare dai 15 ai 25 q/ha in ossido di calcio in rapporto essenzialmente alla tessitura del terreno (dosi maggiori per matrici pesanti).

## CALCOLO DEI QUANTITATIVI DI FERTILIZZANTE

A parità di elemento nutritivo da elargire, il quantitativo di fertilizzante varia in relazione al titolo. Il computo è molto semplice: si tratta di dividere le unità/ha di elemento con il titolo. Con riferimento allo specchietto sottostante, volendo ad esempio somministrare 150 kg/ha di azoto sotto forma di nitrato ammonico si procederà così:

$$(150 \text{ kg} : 26) \times 100 = 577 \text{ kg}$$

volendo usare del solfato ammonico il calcolo diventa:

$$(150 \text{ kg} : 20) \times 100 = 750 \text{ kg}$$

Medesimo procedimento si applica per gli altri concimi minerali. Per gli organici si deve tenere conto del fatto che la liberazione dei principi nutritivi si compie in più anni.

Concime	Titolo
<b>Concimi azotati</b>	
Solfato ammonico	20 / 21
Nitrato ammonico	26 / 27
Solfanitrato ammonico	26 / 27
<b>Concimi fosfatici</b>	
Perfosfato minerale	18 / 21
Perfosfato triplo (Superfosfato)	40/48
Fosfato bicalcico	38 / 42
Scorie Thomas	15 / 17

Grafico 1:  
**Rese medie annue in sostanza secca nelle prove di Cedrasco e Ardenno**

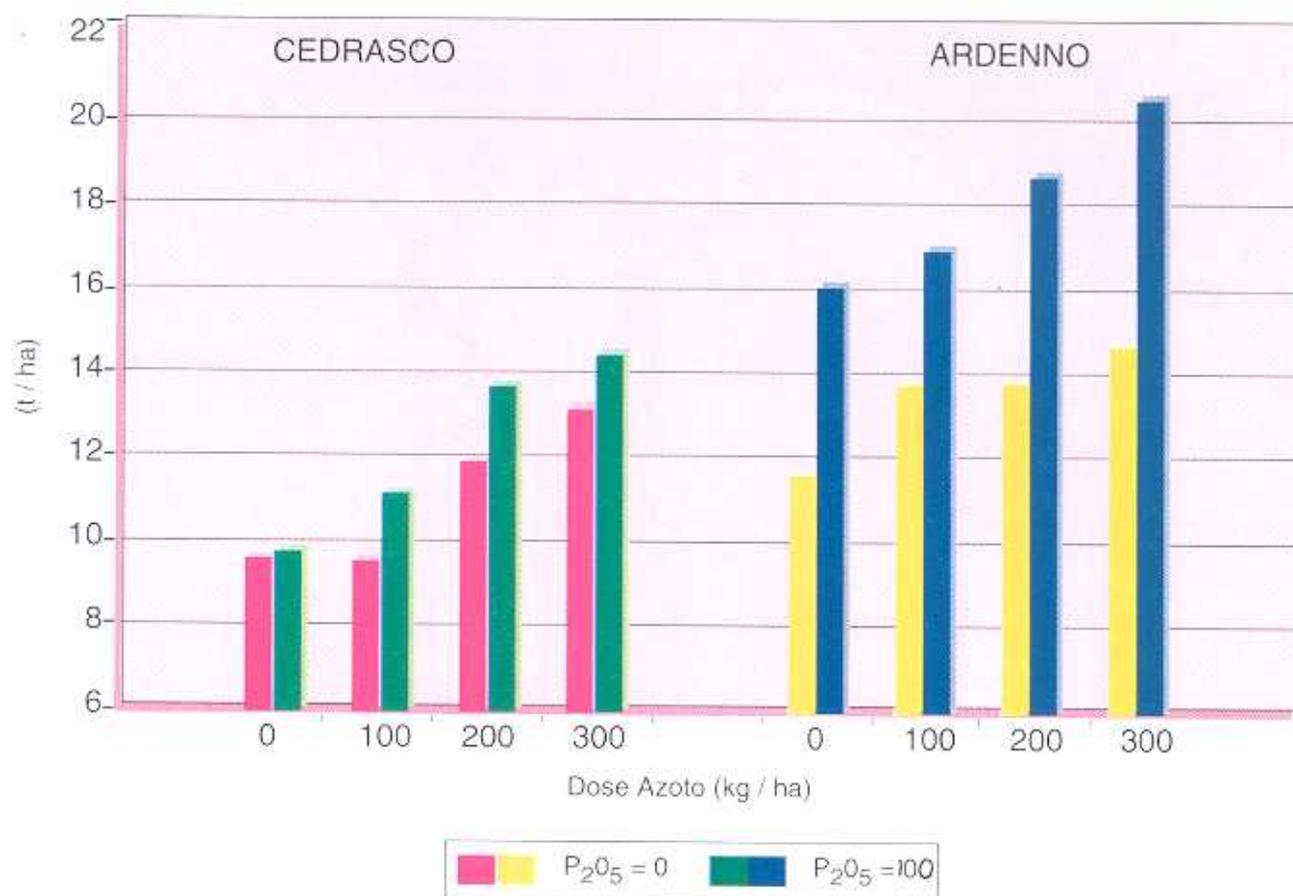


Grafico 2:  
**Rese medie annue in sostanza secca nelle prove di Berbenno e Colorina**

