



AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI SONDRIO
Assessorato Agricoltura Caccia e Pesca

IL RECUPERO DI COTICHE ERBOSE DEGRADATE IN AMBIENTE DI FONDOVALLE ALPINO

Effetti agronomici e riflessi ambientali
della concimazione minerale



Fausto GUSMEROLI
Carla GIANONCELLI
Giampaolo DELLA MARIANNA

ESPERIENZE E RICERCHE
Fondazione Fojanini di Studi Superiori - Sondrio

E' con vivo piacere che in qualità di, Assessore provinciale all'Agricoltura mi pregio di sottoporre all'attenzione del mondo scientifico e tecnico la presente opera, frutto di cinque anni di lavoro condotto con indubbia passione e competenza dai ricercatori della Fondazione Fojanini di Studi Superiori di Sondrio.

"Il recupero di cotiche erbose degradate in ambiente di fondovalle alpino - Effetti agronomici e riflessi ambientali della concimazione minerale". Il titolo sottolinea in maniera estremamente concisa, ma nello stesso tempo molto incisiva, il legame che deve unire l'attività agricola all'ambiente.

Come l'agricoltura non può ignorare che ogni operazione agronomica è in qualche modo distorsione degli equilibri naturali, così bisogna riconoscere ad essa una insostituibile funzione di presidio del territorio e di tutela paesaggistica.

Il mantenimento dell'uomo-agricoltore in montagna, punto nodale per il futuro sviluppo di tutte le vallate alpine, dovrà tuttavia sposarsi con una maggiore coscienza ecologica: produrre nel maggior rispetto possibile dell'ambiente, questo sarà sempre più l'imperativo dominante! Nell'elaborato la possibilità di incentivare i rendimenti foraggeri del prato con la concimazione minerale viene giudicata al vaglio di quelli che sono i potenziali rischi di contaminazione per l'ecosistema. I risultati emersi mostrano come i due aspetti si possano ottimamente armonizzare.

Enzo Della Briotta

Assessore Provinciale Agricoltura, Caccia e Pesca
Amministrazione Provinciale di Sondrio



AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI SONDRIO
Assessorato Agricoltura Caccia e Pesca

IL RECUPERO DI COTICHE ERBOSE DEGRADATE IN AMBIENTE DI FONDOVALLE ALPINO

Effetti agronomici e riflessi ambientali
della concimazione minerale

Fausto GUSMEROLI
Carla GIANONCELLI
Giampaolo DELLA MARIANNA

ESPERIENZE E RICERCHE
Fondazione Fojanini di Studi Superiori - Sondrio

Tutti e tre gli Autori hanno eseguito i rilievi in campo - Fausto Gusmeroli ha anche curato l'elaborazione dei dati e la stesura del testo.

Si ringraziano il Prof. Paolo Paris (Facoltà di Agraria - Università Cattolica di Piacenza) ed il Dott. Paolo Annichiarico (Istituto Sperimentale per le Colture Foraggere di Lodi) per i preziosi consigli forniti.



PRESENTAZIONE

La verifica a scala locale di principi agronomici precedentemente delineati e comprovati in combinazioni pedoclimatiche diverse rappresenta sempre un compito di rilevante interesse per la divulgazione agricola.

Il divulgatore deve, in primo luogo, affrontare l'arduo banco di prova della rilevanza obiettiva dei suoi suggerimenti e farsi garante della loro proponibilità ad un operatore agricolo che, in genere, si mostra tanto più impermeabile - e magari recalcitrante - quanto più aumenta la sua età e con essa il numero delle turlupinature (o "bufale") ricevute da improvvisati od interessati consiglieri che hanno popolato la scena dell'agricoltura negli ultimi decenni.

Conquistare l'attenzione dell'agricoltore non è impresa da poco.

Deluderla, dopo averla conquistata, è un rischio cui non si offre di solito probabilità di riparazione.

Per chi intende svolgere un programma di sperimentazione o di dimostrazione a scala aziendale - dopo avere scelto contesti operativi ben precisi e tematiche di auspicabile rilevanza socio-economica - sembra in genere tanto prudente quanto necessario verificare entro quali limiti di praticabilità e con quale probabile successo di convenienza economica si possa dare attuazione ai tanti suggerimenti già disponibili in letteratura, che tuttavia scaturiscono da progetti sperimentali a volte avulsi dall'imperativo di un verificato riscontro economico.

Il fatto è che la scienza agronomica è, per sua natura, avulsa da implicazioni economiche, che del resto l'economista reclama puntigliosamente come riservato dominio.

E se la scienza agronomica vanta queste purezze, spesso anche la sua sperimentazione ne risulta caratterizzata, con conseguenti ipotesi e disegni sperimentali che non di rado si discostano dal concreto per avvilupparsi in nebbiose spirali di astrazione.

La problematica del miglioramento della base foraggera nelle aziende medio-piccole dei fondovalle alpini è stata ripetutamente esplorata da una schiera non piccola di sperimentatori, accademici e non, in un arco di tempo che risale a decenni e decenni.

A seconda dell'atmosfera prevalente negli indirizzi sociali e tecnici delle diverse modernità, sono state prese in considerazione tecniche dalle più intensive (sistemazione dei terreni declivi, spietramenti, lavorazioni e risemine, ecc. ...) alle più estensive. Fra queste, dovrebbero figurare le concimazioni con prodotti di sintesi o industriali, che sono per sé promessa di modesto impegno lavorativo e di elevata efficienza produttiva.

Pur essendo assai arduo tentare qualsiasi generalizzazione, sembra comunque che - al di là di una serie di prove sperimentali ispirate alle più diverse filosofie - ben poco sia stato travasato nella pratica agraria, se si supera l'angusto recinto del ricorso agli spargimenti di letame o a qualche timida mano di concimi inorganici a uno o più elementi.

La linea dottrinale prevalente - vigorosamente sostenuta da Haussmann e seguaci nel periodo 1950-1965 - ha del resto sempre privilegiato il concetto che i delicati equilibri fra i diversi gruppi floristici componenti una vegetazione prativa devono essere salvaguardati con un ben controllato uso dell'azoto, ed un insistito ricorso al fosforo ed al potassio.

Questo è stato per lo più il traguardo invalicabile dell'uso dei concimi nelle aree d'avanguardia della foraggicoltura montana.

Solo in data relativamente recente, una serie di risultanze sperimentali ottenute in ambiente padano e appenninico hanno riconsiderato il tema dell'efficacia delle concimazioni su cotiche naturali polifite, ed hanno evidenziato soprattutto il ruolo

produttivo dell'azoto in interazione con la disponibilità fosfatica. In questo contesto, le dosi di azoto che si sono rivelate capaci di poderosi incrementi produttivi - sostenendo in larga misura anche l'elevato tenore protidico dei foraggi - sono risultate ben superiori a quelle precedentemente saggiate e approvate; esse schiudono nuove prospettive per l'efficienza produttiva, nel momento stesso in cui chiedono, da un lato di essere seriamente considerate nelle loro implicazioni economiche a scala aziendale, dall'altro, di aprire una conclusiva analisi anche per taluni risvolti sfavorevoli di rilevanza agronomico-ambientale.

Le esperienze di cui questo volume costituisce il rapporto informativo risolvono in modo assai lineare certe questioni preliminari dell'acquisizione della base foraggera per l'azienda piccolo-media della Valtellina.

La concimazione azoto-fosfatica si dimostra in grado di migliorare decisamente il livello produttivo, la qualità floristica e la disponibilità di elementi nutritivi quali il fosforo, essenziali per l'alimentazione animale. L'entità dell'efficacia produttiva presenta tuttavia fluttuazioni annue non prevedibili, legate al caratteristico decorso della primavera ed alla disponibilità idrica del periodo estivo che anche in queste condizioni climatiche può dimostrarsi vincolante sulla produttività complessiva del coltivo e sull'efficacia della concimazione. Quando tali fattori meteorologici non risultano punitivi, oppure in un arco di tempo tale da annullare le erratiche oscillazioni di ciascuna annata, il ruolo dell'azoto, di solito sostenuto - o talora condizionato - dalla buona disponibilità fosfatica emerge bene scolpito dalle cifre di numerose tabelle e soprattutto dei grafici illustrativi.

Nell'insieme, queste esperienze confermano quanto già acquisito in altre realtà agricole italiane e, ribadendo certi cardini della tecnica colturale, ne ampliano il perimetro di applicabilità, e quindi di validità, estendendola ad una più ampia gamma di ambienti.