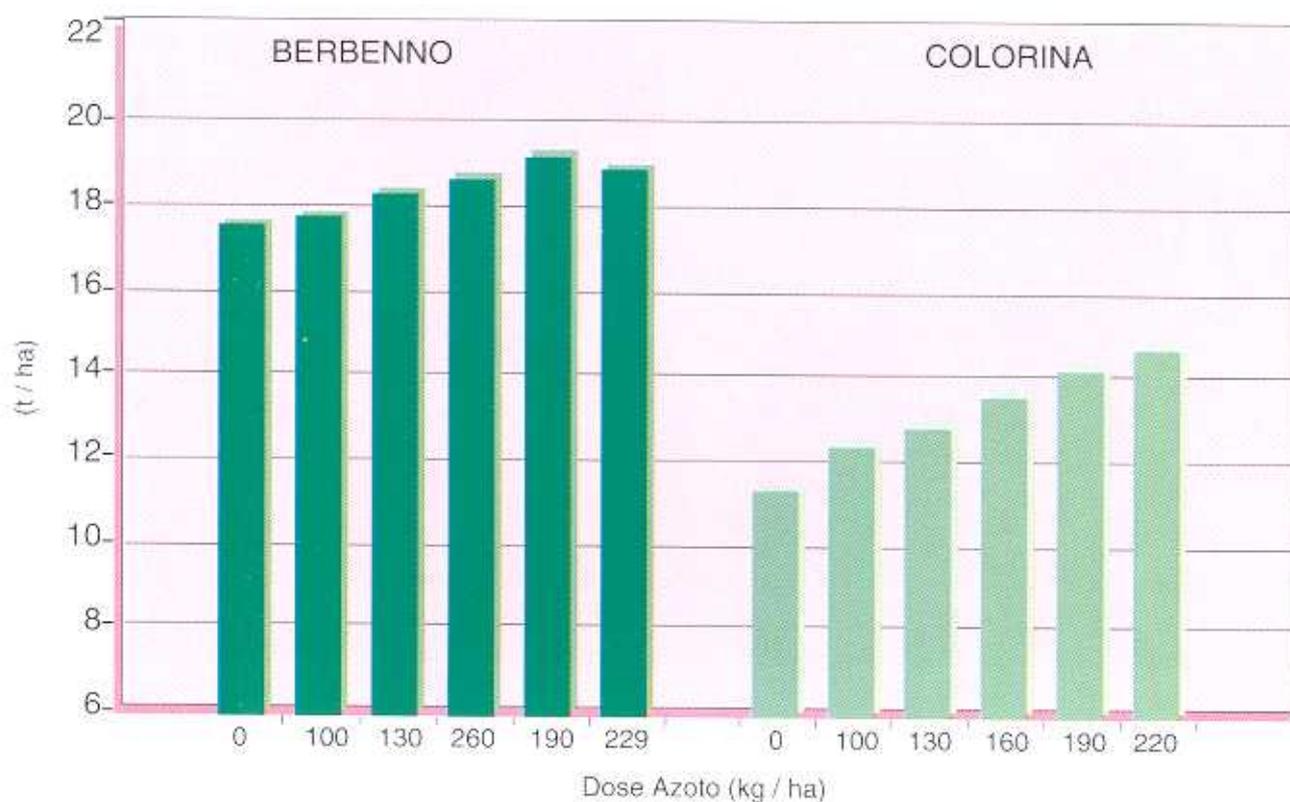


Grafico 3:  
**Composizione floristica media dei raccolti nella prova di Cedrasco**

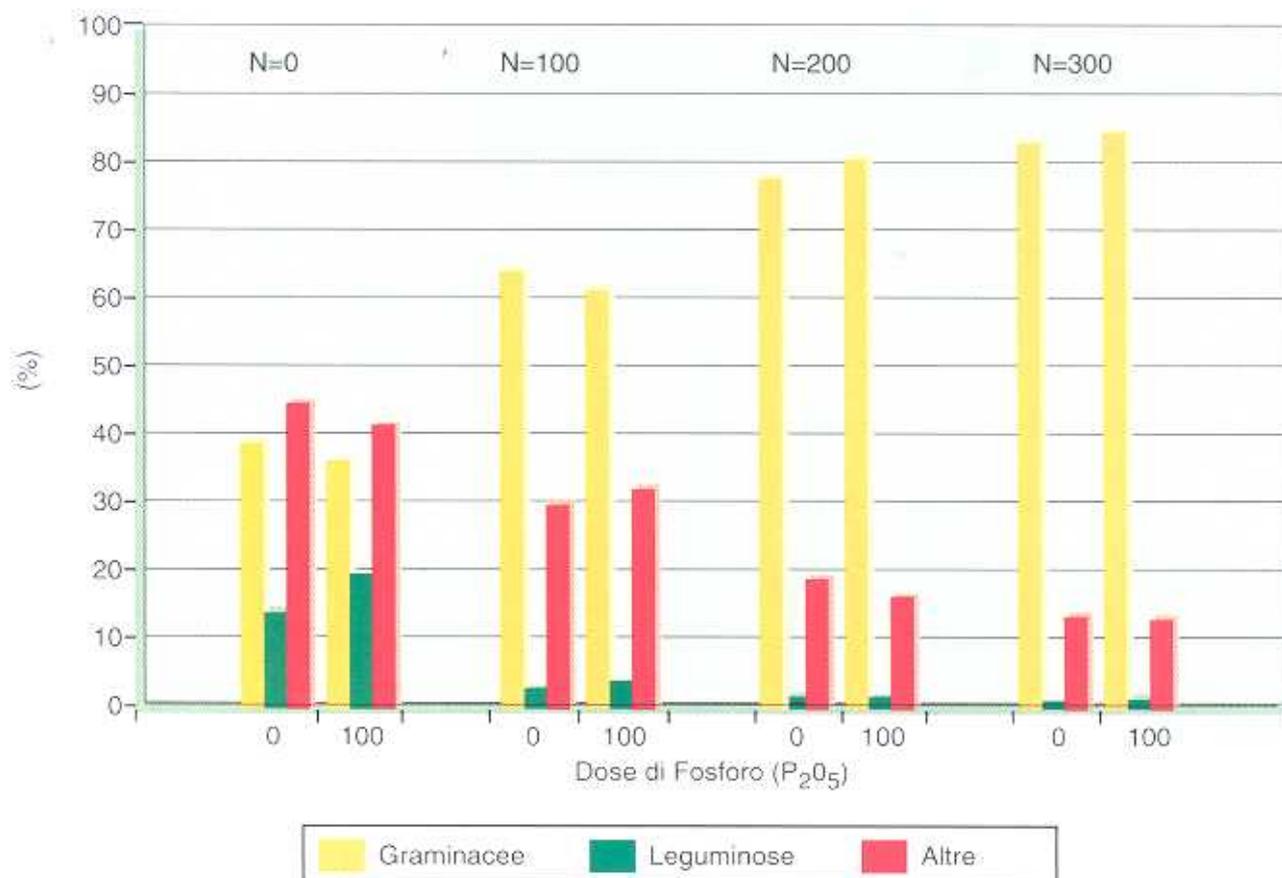


Grafico 4:  
**Composizione floristica media dei raccolti nella prova di Ardenno**