Rimane inesausta la domanda circa la convenienza economica dei principi agronomici qui evidenziati; ma una corretta impostazione di questa problematica richiede l'ampliamento del discorso ad includere le sfaccettate condizioni generali delle molteplici tipologie di azienda agraria esistenti sul territorio.

Dunque, è un compito da affidare semmai a gruppi di lavoro integrati o da lasciare al singolo imprenditore. Questi, in breve tempo, messo sull'avviso da una ben mirata attività divulgativa, dovrebbe farsi "sperimentatore" in proprio, passando da qualche prova preliminare alla valutazione della sua ricaduta economica sulla gestione aziendale, per prendere poi decisioni di più ampia portata relative alle modalità di utilizzazione dell'intera superficie foraggera aziendale.

La proposta tecnica che scaturisce da questo rapporto è ad ogni buon conto rilevante, dotata di una sua pacata ragionevolezza, di semplice attuazione e di elevata elasticità. Consente sempre un facile ritorno alle sonnolenti convinzioni ataviche, se dubbi tardivi dovessero mai insorgere.

Paolo Paris

Piacenza, marzo 1994

1 - INTRODUZIONE

Tra gli interventi agronomici indirizzati al miglioramento produttivo delle cotiche erbose naturali o spontaneizzate un posto preminente è occupato dalla concimazione inorganica.

Rispetto ad altre tecniche più complesse (rinnovo), essa fornisce maggiori garanzie di successo, non coinvolge la stabilità dei suoli ed è di più agevole divulgazione presso gli agricoltori.

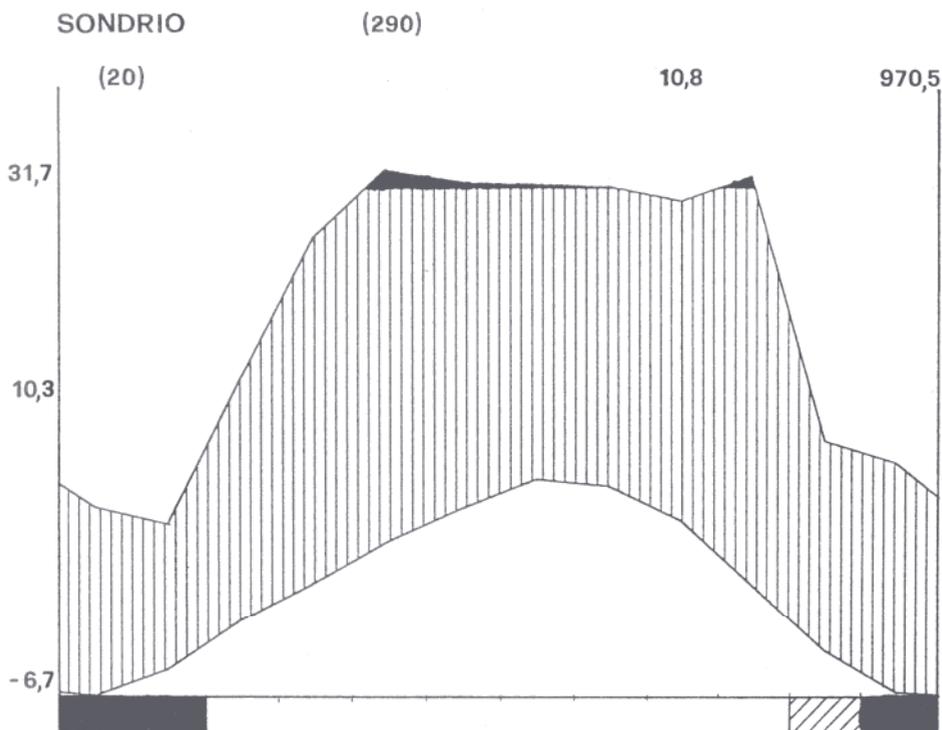
In Provincia di Sondrio, in cui ampia parte del foraggio proviene da prati permanenti degradati, condotti secondo schemi agronomici a volte discutibili, la pratica si rivela di estremo interesse, sia come intervento fertilizzante a sé stante che in abbinamento alla distribuzione di letame e liquami zootecnici, laddove questi non possono essere smaltiti altrimenti.

Allo scopo di esplorare nei dettagli le sue potenzialità e le possibili applicazioni nella realtà alpina si sono allestiti negli anni 1989 e 1990 quattro prove sperimentali in ambienti di fondovalle: due, di durata quinquennale, sono state realizzate presso le aziende F.lli Oberti, in Comune di Cedrasco, e Daziani Franco, in Comune di Ardenno; le altre, protrattesi per un triennio, in Comune di Berbenno e Colorina, rispettivamente presso le aziende Bongiolatti Giancarlo e Zamboni Adriano. Gli ambienti di prova presentavano i caratteri climatici descritti nel climodiagramma di Walter e Lieth riferito alla località di Sondrio (Grafico 1), distante in linea d'aria da un minimo di 5 ad un massimo di 13 km dai campi.

Nelle esperienze di Cedrasco e Ardenno sono stati analizzati gli effetti quanti-qualitativi della concimazione azoto-fosfatica. 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 ai parametri che nell'ambito del razionamento delle lattifere sono di più problematica

Grafico 1

Climodiagramma di Walter H. e Lieth H. per la località di Sondrio



copertura, vale a dire fosforo e azoto (proteine). Ciò ha anche consentito di calcolare le asportazioni dei due elementi dal suolo e, per confronto tra testimone e trattati, delle presunte quote di azoto traslocate nelle parti aeree della vegetazione (indici di recupero apparente), stima, seppur indiretta, del potenziale effetto inquinante della concimazione.

Si sono inoltre controllati i pH del suolo ed i contenuti in P_2O_5 assimilabile, allo scopo di verificare da un lato l'azione acidificante della concimazione azotata, dall'altro i dinamismi del fosforo.

Nelle prove di Berbenno e Colorina si è invece inteso scandagliare più minuziosamente la relazione esistente tra azoto e rese, nell'intento di stabilire con la massima accuratezza la soglia ottimale di intervento in grado di conciliare idealmente esigenze produttive e salvaguardia ambientale. Per tale ragione sono stati a priori esclusi dosaggi eccessivi, concentrando le attenzioni su livelli plausibili da entrambi gli approcci.

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

2 - PROVE DI CEDRASCO E ARDENNO

2.1 - PARTE SPERIMENTALE

2.1.1 - Descrizione dei campi

Il campo di Cedrasco è stato ricavato su di un conoide di deiezione in leggero pendio in sinistra orografica del Fiume Adda, a ridosso del versante Orobico e ad una altitudine di 280 m s.l.m.

La copertura vegetale appariva piuttosto deteriorata per la eccessiva presenza di *Taraxacum officinale*, *Rumex obtusifolius*, *Ranunculus acris*, *Heracleum sphondylium*, *Plantago lanceolata*, *Leontodon hispidus* var. *glabra*, *Achillea millefolium* e *Silene vulgaris*, nell'insieme equivalenti in biomassa alle Graminacee; nettamente inferiore era la quota di Leguminose (*Trifolium* spp).

Il terreno, derivato da depositi torrentizi del Quaternario, era contraddistinto da tessitura franco-sabbiosa, pH sub-acido, elevata dotazione in sostanza organica, buona capacità di scambio cationico, povertà di fosforo assimilabile e potassio scambiabile, assenza di calcare (Tav. 1).

Il campo di Ardenno è stato allestito in destra orografica dell'asta fluviale, ad una quota altimetrica di 260 m s.l.m., su di una cotica spontaneizzata traseminata parzialmente nella primavera del 1988 con un miscuglio non ben identificato, ma comprendente sicuramente della loiessa, della medica e del trifoglio bianco. Il quadro floristico appariva peraltro dominato da Graminacee e secondariamente da altre specie di scarso pregio foraggero, tra le quali *Ranunculus acris*, *Plantago lanceolata*, *Galium aparine*, *Heracleum sphondylium*.

La matrice pedologica, originata da deposizioni glaciali e alluvionali del Quaternario, possedeva granulometria franco-limosa, pH sub-alcalino, alto contenuto in sostanza organica, media capacità di scambio cationico, normale tenore in calcare e potassio scambiabile, modesta concentrazione in fosforo assimilabile (Tav. 1).

Nel periodo di prova le pluviometrie e le temperature medie sono state quelle indicate nelle Tavole 2 e 3, riferentesi alle Stazioni meteorologiche di Postalesio e Ronco della Fondazione

Tavola 1

*Caratteristiche granulometriche e chimico - fisiche dei terreni all'inizio della prova**

		CEDRASCO	ARDENNO
Sabbia	%	57	13
Limo	%	39	76
Argilla	%	4	11
Sostanza org. (LOTTI)	%	6	6,1
pH in H₂O		6,1	7,6
pH in KCl		4,9	7,5
Calcare totale	%	assente	3
Fosforo ass. (OLSEN)	ppm P ₂ O	20	27
Potassio ass.	ppm K ₂ O	77	230
Cap. sc. cat. (BaCl₂)	meq/100g	17,7	16,5
Calcio sc. (BaCl₂)	meq/100g	9,69	16,75
Magnesio sc. (BaCl₂)	meq/100g	1,73	4,03
Potassio sc. (BaCl₂)	meq/100g	0,16	0,55
Sodio sc. (BaCl₂)	meq/100g	0,02	0,29

* Analisi eseguite c/o il laboratorio dell'Istituto Superiore Lattiero Caseario di Mantova

Tavola 2

Temperature medie ed indici pluviometrici rilevati nella stazione meteorologica di Postalesio (Fondazione Fojanini) (°C; mm)

		1989	1990	1991	1992	1993
APRILE	Precipitaz.	249,8	96,2	47,8	123,8	48,6
	t. media	9,31	10,09	9,12	10,12	11,28
MAGGIO	Precipitaz.	54,4	67,2	32,8	50,2	50,2
	t. media	15,08	16,91	12,88	16,33	15,94
GIUGNO	Precipitaz.	125,8	163,6	97,2	157,8	140,4
	t. media	16,95	17,65	17,66	16,48	18,50
LUGLIO	Precipitaz.	125,0	53,0	64,6	101,2	130,8
	t. media	20,08	21,12	21,77	20,17	19,16
AGOSTO	Precipitaz.	110,4	49,0	14,8	85,0	76,8
	t. media	19,66	20,21	22,25	21,75	20,77
SETTEMBRE	Precipitaz.	57,8	87,0	141,2	137,8	303,0
	t. media	16,23	15,84	18,34	15,35	14,28

TOTALE	Precipitaz.	723,2	516,0	398,4	655,8	749,8
MEDIA	temperature	16,22	16,97	17,00	16,70	16,66

Tavola 3

Temperature medie ed indici pluviometrici rilevati nella stazione meteorologica di Ronco (Fondazione Fojanini) (°C; mm)

		1989	1990	1991	1992	1993
APRILE	Precipitaz.			64,2	112,2	49,4
	t. media			10,56	11,14	12,55
MAGGIO	Precipitaz.	63,2	65,8	39,6	73,8	47,2
	t. media	17,26	17,61	13,56	17,13	17,40
GIUGNO	Precipitaz.	150,6	169,6	128,8	191,8	138,4
	t. media	18,88	17,93	17,60	16,73	20,29
LUGLIO	Precipitaz.	106,8	49,0	83,0	122,4	106,6
	t. media	22,20	21,93	22,31	20,60	21,13
AGOSTO	Precipitaz.	86,2	58,2	32,8	85,2	32,8
	t. media	21,67	21,56	23,08	23,18	23,72
SETTEMBRE	Precipitaz.	59,6	46,2	184,9	154,0	486,8
	t. media	18,22	17,63	19,24	16,57	16,22
OTTOBRE	Precipitaz.	10,0	131,2	81,8	114,4	342,8
	t. media	12,29	13,23	10,06	9,83	11,05

TOTALE	Precipitaz.	476,4	520,0	615,1	853,8	1204,0
MEDIA	temperature	18,42	18,32	16,63	16,45	17,48

Fojanini di Studi Superiori, distanti in linea d'aria la prima 1.5 km dal campo di Cedrasco, la seconda 1 km da quello di Ardenno.

2.1.2 - Disegno sperimentale e calendari culturali

Entrambi i campi sono stati organizzati secondo schemi distributivi fattoriali a blocchi randomizzati con quattro replicazioni. Le parcelle sviluppavano una superficie di 32 mq (8 x 4) m ed erano separate da stradini larghi 2 m. Per le misurazioni delle rese in foraggio veniva sfalciata un'area centrale di 8,8 mq.

Sono state saggiati quattro livelli di azoto, ovvero 0, 100, 200 e 300 Kg ha⁻¹ per anno, simboleggiati rispettivamente con N0, N1, N2, N3 e due di fosforo, identificati con le sigle P0 e P1, corrispondenti nell'ordine a 0 e 100 Kg ha⁻¹ per anno di anidride fosforica. Complessivamente sono stati quindi confrontati otto diversi trattamenti, secondo le specificazioni della Tavola 4.

Per le concimazioni azotate si è impiegato il solfato ammonico, frazionandolo in tre dosi pari al 50, 25 e 25%, applicate rispettivamente alla ripresa vegetativa e immediatamente dopo il primo e secondo taglio. Per il fosforo si è fatto ricorso al superfosfato, elargito in un'unica quota al risveglio vegetativo.

Nella sola stazione di Cedrasco è stato infine somministrato, a partire dal secondo anno, del potassio a pieno campo (solfato), in quantità pari a 150 Kg ha⁻¹ in ossido.

Le pratiche culturali si sono limitate alle operazioni di concimazione e sfalcio (Tav. 5). Nell'annata '91 il decorso climatico siccitoso ha annullato a Cedrasco i ricacci susseguenti al secondo raccolto. Precipitazioni insistenti hanno invece ritardato nelle annate successive il quarto sfalcio ad Ardenno.

2.1.3 - Indagini analitiche ed elaborazioni

Su tutti gli sfalci si è provveduto alla determinazione dei seguenti parametri:

- produzione in foraggio tal quale e in sostanza secca;
 - tenore proteico della fitomassa secondo Dumas, (ottenuto moltiplicando il tenore azotato per il coefficiente 6,25) per le sole tesi di maggior interesse teorico (N0P0, N1P0, N1P1, N2P1) e calcolo delle asportazioni azotate e degli indici di recupero apparente;
 - tenore in fosforo della fitomassa mediante spettrofotometria per le tesi di cui sopra e calcolo delle relative asportazioni;
 - composizione floristica per raggruppamenti familiari (Graminacee, Leguminose ed altre famiglie), secondo il metodo ponderale (pesatura delle biomasse verdi su campioni casuali).
- Le analisi di laboratorio sono state eseguite presso l'Ente Lombardo per il potenziamento zootecnico di Zorlesco - Casalpusterlengo (Milano).

I dati più interessanti sono stati sottoposti ad analisi della varianza. Le elaborazioni sono state

Tavola 4

Simbologia adottata per le tesi e relative dosi annue di azoto e fosforo (Kg ha⁻¹)

TRATTAMENTI	AZOTO	P2O5
N0P0	0	0
N0P1	0	100
N1P0	100	0
N1P1	100	100
N2P0	200	0
N2P1	200	100
N3P0	300	0
N3P1	300	100

Tavola 5
Calendari colturali

CEDRASCO

ARDENNO

	DATA	OPERAZIONE	DATA	OPERAZIONE
1988	27.03	concimazione N, P	27.03	concimazione N, P
	16.05	I taglio	24.05	I taglio
	23.05	concimazione azotata	29.05	concimazione azotata
	06.07	II taglio	12.07	II taglio
	10.07	concimazione azotata	18.07	concimazione azotata
	09.08	III taglio	23.08	III taglio
	25.09	IV taglio	28.09	IV taglio
	1990	17.03	concimazione N, P, K	21.03
17.05		I taglio	25.05	I taglio
28.05		concimazione azotata	01.06	concimazione azotata
09.07		II taglio	11.07	II taglio
12.07		concimazione azotata	16.07	concimazione azotata
10.08		III taglio	22.08	III taglio
23.09		IV taglio	28.09	IV taglio
1991		18.03	concimazione N, P, K	14.03
	27.05	I taglio	29.05	I taglio
	31.05	concimazione azotata	03.06	concimazione azotata
	09.07	II taglio	11.07	II taglio
	12.07	concimazione azotata	16.07	concimazione azotata
			23.08	III taglio
			10.10	IV taglio
1992	23.03	concimazione N, P, K	26.03	concimazione N, P
	18.05	I taglio	28.05	I taglio
	26.05	concimazione azotata	11.06	concimazione azotata
	16.07	II taglio	21.07	II taglio
	20.07	concimazione azotata	28.07	concimazione azotata
	24.08	III taglio	26.08	III taglio
	14.10	IV taglio	23.10	IV taglio
	1993	16.03	concimazione N, P, K	16.03
24.05		I taglio	31.05	I taglio
28.05		concimazione azotata	07.06	concimazione azotata
09.07		II taglio	13.07	II taglio
16.07		concimazione azotata	16.07	concimazione azotata
12.08		III taglio	26.08	III taglio
05.10		IV taglio	27.10	IV taglio

condotte sia per le singole prove, separatamente, che in modo congiunto, considerando in tal caso le località fattore casuale ed adottando pertanto il modello III dell'ANOVA, più consono alle necessità di una generalizzazione delle acquisizioni. Per maggior cautela, i fattori sperimentali e le loro interazioni sono sempre stati testati sulle rispettive interazioni con le località anche nel caso in cui queste non denunciavano significatività. Al termine delle prove si è proceduto ad elaborazione consuntiva secondo un modello distributivo a split-block.