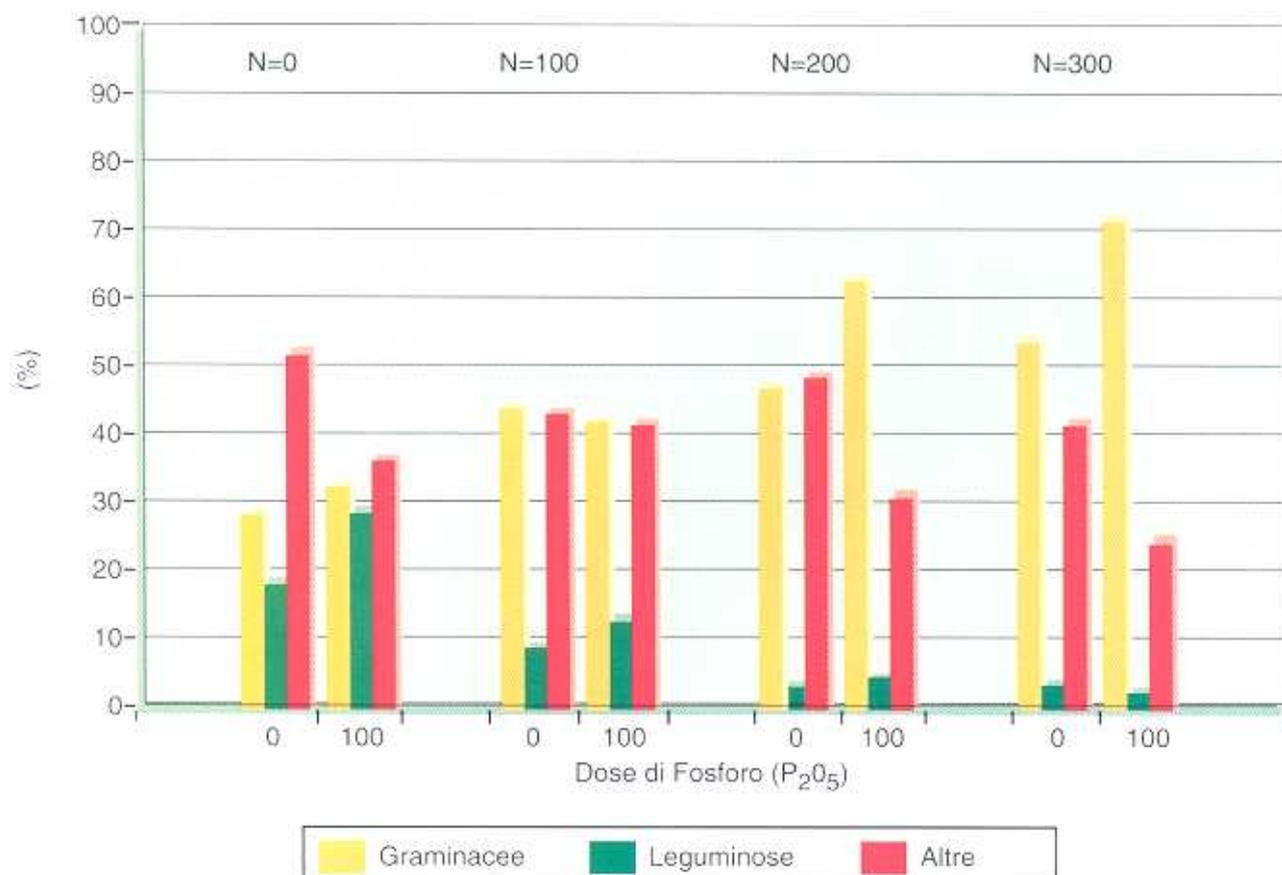


Grafico 5:  
**Tenori medi in fosforo dei raccolti nella prova di Cedrasco**

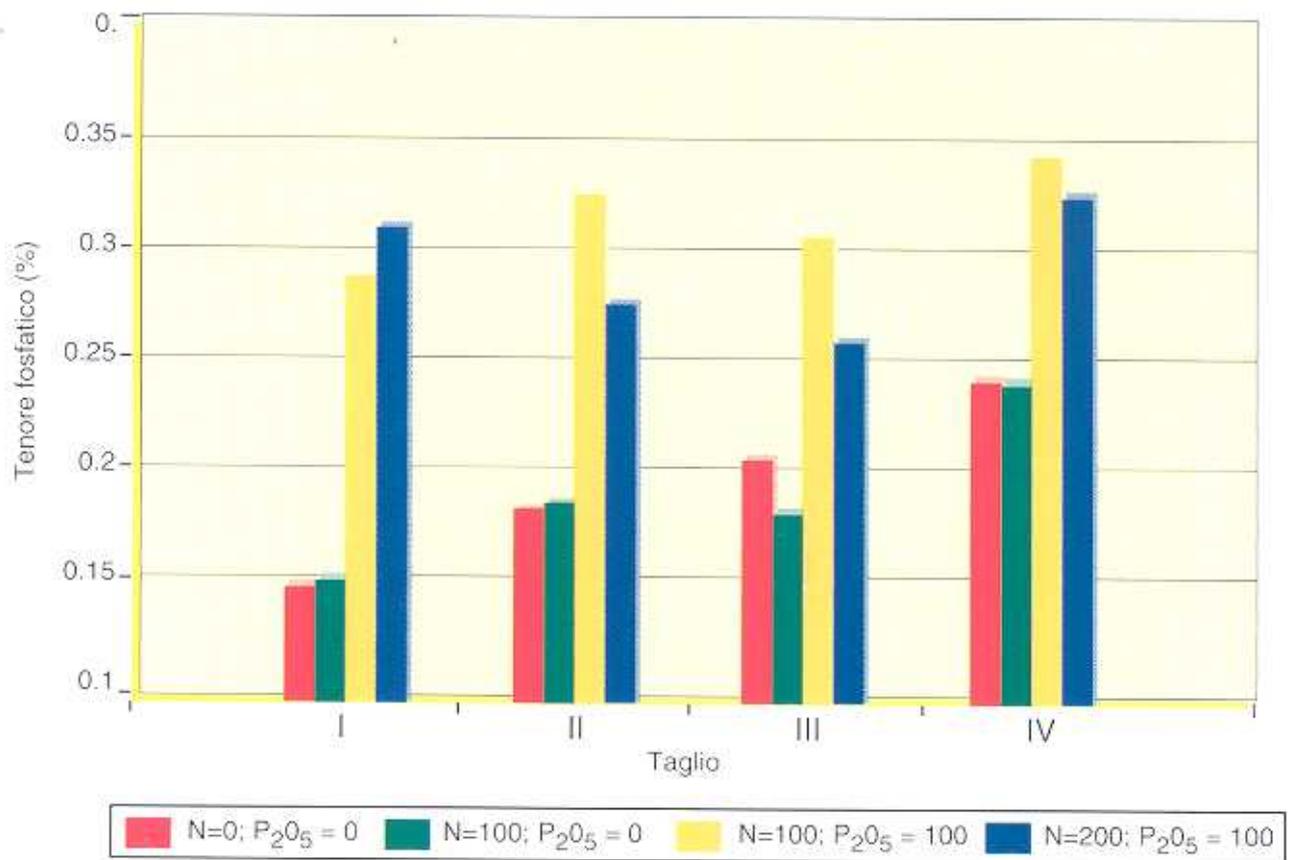


Grafico 6:  