Per quanto riguarda i rilievi pedologici sono stati praticati al termine del quinquennio carotaggi in tutte le parcelle con la tecnica del campione composto, alla profondità di 20 cm e dopo rimozione della cotenna. Si sono valutati i pH in acqua per via potenziometrica ed i tenori in P_2O_5 assimilabile con metodica Olsen. Anche questi risultati sono stati sottoposti ad analisi della varianza.

2.2 - RISULTATI E DISCUSSIONE

2.2.1 - Produzione di foraggio

ANNATA 1989

Il confronto statistico per la produzione annua in sostanza secca (Tav. 6) mette in luce una notevole attività per entrambe le variabili sperimentali ($P=0.01$ e $P=0.05$ le soglie di significatività rispettivamente per la concimazione azotata e per quella fosfatica). Pur in realtà contraddistinte da differente vocazionalità (F significativo per $P=0.001$ per il fattore località) esse ostentano dinamismi sovrapponibili che scaturiscono da una indipendenza d'azione (assenza di interazione LN, LP e LNP). Per il fosforo questa si estrinseca in un aumento delle rese medie di 1.27 t ha^{-1} di s.s.(8.3%), ovvero di 12.7 Kg ha^{-1} per unità di anidride fosforica. L'azoto induce invece incrementi medi di 2.63 t ha^{-1} (20.6%) e 5.03 t ha^{-1} (39.5%) rispettivamente ai primi due dosaggi;

Tavola 6

Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale per l'insieme delle località (t ha^{-1}) - Anno 1989

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	3,60	3,31	3,21	2,49	12,61
N1P0	4,43	4,20	3,45	2,42	14,50
N2P0	5,38	5,10	4,11	2,49	17,08
N3P0	5,22	4,77	4,37	2,96	17,32
N0P1	3,45	3,52	3,29	2,62	12,88
N1P1	5,19	4,64	3,99	2,43	16,25
N2P1	5,92	5,18	4,72	2,65	18,47
N3P1	6,24	5,33	4,49	2,94	19,00

MEDIA P0	4,66	4,35	3,79	2,59	15,38
MEDIA P1	5,20	4,67	4,12	2,66	16,65

MEDIA N0	3,53	3,42	3,25	2,56	15,38
MEDIA N1	4,81	4,42	3,72	2,43	17,78
MEDIA N2	5,65	5,14	4,42	2,57	18,16
MEDIA N3	5,73	5,05	4,43	2,95	18,16

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	0,001	0,001	0,001	n.s.	0,001
2-Blocchi	n.s.	n.s.	0,05	0,05	n.s.
3-Azoto	n.s.	0,05	0,05	n.s.	0,01
N0 v. Nj	n.s.	0,05	0,01	n.s.	0,01
N1 v. N2+N3	n.s.	n.s.	0,05	n.s.	0,05
N2 v. N3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
4-Int. LN	0,001	0,05	n.s.	0,01	n.s.
5-Fosforo	n.s.	0,05	n.s.	n.s.	0,05
6-Int. LP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
7-Int. NP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-Int. LNP	0,001	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per $P = 0.05$ e maiuscole per $P = 0.01$) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 7

STAZIONE DI CEDRASCO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha⁻¹) - Anno 1989

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	3,38 d D	3,09 c C	2,34 c C	2,48 b AB	11,29 c C
N1P0	3,80 d CD	3,55 c BC	2,81 bc BC	2,11 b B	12,27 c BC
N2P0	4,36 c BC	4,19 b AB	3,47 ab AB	2,56 ab AB	14,58 b A
N3P0	4,44 c BC	4,20 b AB	4,00 a A	3,08 a A	15,72 ab A
N0P1	3,61 d D	3,19 c C	2,34 c C	2,31 b B	11,45 c C
N1P1	4,81 bc AB	4,19 b AB	3,34 ab AB	2,15 b B	14,49 b AB
N2P1	5,37 a A	4,31 ab A	3,96 a A	2,65 ab AB	16,29 a A
N3P1	4,98 ab AB	4,71 a A	3,59 a AB	3,07 a A	16,35 a A

MEDIA P0	4,00	3,76	3,16	2,56	13,47
MEDIA P1	4,69	4,10	3,31	2,55	14,65

MEDIA N0	3,50	3,14	2,34	2,40	11,37
MEDIA N1	4,31	3,87	3,08	2,13	13,38
MEDIA N2	4,87	4,25	3,72	2,61	15,44
MEDIA N3	4,71	4,46	3,80	3,08	16,04

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2-Fosforo	0,001	0,01	n.s.	n.s.	0,01
3-N0 v. N1	0,001	0,001	0,001	n.s.	0,001
4-N1 v. N2+N3	0,01	0,01	0,01	0,001	0,001
5-N2 v. N3	n.s.	n.s.	n.s.	0,05	n.s.
6-Int. 3*P	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
7-Int. 4*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-Int. 5*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

quantitativi superiori (N3) si rivelano di scarso interesse. L'indice medio di efficienza, che fino ai 200 Kg ha⁻¹ si mantiene elevato (attorno ai 26 Kg di s.s. per unità fertilizzante nell'intervallo N0-N1 ed ai 24 kg nell'intervallo N1-N2), crolla infatti nel segmento successivo a meno di 4 Kg. Il trattamento migliore risulta essere l'N2P1, che innalza la resa di 5.86 tha⁻¹, vale a dire del 46.5%.

L'effetto della concimazione è massimo nei primi tagli, tende a scemare nel terzo e si annulla definitivamente nel quarto. Ne consegue un leggero anticipo temporale della produzione che tuttavia conserva una buona ripartizione tra i raccolti principali.

Per quanto concerne le singole prove (Tavv. 7, 8) si segnala una leggera superiorità nella risposta fornita dall'azoto nella stazione di Ardenno, malgrado qui l'attitudine produttiva, grazie fondamentalmente ad una maggiore disponibilità idrica, risulti più elevata (3.92 tha⁻¹ in più come resa media di campo). Del tutto analoga e molto pronunciata la significatività: per l'azoto (P=0.001), come per il fosforo (P=0.01).

Tavola 8

STAZIONE DI ARDENNO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha⁻¹) - Anno 1989

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	3,82 f E	3,53 d C	4,08 d B	2,50	13,93 e E
N1P0	5,06 e D	4,86 c AB	4,10 cd B	2,73	16,75 d D
N2P0	6,40 bc B	6,02 a A	4,76 b AB	2,43	19,61 bc ABC
N3P0	6,00 cd BC	5,34 abc A	4,73 bc AB	2,83 F	18,90 c BCD
N0P1	3,30 g E	3,86 d BC	4,24 bcd B	2,94 n. s.	14,34 e E
N1P1	5,58 d CD	5,08 bc AB	4,63 bcd AB	2,71	18,00 cd CD
N2P1	6,47 b B	6,05 a A	5,47 a A	2,66	20,65 ab AB
N3P1	7,50 a A	5,94 ab A	5,39 a A	2,81	21,64 a A

MEDIA P0	5,32	4,94	4,42	2,62	17,30
MEDIA P1	5,71	5,23	4,93	2,78	18,66

MEDIA N0	3,56	3,70	4,16	1,25	14,14
MEDIA N1	5,32	4,97	4,37	1,37	17,38
MEDIA N2	6,44	6,04	5,12	1,22	20,13
MEDIA N3	6,75	5,64	5,06	2,82	20,27

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n. s.	n. s.	n. s.	0,01	n. s.
2-Fosforo	0,01	n. s.	0,01	n. s.	0,01
3-N0 v. Nj	0,001	0,001	0,001	n. s.	0,001
4-N1 v. N2+N3	0,001	0,01	0,001	n. s.	0,001
5-N2 v. N3	0,05	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
6-Int. 3*P	0,001	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
7-Int. 4*P	n. s.				
8-Int. 5*P	0,001	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

ANNATA 1990

Diversamente dall'anno precedente i due fattori sperimentali interagiscono con le località (Tav. 9), modificano cioè il loro comportamento passando da una stazione all'altra. Questo riduce da un lato la significatività della elaborazione cumulata delle prove (per l'azoto il limite fiduciale scende al 95%; per il fosforo rimane al di sotto) costringendo ad approfondire l'esplorazione separata delle due esperienze (Tavv. 10, 11).