**Tenori medi in fosforo dei raccolti nella prova di Ardenno**

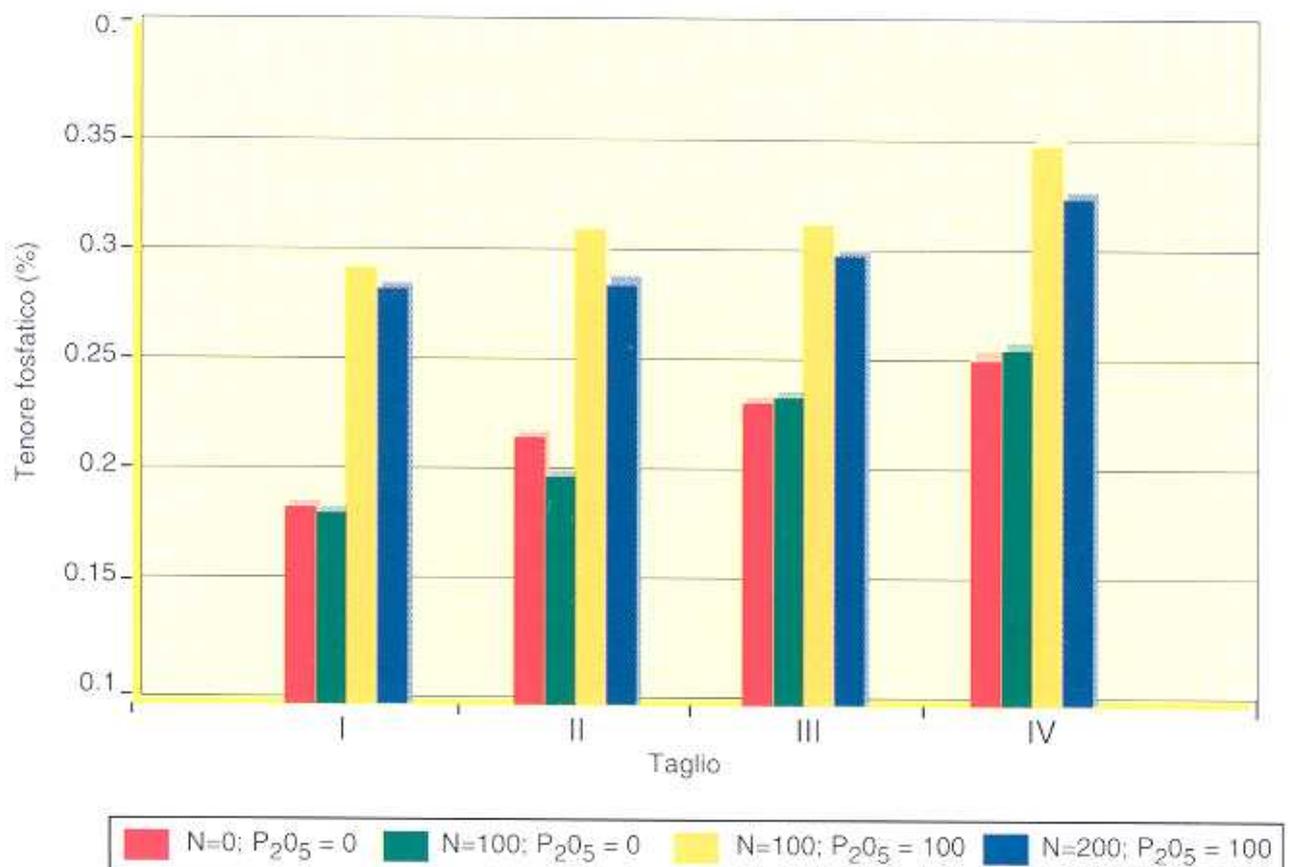


Grafico 7:  
**Tenori proteici medi dei raccolti nella prova di Cedrasco**