A Cedrasco, la scarsa pluviometria nei mesi estivi ha parzialmente compromesso lo sviluppo vegetativo nel terzo taglio, non impedendo per altro alle rese medie globali di raggiungere picchi e significatività paragonabili alla stagione '89.

Il fosforo innalza in media la produzione di 1.25 tha⁻¹ (9%); l'azoto di 1.70 tha⁻¹ (14.8%), 3.99 tha⁻¹ (34.8%) e 5.26 tha⁻¹ (45.9%) al crescere della dose. La concimazione azotata denota un'attività più vigorosa alla massima soglia, non sufficiente tuttavia per dilatare in misura statisticamente apprezzabile la resa. Gli indici medi di efficienza non si allontanano quindi più di tanto dalla stagione '89, salvo un declino meno brusco nell'intervallo N2-N3, nel quale l'unità

Tavola 9

Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale per l'insieme delle località (tha⁻¹) - Anno 1990

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio *	totale annuo *
N0P0	4,18	3,88	3,27	2,33	13,52
N1P0	5,15	4,41	3,29	2,55	15,71
N2P0	5,60	4,84	3,61	2,09	15,99
N3P0	5,86	5,13	4,16	2,86	18,21
N0P1	5,38	4,80	3,62	2,78	16,12
N1P1	5,78	4,98	3,92	2,74	17,34
N2P1	6,67	5,57	4,40	2,65	19,30
N3P1	7,32	5,53	4,35	3,02	20,37

MEDIA P0	5,20	4,57	3,58	2,46	15,86
MEDIA P1	6,29	5,22	4,07	2,80	18,29

MEDIA N0	4,78	4,34	3,45	2,55	14,82
MEDIA N1	5,47	4,70	3,61	2,64	16,53
MEDIA N2	6,14	5,21	4,01	2,37	17,64
MEDIA N3	6,59	5,33	4,26	2,94	19,29

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	0,001	0,001	0,001	n.s.	0,001
2-Blocchi	0,05	n.s.	n.s.	0,01	0,01
3-Azoto	0,05	0,05	n.s.	n.s.	0,05
N0 v. Nj	0,05	0,05	n.s.	n.s.	0,05
N1 v. N2+N3	0,05	0,05	n.s.	n.s.	n.s.
N2 v. N3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
4-Int. LN	n.s.	n.s.	n.s.	0,01	0,01
5-Fosforo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
6-Int. LP	0,01	0,001	n.s.	n.s.	0,001
7-Int. NP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-Int. LNP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

* Medie ricavate da tre repliche

azotata si converte in 12.7 Kg di sostanza secca. Confermata è pure l'assenza di interazione tra i due elementi.

Sui singoli tagli, oltre ad uno spostamento dei rapporti quantitativi verso il primo raccolto, si segnala una certa regressione dell'attività del fosforo già a decorrere dal secondo sfalcio e, per l'azoto, in corrispondenza dello sfruttamento terminale. Quest'ultimo fenomeno può forse essere messo in relazione con un aumento delle perdite per volatilizzazione ammoniacale, conseguenza del clima siccitoso.

Se, in ultima analisi, il quadro produttivo a Cedrasco non pare distinguersi più di tanto dall'anno precedente, ad Ardenno si viene invece abbozzando una situazione del tutto nuova, destinata a consolidarsi. Come si evince dalla Tavola 10, la novità è costituita dalla ragguardevole accentuazione dell'attività della concimazione fosfatica (innalzamento delle rese medie di 3.61 tha⁻¹, pari al 19.9%, significativo per P=0.001) e dal parallelo attenuarsi di quella azotata (incrementi

Tavola 10

STAZIONE DI CEDRASCO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha⁻¹) - Anno 1990

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio *	totale annuo *
N0P0	3,83 e D	3,38 c C	2,18	2,11 bc A	11,22 d D
N1P0	4,44 de BCD	3,75 bc C	1,85	2,26 abc A	12,91 bcd CD
N2P0	5,43 c AB	4,65 'a AB	2,45	1,84 c A	14,07 b BC
N3P0	5,48 bc AB	4,72 a AB	2,53 F	2,99 ab A	16,13 a AB
N0P1	4,28 de CD	3,91 bc BC	2,17 n.s.	2,29 abc A	11,72 cd CD
N1P1	4,99 cd BC	4,04 b ABC	2,36	2,19 abc A	13,43 bc CD
N2P1	6,25 ab A	4,85 a A	3,23	2,49 abc A	16,85 a A
N3P1	6,35 a A	4,65 a AB	2,78	3,24 a A	17,33 a A

MEDIA P0	4,80	4,13	2,25	2,30	13,58
MEDIA P1	5,47	4,36	2,64	2,55	14,83

MEDIA N0	4,06	3,65	2,18	2,20	11,47
MEDIA N1	4,72	3,90	2,11	2,23	13,17
MEDIA N2	5,84	4,75	2,84	2,17	15,46
MEDIA N3	5,92	4,69	2,66	3,11	16,73

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2-Fosforo	0,01	n.s.	n.s.	n.s.	0,01
3-N0 v. Nj	0,001	0,001	n.s.	n.s.	0,001
4-N1 v. N2+N3	0,001	0,001	n.s.	n.s.	0,001
5-N2 v. N3	n.s.	n.s.	n.s.	0,05	0,05
6-int. 3*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
7-int. 4*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-int. 5*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

* Medie ricavate da tre repliche

rispettivamente di 1.73, 1.68 e 3.71 tha⁻¹ per i tre dosaggi saggianti, pari al 9.5, 9.2 e 20.4%), anche se per questa va tenuto conto dell'elevato livello produttivo del testimone che ne stempera l'effetto.

Poiché la presenza di falda freatica superficiale ha qui generosamente compensato la mediocre piovosità estiva, consentendo rese eccellenti in tutti gli sfalci e nelle stesse parcelle testimone, sembra corretto giustificare il fenomeno non tanto con le azioni di stimolo del fosforo sullo sviluppo radicale, bensì con le massicce asportazioni di elemento, ovvero con un assottigliamento delle non trascendentali riserve pedologiche nelle parcelle non fosfatate.

Altro punto di discordanza rispetto a Cedrasco si individua nella prosecuzione dell'attività dell'azoto aldilà della soglia N2. Mentre il contrasto N1 vs N2+N3 non valica il limite di probabilità del 5%, tra N2 e N3 si profilano divergenze assai significative che conferiscono alla combinazione N3P1 la palma di miglior trattamento, con uno scarto sul testimone di 7.62 tha⁻¹ (48.2%). Gli indici medi di efficienza della concimazione azotata vengono dunque ad assumere valori di 17.2 Kg di sostanza secca alla soglia N1, 8.4 Kg nel segmento N1-N2 e 20.3 Kg nel successivo.

In merito ai singoli sfalci va sottolineato il prolungamento sull'intero arco stagionale dell'at-

Tavola 11

STAZIONE DI ARDENNO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha⁻¹) - Anno 1990

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	4,52 d D	4,37 f E	4,36 d D	2,54 bc BC	15,79 d E
N1P0	5,86 c BC	5,08 de CDE	4,74 cd CD	2,83 b B	18,51 c CD
N2P0	5,76 c CD	5,03 e DE	4,78 c CD	2,34 c C	17,91 c D
N3P0	6,23 bc BC	5,53 cde CD	5,80 ab A	2,74 b BC	20,30 b BC
N0P1	6,49 bc BC	5,70 bcd ABCD	5,06 c BC	3,27 a A	20,52 b B
N1P1	6,56 bc BC	5,91 abc ABC	5,49 b AB	3,30 a A	21,26 b B
N2P1	7,08 b AB	6,29 ab AB	5,57 ab AB	2,82 b B	21,76 b AB
N3P1	8,29 a A	6,41 a A	5,92 a A	2,81 b B	23,43 a A

MEDIA P0	5,59	5,00	4,92	2,61	18,13
MEDIA P1	7,11	6,08	5,51	3,05	21,74

MEDIA N0	5,51	5,04	4,71	2,91	18,16
MEDIA N1	6,21	5,50	5,12	3,07	19,89
MEDIA N2	6,42	5,66	5,18	2,58	19,84
MEDIA N3	7,26	5,97	5,86	2,78	21,87

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	0,05	n.s.	n.s.	0,01	0,01
2-Fosforo	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
3-N0 v. N1	0,001	0,001	0,001	n.s.	0,001
4-N1 v. N2+N3	0,05	n.s.	0,01	0,001	0,05
5-N2 v. N3	0,05	n.s.	0,001	n.s.	0,001
6-Int. 3*P	n.s.	n.s.	n.s.	0,05	n.s.
7-Int. 4*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-Int. 5*P	n.s.	n.s.	0,05	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

tività del fosforo per le tesi trattate ed una più marcata concentrazione della produzione nel taglio maggengo. Di difficile interpretazione l'assetto produttivo del quarto taglio, il cui contributo alla resa annua è comunque marginale.

ANNATA 1991

L'esito produttivo della stagione '91 è stato pesantemente condizionato dall'andamento climatico straordinariamente siccitoso che ha provocato la perdita del terzo e quarto taglio nel campo di Cedrasco.

L'analisi della varianza per l'insieme delle stazioni (Tav. 11) ricalca in ogni modo fedelmente quanto già emerso nell'annata '90, attribuendo relativo significato agli effetti dei due nutrienti, causa il riproporsi di interazioni con le località (Tavv. 13, 14).

A Cedrasco, la perdita produttiva è stata mediamente del 40%. L'azoto, assecondando la tendenza affiorata in passato, intensifica l'attività alla dose massima (N3), avvicinando l'indice medio di conversione nell'intervallo N2-N3 a quello dell'intervallo N0-N2 (15 kg contro 16.9 kg

Tavola 12

Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale per l'insieme delle località (tha⁻¹) - Anno 1991

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	3,55	2,46			8,68
N1P0	4,25	2,96			10,16
N2P0	4,63	3,51			10,88
N3P0	5,05	4,01			12,21
N0P1	4,86	3,59			12,18
N1P1	5,66	3,55			12,55
N2P1	6,80	4,75			14,96
N3P1	7,79	5,30			16,99

MEDIA P0	4,37	3,24			10,48
MEDIA P1	6,28	4,30			14,17

MEDIA N0	4,21	3,03			10,43
MEDIA N1	4,96	3,26			11,36
MEDIA N2	5,72	4,13			12,92
MEDIA N3	6,42	4,66			14,60

SIGNIFICATIVITA'

1-Localita'	n.s.	0,001			0,001
2-Blocchi	0,01	n.s.			0,01
3-Azoto	n.s.	0,05			0,05
N0 v. Nj	n.s.	0,05			0,05
N1 v. N2+N3	n.s.	0,05			0,05
N2 v. N3	n.s.	n.s.			n.s.
4-Int. LN	0,001	0,05			0,01
5-Fosforo	n.s.	n.s.			n.s.
6-Int. LP	0,001	0,001			0,001
7-Int. NP	n.s.	n.s.			n.s.
8-Int. LNP	0,01	0,01			0,01

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

di sostanza secca per unità di azoto) e differenziando statisticamente per P=0.01 il trattamento N3 da N2. Al crescere degli apporti le rese medie globali incrementano nell'ordine di 1.07 tha⁻¹ (17.2%), 3.38 tha⁻¹ (54.4%) e 4.88 tha⁻¹ (78.6%). Anche al livello intermedio, quindi, la spinta produttiva diviene molto più energica che in precedenza.

Analogo "trend" si rileva per il fosforo (aumento di 1.26 tha⁻¹, pari al 15.9%, significativo per P=0.001). Come dimostrato negli anni susseguenti, la causa non va ricercata in un depauperamento delle scorte pedologiche, quanto nei benefici a livello di assorbimento idrico derivanti dall'espansione dell'apparato ipogeo indotta dagli arricchimenti fosfatici.

L'azione combinata dei due nutrienti, sommandosi senza sinergismi, fa sì che la tesi N3P1 sopravanzi, alla soglia del 5%, N2P1, raddoppiando esattamente la produzione del controllo.

Per la località di Ardenno si può notare come esca ulteriormente rafforzato il ruolo della

Tavola 13

STAZIONE DI CEDRASCO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha⁻¹) - Anno 1991

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	3,79 f E	2,10 d DE			5,89 d E
N1P0	4,56 de DE	2,05 d E			6,61 d E
N2P0	5,54 c C	3,20 bc BCD			8,74 c C
N3P0	6,53 b B	3,87 ab ABC	n. e.	n. e.	10,40 b B
N0P1	4,45 e DE	2,08 d DE			6,53 d E
N1P1	5,19 cd CD	2,75 cd CDE			7,94 c CD
N2P1	6,50 b B	3,94 ab AB			10,44 b AB
N3P1	7,43 a A	4,35 a A			11,78 a A

MEDIA P0	5,11	2,81			7,91
MEDIA P1	5,89	3,28			9,17

MEDIA N0	4,12	2,09			6,21
MEDIA N1	4,88	2,40			7,28
MEDIA N2	6,02	3,57			9,59
MEDIA N3	6,98	4,11			11,09

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	n.s.			n.s.
2-Fosforo	0,001	0,05			0,001
3-N0 v. Nj	0,001	0,001			0,001
4-N1 v. N2+N3	0,001	0,001			0,001
5-N2 v. N3	0,001	n.s.			0,001
6-Int. 3*P	n.s.	n.s.			n.s.
7-Int. 4*P	n.s.	n.s.			n.s.
8-Int. 5*P	n.s.	n.s.			n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

concimazione fosfatica, il cui impulso produttivo si quantifica in ben 6.12 tha⁻¹ di s.s. (46.9%). Al riguardo sono state effettuate a fine stagione analisi del terreno nelle parcelle delle tesi N0P0 e N0P1 (Tav. 15), analisi che certificano l'impoverimento del bagaglio di fosforo estraibile nelle tesi non fosfatate (all'inizio della prova la dotazione di P₂O₅ assimilabile era di 27 ppm). Si deve ragionevolmente supporre che ai dosaggi superiori di azoto le riduzioni siano più consistenti; non solo, ma che, come lascerebbero intendere i valori delle asportazioni di fosforo (si veda più avanti) interessino anche le tesi arricchite con l'elemento.

La caduta di attività dell'azoto, nell'anno precedente non estranea a circostanze contingenti, si colloca ora più logicamente in questa cornice. Gli scarti sul testimone, in media annua pari a 0.79 tha⁻¹ (5.4 %), 1.6 tha⁻¹ (10.9 %) e 3.45 tha⁻¹ (23,5 %) per le tre dosi saggiate, sono infatti più contenuti in assenza di apporti fosfatici, ad indicare la scarsa reperibilità del nutriente nel suolo. La tesi N3P1 perviene ad una resa di 22.2 tha⁻¹, superiore di ben 10.73 t al testimone (+ 93.5 %).

Rispetto alla distribuzione temporale della produzione si ravvisa nuovamente una tendenza, in verità poco marcata, ad anticipare il raccolto con le somministrazioni.