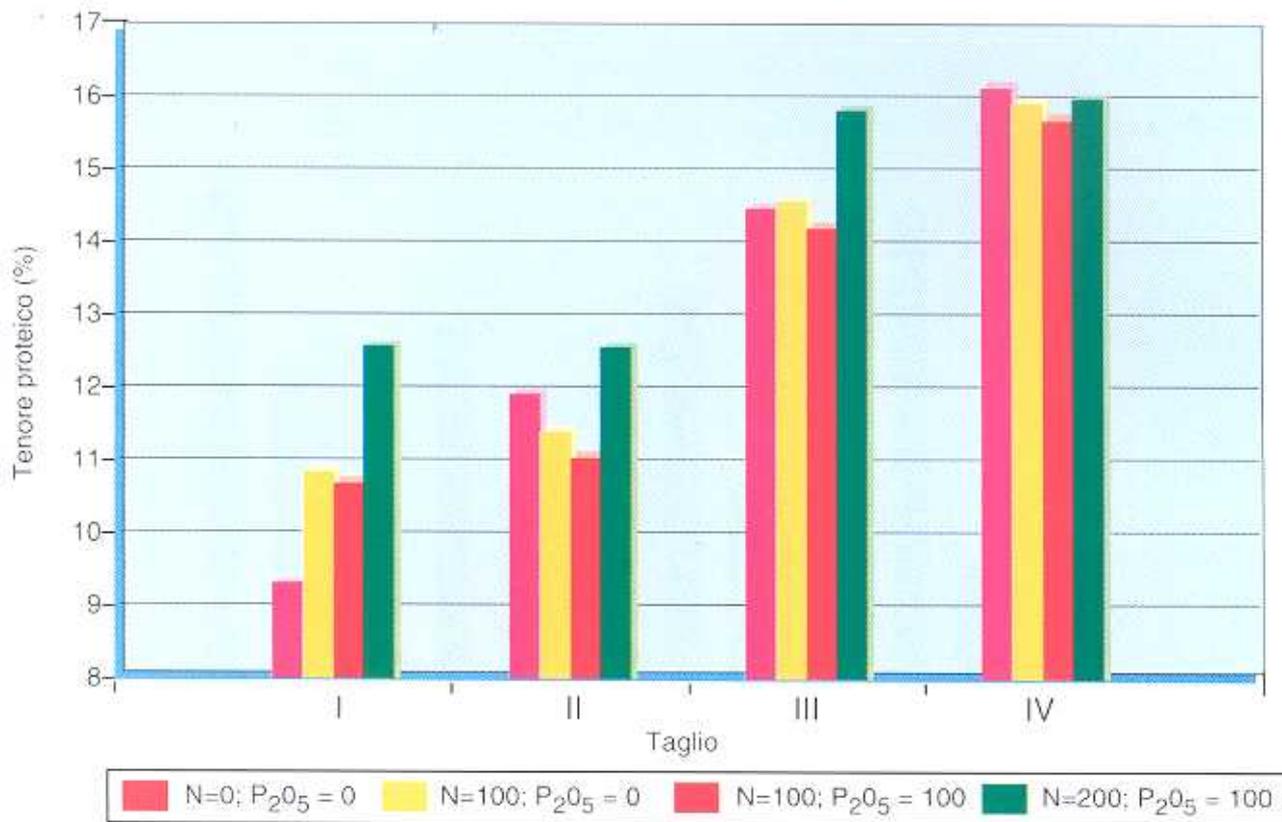


Grafico 8:  
**Tenori proteici medi dei raccolti nella prova di Ardenno**

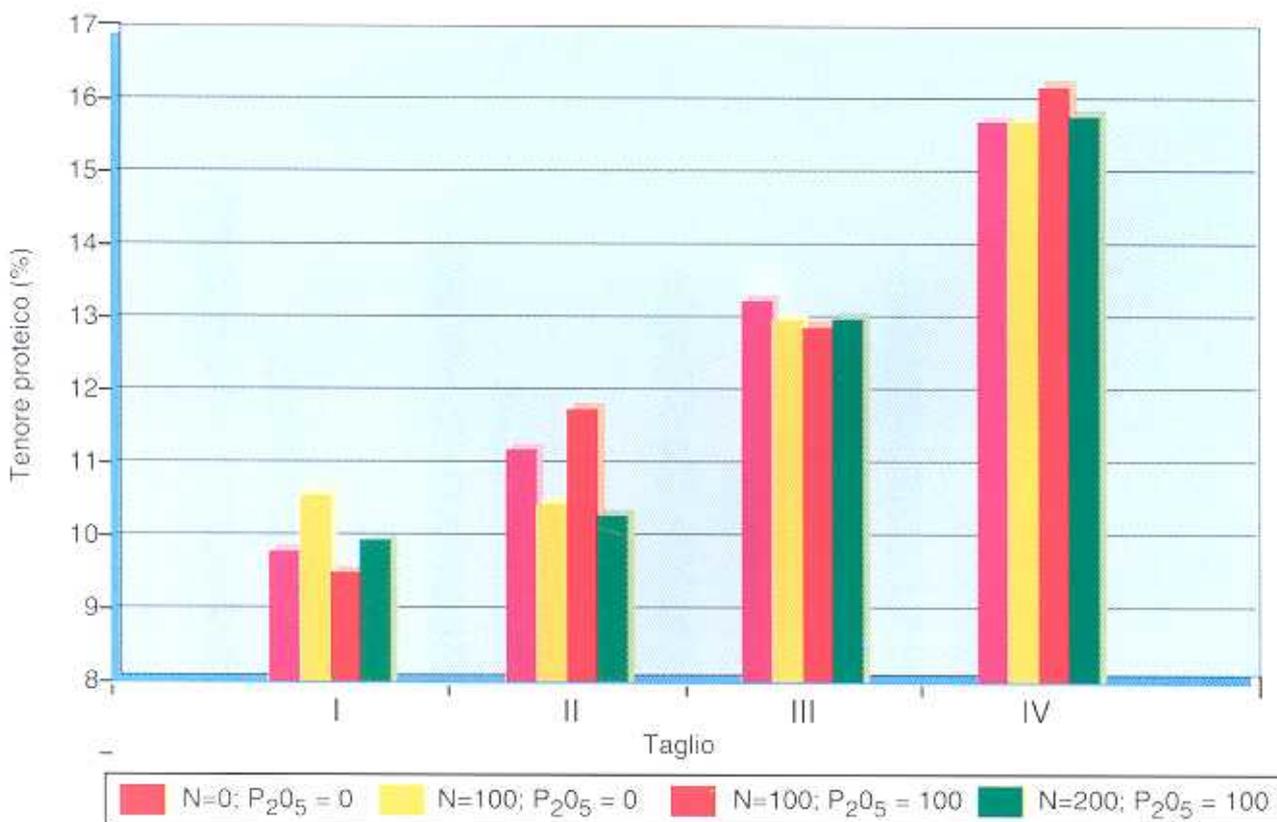


Grafico 9:

**Valori finali di pH del terreno nelle prove di Cedrasco e Ardenno**

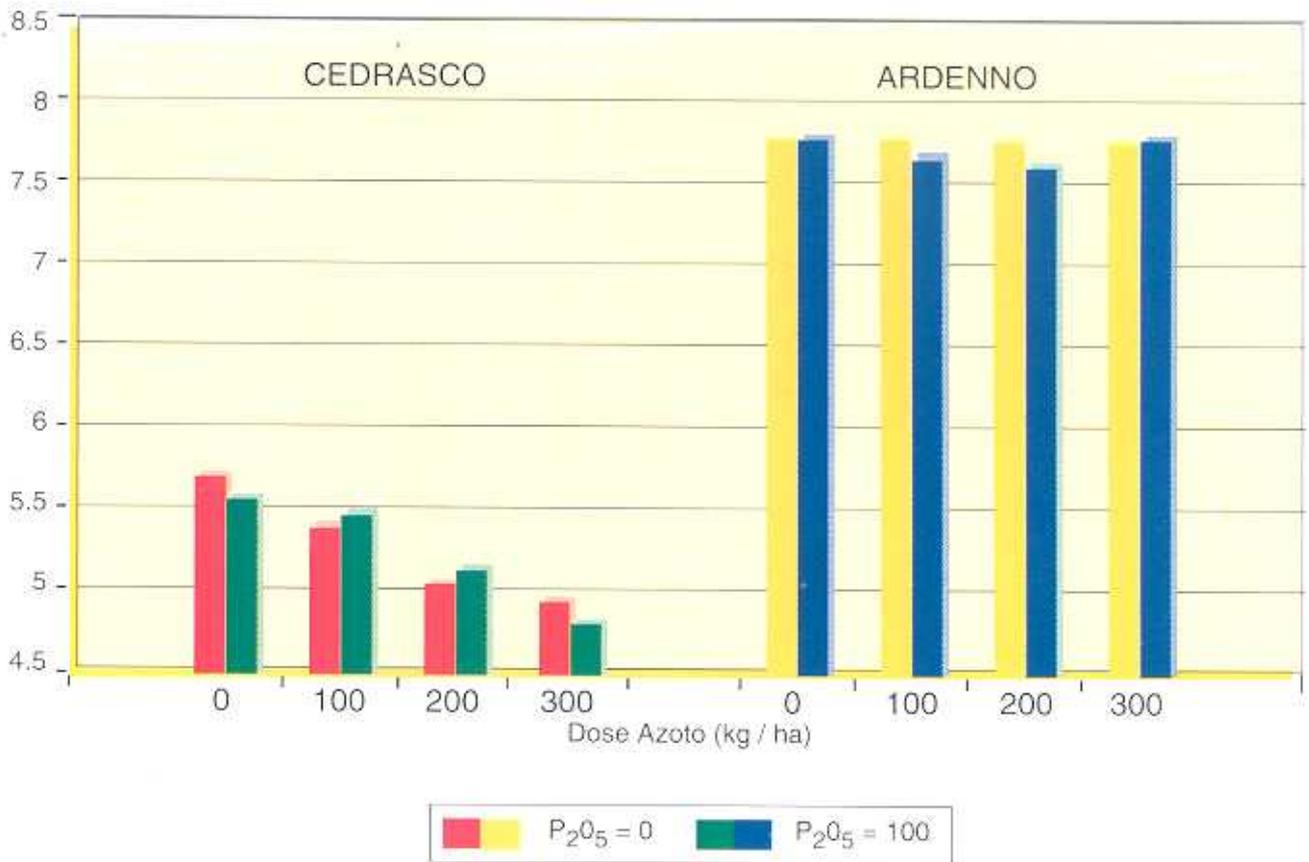


Grafico 10:

**Contenuti finali in P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilabile dei terreni nelle prove di Cedrasco e Ardenno**

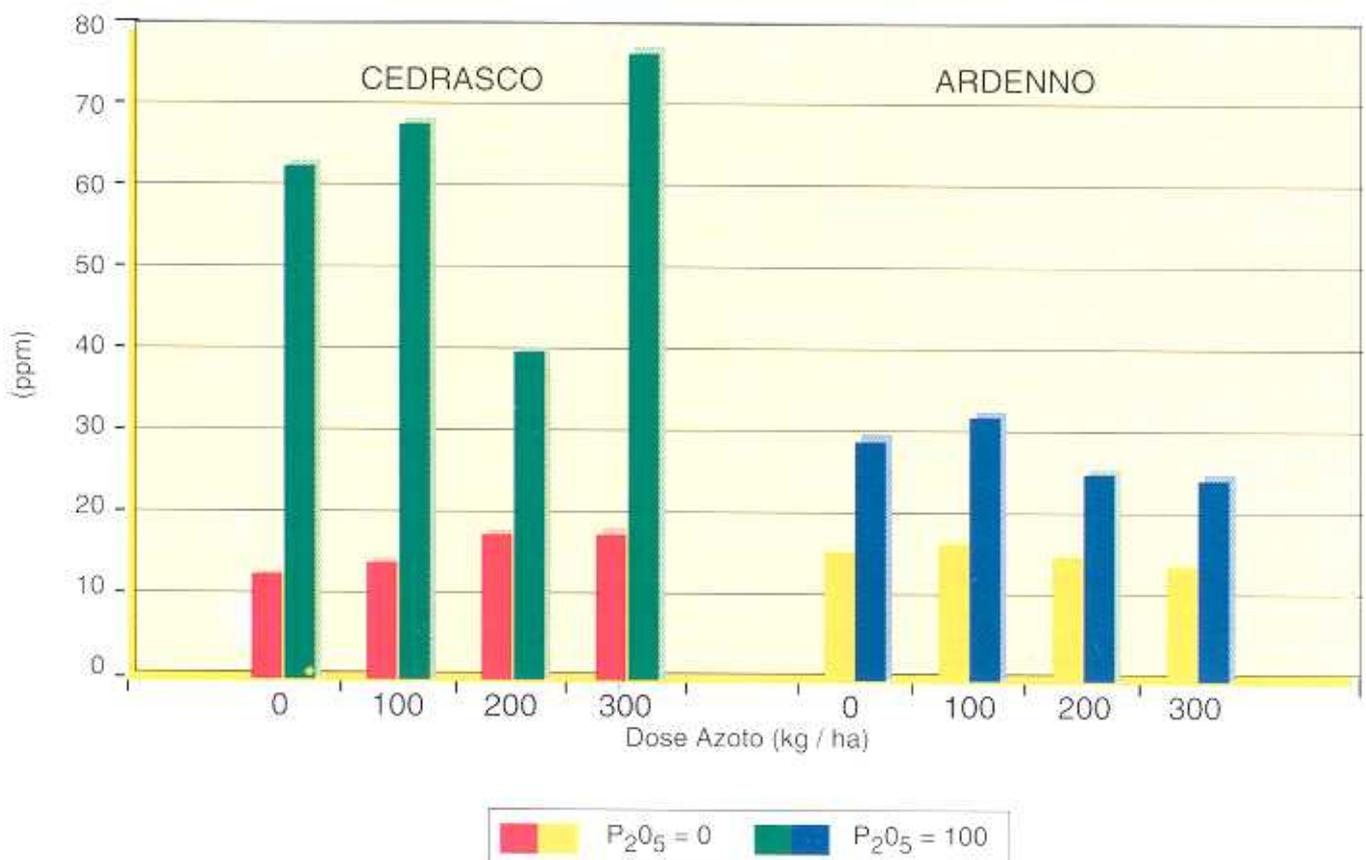
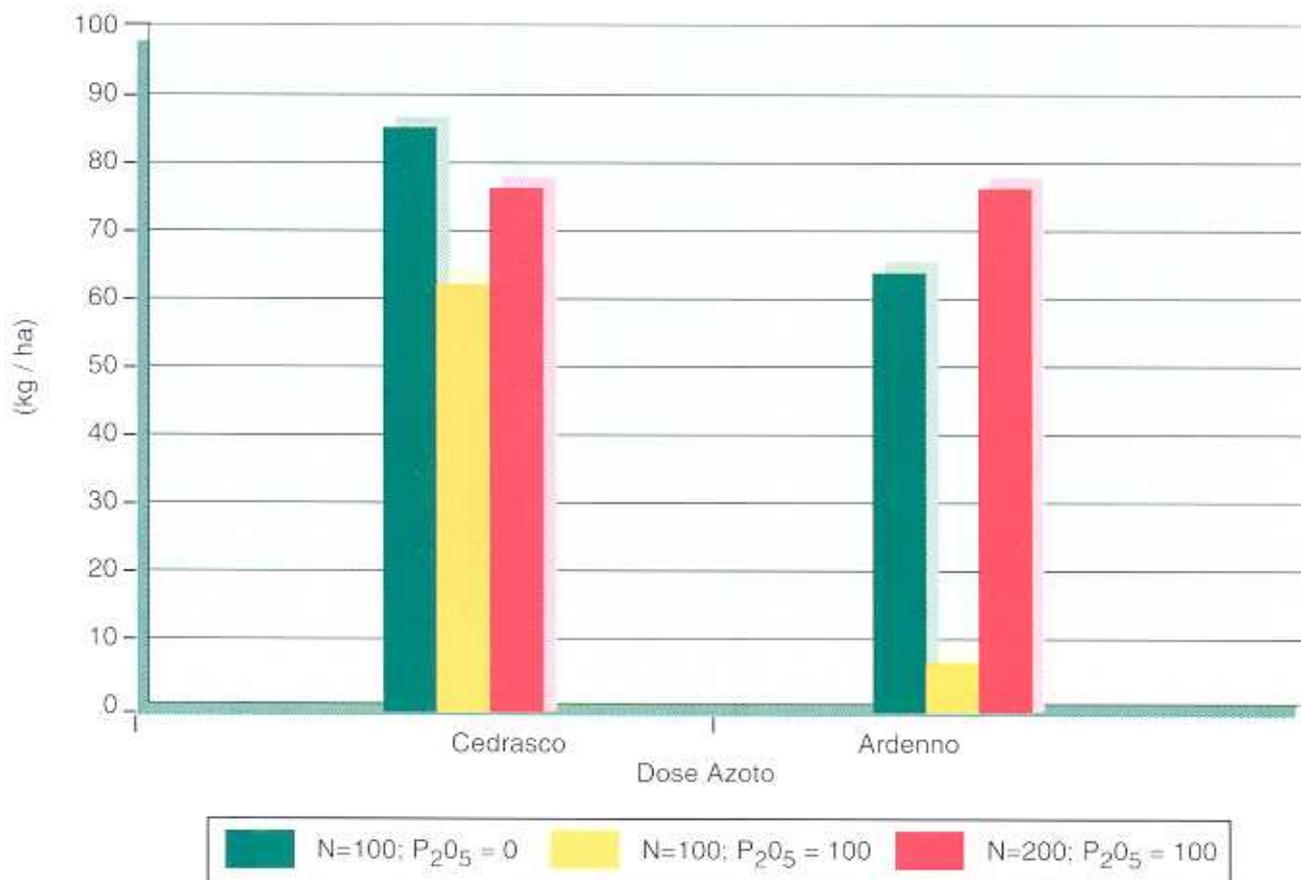