Tavola 14

STAZIONE DI ARDENNO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha⁻¹) - Anno 1991

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	3,31 e D	2,81 e D	3,49 g F	1,86 de DE	11,47 e E
N1P0	3,95 e D	3,87 cd, C	3,98 ef DEF	1,92 de CDE	13,72 d D
N2P0	3,71 e D	3,83 b C	3,79 fg EF	1,69 e E	13,02 d DE
N3P0	3,58 e D	4,15 cd C	4,24 de CDE	2,05 cd BCD	14,02 d D
N0P1	5,27 d C	5,10 b B	4,79 bc BC	2,68 a A	17,84 c BC
N1P1	6,14 c BC	4,36 c C	4,43 cd BCD	2,25 bc BC	17,18 c C
N2P1	7,09 b B	5,56 b AB	4,92 b AB	1,92 de CDE	19,49 b B
N3P1	8,15 a A	6,26 a A	5,48 a A	2,32 b B	22,20 a A

MEDIA P0	3,64	3,67	3,88	1,88	13,06
MEDIA P1	6,66	5,32	4,91	2,29	19,18

MEDIA N0	4,29	3,96	4,14	2,27	14,66
MEDIA N1	5,05	4,12	4,21	2,09	15,45
MEDIA N2	5,40	4,70	4,36	1,81	16,26
MEDIA N3	5,87	5,21	4,86	2,19	18,11

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	0,01	0,05	n.s.	n.s.	0,01
2-Fosforo	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
3-N0 v. Nj	0,001	0,001	0,05	0,01	0,001
4-N1 v. N2+N3	0,05	0,001	0,01	n.s.	0,001
5-N2 v. N3	n.s.	0,01	0,01	0,001	0,001
6-Int. 3*P	0,01	0,01	n.s.	0,001	n.s.
7-Int. 4*P	0,001	0,001	0,05	n.s.	0,001
8-Int. 5*P	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 15

STAZIONE DI ARDENNO - Tenori medi in P₂O₅ assimilabile (ppm) dei suoli delle parcelle testimoni - Anno 1991

TESI	P2O5
N0P0	17.75
N0P1	26.00

SIGNIFICATIVITA'

1 - Blocchi	n. s.
2 - Fosforo	0.05

Anche in questa stagione la vegetazione ha dovuto confrontarsi con un decorso climatico avverso, adattandosi su standard produttivi poco più che mediocri, i più bassi documentati fino ad ora nella media delle prove (Tav. 16).

Le interazioni tra i fattori sperimentali e gli ambienti acquisiscono ulteriore spessore statistico ($P=0.01$ per l'insieme di essi), mettendo a nudo il profondo solco che separa ormai le due esperienze (Tavv. 17, 18).

A Cedrasco si è avuto nel corso del tempo una eloquente continuità nelle risposte sperimentali, in particolare per quanto riguarda la concimazione azotata. Nel presente anno la sua azione ha modo di concretizzarsi ulteriormente. I maggiori valori di biomassa forniti ammontano mediamente a 1.26 (16.8 %), 4.85 (64.7 %) e 6.53 $t\ ha^{-1}$ (87.1 %) per dosi di impiego crescente, con le solite connotazioni di alta rilevanza statistica. La concimazione fosfatica, che nel passato aveva manifestato debole ma significativa incisività, accusa invece ora una battuta d'arresto, sollecitando ancora, ma in modo trascurabile e casuale, le rese.

Tavola 16

Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale per l'insieme delle località ($t\ ha^{-1}$) - Anno 1992

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	2,68	2,24	2,12	1,13	8,16
N1P0	3,40	2,75	2,05	1,04	9,23
N2P0	3,60	3,14	2,31	1,27	10,32
N3P0	3,94	3,57	2,67	1,55	11,73
N0P1	3,69	2,82	2,39	1,45	10,35
N1P1	4,34	3,35	2,41	1,34	11,44
N2P1	5,49	4,28	2,95	1,51	14,24
N3P1	6,31	4,97	3,36	1,64	16,28

MEDIA P0	3,40	2,92	2,29	1,25	9,86
MEDIA P1	4,96	3,86	2,78	1,49	13,08

MEDIA N0	3,19	2,53	2,25	1,29	9,26
MEDIA N1	3,87	3,05	2,23	1,19	10,34
MEDIA N2	4,54	3,71	2,63	1,39	12,28
MEDIA N3	5,12	4,27	3,02	1,60	14,01

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	n.s.	n.s.	0,001	0,001	0,001
2-Blocchi	0,001	0,05	n.s.	n.s.	n.s.
3-Azoto	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N0 v. Nj	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N1 v. N2+N3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N2 v. N3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
4-Int. LN	0,001	0,001	n.s.	0,001	0,001
5-Fosforo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
6-Int. LP	0,001	0,001	n.s.	0,01	0,001
7-Int. NP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-Int. LNP	0,001	n.s.	0,01	0,05	0,01

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per $P = 0.05$ e maiuscole per $P = 0.01$) sono tra loro statisticamente non diverse

Diversamente, ad Ardenno lo scenario è andato gradualmente evolvendo con l'erosione delle scorte fosfatiche del suolo, allontanandosi sempre più dall'assetto iniziale, non molto discorde da Cedrasco.

In questo quarto anno il fosforo assume a vero fattore limitante della produzione. Ciò lo si deduce osservando il comportamento dell'azoto (già evidenziatosi nell'annata '91) nelle tesi ad apporto fosfatico nullo, in palese contrasto con quello ostentato nelle combinazioni trattate.

Nella media, gli scostamenti sul testimone ripiegano così su valori rispettivamente di 0.89 (8.1 %), 1.19 (10.8 %) e 2.97 tha^{-1} (27 %) alle soglie N1, N2 e N3, conservando per altro una elevata affidabilità statistica.

La risposta alla concimazione fosfatica assume ovviamente ben altre proporzioni (5.86 tha^{-1} di s.s., pari al 62.7 %). Il trattamento N3P1, con un rendimento di oltre 18 tha^{-1} , supera al livello fiduciale più critico le altre tesi, moltiplicando di un fattore 2.16 la produzione di N0P0.

Più ingente che non a Cedrasco appare infine nei trattati il contributo relativo del raccolto maggengo.

Tavola 17

STAZIONE DI CEDRASCO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha^{-1}) - Anno 1992

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	2,80 c C	2,25 cd C	1,76 abc ABC	1,16 cd CDE	7,96 cd CD
N1P0	3,69 b B	2,66 cd C	1,11 c C	0,84 e E	8,30 cd CD
N2P0	4,86 a A	3,98 b B	1,52 bc ABC	1,34 bc BCD	11,70 b B
N3P0	5,21 a A	4,42 ab AB	2,32 ab ABC	1,59 ab AB	13,54 a AB
N0P1	2,70 c C	2,03 d C	1,17 c BC	1,15 cde CDE	7,04 d D
N1P1	3,79 b B	2,89 c C	1,58 bc ABC	0,96 de DE	9,22 c C
N2P1	5,11 a A	4,03 a AB	2,44 ab AB	1,43 bc ABC	13,00 ab AB
N3P1	5,29 a A	4,89 b A	2,57 a A	1,78 a A	14,52 a A

MEDIA P0	4,14	3,33	1,68	1,23	10,38
MEDIA P1	4,22	3,46	1,94	1,33	10,95

MEDIA N0	2,75	2,14	1,46	1,15	7,50
MEDIA N1	3,74	2,77	1,35	0,90	8,76
MEDIA N2	4,98	4,00	1,98	1,38	12,35
MEDIA N3	5,25	4,66	2,44	1,68	14,03

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2-Fosforo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3-N0 v. Nj	0,001	0,001	n.s.	n.s.	0,001
4-N1 v. N2+N3	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001
5-N2 v. N3	n.s.	0,01	n.s.	0,05	0,01
6-Int. 3*P	n.s.	n.s.	0,05	n.s.	0,05
7-Int. 4*P	0,05	0,01	0,05	0,05	n.s.
8-Int. 5*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 18

STAZIONE DI ARDENNO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha⁻¹) - Anno 1992

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	2,56 e DE	2,23 e E	2,47 e E	1,10 d C	8,36 e F
N1P0	3,11 d D	2,83 d D	2,99 d D	1,24 d BC	10,16 d D
N2P0	2,34 e E	2,31 e E	3,10 d CD	1,20 d C	8,94 e EF
N3P0	2,67 e DE	2,72 d DE	3,03 d D	1,51 bc AB	9,93 d DE
N0P1	4,69 c C	3,62 c C	3,61 b B	1,75 a A	13,67 c C
N1P1	4,89 c C	3,81 c C	3,24 cd BCD	1,72 ab A	13,66 c C
N2P1	5,87 b B	4,54 b B	3,47 bc BC	1,59 abc A	15,47 b B
N3P1	7,34 a A	5,05 a A	4,15 a A	1,51 c AB	18,05 a A

MEDIA P0	2,67	2,52	2,90	1,26	9,35
MEDIA P1	5,70	4,25	3,62	1,64	15,21

MEDIA N0	3,63	2,92	3,04	1,42	11,02
MEDIA N1	4,00	3,32	3,11	1,48	11,91
MEDIA N2	4,11	3,42	3,29	1,39	12,21
MEDIA N3	5,00	3,89	3,59	1,51	13,99

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	0,01	0,05	n.s.	n.s.	n.s.
2-Fosforo	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
3-N0 v. Nj	0,001	0,001	0,01	n.s.	0,001
4-N1 v. N2+N3	0,001	0,01	0,01	n.s.	0,001
5-N2 v. N3	0,001	0,01	0,01	n.s.	0,001
6-Int. 3*P	0,001	0,05	0,01	0,01	n.s.
7-Int. 4*P	0,001	0,001	0,01	0,05	0,001
8-Int. 5*P	0,001	n.s.	0,01	0,05	0,05

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

ANNATA 1993

Nel quinquennio di indagine quest'ultima stagione è accostabile, nei livelli produttivi medi, all'annata precedente, sia nella sfera dell'analisi aggregata che nelle singole località (Tavv. 19, 20, 21).