Grafico 11:

**Quantità di azoto somministrato non asportato con i raccolti nelle prove di Cedrasco e Ardenno**



**GLOSSARIO**

**Acidificazione:**

processo cui soggiacciono i terreni a seguito dell'azione dilavante delle acque drenanti e di altri fattori. Consiste in un impoverimento di taluni elementi, calcio in particolare.

**Anidride fosforica:**

composto del fosforo la cui formula chimica è P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, usato per esprimere i contenuti fosfatici del terreno e dei fertilizzanti.

**Assimilabile:**

dicesi di un elemento o composto chimico direttamente utilizzabile dalle piante.

**Calcitazione:**

aggiunta al suolo di formulati a base di calcio attuata allo scopo di correggerne l'acidità.

**Denitrificazione:**

perdita di azoto che si verifica nel terreno in particolari condizioni di asfissia dovute ad eccessi idrici.

**Insolubilizzazione:**

trasformazione di un composto chimico da una forma solubile, quindi assimilabile dalla pianta, ad un'altra insolubile, poco o nulla utilizzabile.

**Lisciviazione:**

asportazione dal suolo di composti solubili operata dalle acque drenanti.

**Matrice pedologica:**

terreno o suolo.

**Ossido di calcio:**

composto del calcio la cui formula chimica è CaO, usato per esprimere il titolo dei correttivi dell'acidità del terreno.

**pH:**

indice che esprime l'acidità istantanea di una sostanza o composto. I terreni vengono classificati in: neutri quando il loro pH è compreso tra 6.8 e 7.3; subacidi tra 6 e 6.8; acidi da 5.4 a 6; peracidi quando inferiore a 5.4. Sono invece definiti subalcalini se il valore è compreso tra 7.3 e 8.2; alcalini tra 8.2 e 8.8 e peralcalini se superiore a 8.8.

**ppm (parti per milione):**

unità di misura delle concentrazioni o contenuti in elementi o composti chimici, equivalente a mg/kg.

**Sostanza secca:**

materiale (foraggio, alimento o altro) completamente essiccato, privo di acqua.

**Tessitura:**

ripartizione dimensionale delle particelle solide che costituiscono il terreno. Se prevalgono le particelle fini i suoli vengono detti "pesanti" (argillosi), mentre sono detti "leggeri" (sabbiosi) nel caso in cui predomini la componente grossolana.

**Volatilizzazione:**

passaggio in forma gassosa dell'azoto contenuto nel terreno, con conseguente dispersione nell'atmosfera.