L'irregolare distribuzione delle precipitazioni ha avuto un effetto frenante sull'attività vegetativa durante il periodo estivo ed ha altresì penalizzato il raccolto terminale, ritardandone alquanto l'epoca di sfalci.

Ad Ardenno anche la risposta ai trattamenti non si modifica, riproponendo la notevole efficacia della concimazione fosfatica (+5.97 tha⁻¹ di sostanza secca, pari al 65.9%) ed una scansione per l'azoto altamente significativa fino al dosaggio estremo, ma soffocata dalle carenze fosfatice del suolo (+0.86, +1.41 e +2.5 tha⁻¹ al lievitare della dose, equivalenti in termini percentuali al 7.9, 13 e 23%).

A Cedrasco, invece, si assiste ad un clamoroso rallentamento dell'azione del nutriente che perde ogni significatività statistica in relazione verosimilmente all'accentuarsi dei fenomeni di dirado nel cotico erboso già palesatisi in precedenza, nonché ad un intreccio tra clima e suolo poco

Tavola 19

Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale per l'insieme delle località (tha¹) - Anno 1993

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	3,14	2,46	2,06	1,15	8,82
N1P0	3,40	2,47	2,04	0,91	8,82
N2P0	3,22	2,97	2,23	1,17	9,60
N3P0	3,13	3,18	2,49	1,27	10,07
N0P1	4,50	3,51	2,79	1,66	12,466
N1P1	4,81	3,25	2,74	1,41	12,213
N2P1	5,28	4,07	2,98	1,35	13,68
N3P1	5,40	4,34	3,25	1,54	14,524

MEDIA P0	3,22	2,77	2,21	1,13	9,33
MEDIA P1	5,00	3,79	2,94	1,49	13,22

MEDIA N0	3,82	2,99	2,43	1,41	10,64
MEDIA N1	4,11	2,86	2,39	1,16	10,52
MEDIA N2	4,25	3,52	2,61	1,26	11,64
MEDIA N3	4,26	3,76	2,67	1,41	12,30

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	n.s.	n.s.	0,001	0,01	0,01
2-Blocchi	n.s.	0,01	n.s.	n.s.	n.s.
3-Azoto	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N0 v. Nj	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N1 v. N2+N3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N2 v. N3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
4-Int. LN	0,05	0,001	0,01	0,01	0,05
5-Fosforo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
6-Int. LP	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
7-Int. NP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-Int. LNP	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

confacente alle specie Graminacee selezionate dalle somministrazioni e al processo di acidificazione della matrice, descritto più avanti, che conduce a livelli di pH non certo adatti alle necessità delle buone Graminacee foraggere.

Il fosforo fa registrare, all'opposto, il massimo storico (+1.83 tha¹, pari al 19.1%, significativo per P=0.001) contestualmente allo stemperarsi delle scorte pedologiche di elemento estraibile nelle parcelle non fosfatate (si veda la Tav. 56).

Inneggabile é dunque un avvicinamento tra le due esperienze, non tale però da renderle omologabili: le interazioni LN e LP si conservano infatti elevate, fregiandosi di notazione statistica alle soglie dello 0.05 e 0.001 nell'ordine.

Nessuna interazione tra i due fattori sperimentali e nessuna ripercussione tangibile nella ripartizione percentuale tra i tagli é infine rilevabile.

Tavola 20

STAZIONE DI CEDRASCO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha¹) - Anno 1993

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	3,53 c A	2,54 ef DE	1,89 ab AB	1,50 b ABC	9,45 de BC
N1P0	3,76 abc A	2,11 f E	1,41 b B	1,03 c C	8,30 e C
N2P0	3,73 bc A	3,23 cd BCD	1,84 ab AB	1,43 b ABC	10,22 cd ABC
N3P0	3,54 c A	3,50 bc AB	1,89 ab AB	1,46 b ABC	10,38 bcd ABC
N0P1	4,25 ab A	3,27 bc BC	2,03 a AB	1,86 a A	11,41 abc AB
N1P1	4,44 a A	2,73 de CDE	1,87 ab AB	1,30 bc BC	10,34 bcd ABC
N2P1	4,40 ab A	3,77 ab AB	2,35 a A	1,31 bc BC	11,82 ab A
N3P1	4,21 abc A	4,19 a A	2,18 a AB	1,52 ab AB	12,10 a A

MEDIA P0	3,64	2,84	1,76	1,35	9,59
MEDIA P1	4,32	3,49	2,11	1,50	11,42

MEDIA N0	3,89	2,90	1,96	1,68	10,43
MEDIA N1	4,10	2,42	1,64	1,16	9,32
MEDIA N2	4,06	3,50	2,09	1,37	11,02
MEDIA N3	3,87	3,85	2,04	1,49	11,24

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2-Fosforo	0,001	0,001	0,05	n.s.	0,001
3-N0 v. Nj	n.s.	0,05	n.s.	0,01	n.s.
4-N1 v. N2+N3	n.s.	0,001	0,05	0,05	n.s.
5-N2 v. N3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
6-Int. 3*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
7-Int. 4*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-Int. 5*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

SINTESI DEL QUINQUENNIO

L'esame dei dati consuntivi dei cinque anni di prova, stante le divergenze emerse tra i due scenari, va forzatamente sviluppato in modo disgiunto.

Per la stazione di Cedrasco (Tav. 22 e Grafico 2) l'effetto medio dell'azoto sulla produzione si definisce in 0.67, 3.13 e 4.08 tha⁻¹ per dose crescente, corrispondenti nell'ordine al 6.9, 32.4 e 42.2% ed a indici di efficienza di 6.7, 15.7 e 14.1 kg. Gli scarti tra N1 e N0 e tra N3 e N2 non sono per altro sufficienti per vantare significatività statistica; tra i due gruppi il gap viene invece apprezzato con margine di probabilità dello 0.001.

Le dinamiche si riflettono, seppur con modulazioni eterogenee, in tutti e quattro gli sfalci. L'attività del nutriente, massima al primo sfalcio, va naturalmente affievolendosi col procedere della stagione, in sintonia con le evoluzioni climatiche e il mutare degli assetti floristici, oltre che col programma di somministrazione del concime.

Ben più blanda si scopre l'azione della fertilizzazione fosfatica, circoscritta in termini di valenza statistica al taglio iniziale (P=0.001) e al dato globale annuo (P=0.05), rispetto al quale la spinta produttiva risulta essere mediamente di 1.18 tha⁻¹ (10.7%). La sovrapposizione con l'azoto non

Tavola 21

STAZIONE DI ARDENNO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha⁻¹) - Anno 1993

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
N0P0	2,74 c C	2,39 d D	2,24 e E	0,81 c C	8,18 e E
N1P0	3,05 c C	2,83 c C	2,68 d D	0,79 c C	9,34 d DE
N2P0	2,72 c C	2,72 c CD	2,62 d D	0,92 bc BC	8,97 de DE
N3P0	2,72 c C	2,86 c C	3,09 c C	1,09 b B	9,76 d D
N0P1	4,74 b B	3,76 b B	3,56 b B	1,47 a A	13,53 c C
N1P1	5,19 b B	3,77 b B	3,61 b B	1,52 a A	14,08 c C
N2P1	6,16 a A	4,38 a A	3,62 b B	1,39 a A	15,55 b B
N3P1	6,59 a A	4,48 a A	4,32 a A	1,56 a A	16,95 a A

MEDIA P0	2,81	2,70	2,66	0,90	9,06
MEDIA P1	5,67	4,10	3,78	1,48	15,03

MEDIA N0	3,74	3,07	2,90	1,14	10,85
MEDIA N1	4,12	3,30	3,14	1,15	11,71
MEDIA N2	4,44	3,55	3,12	1,16	12,26
MEDIA N3	4,66	3,67	3,70	1,32	13,35

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	0,001	0,05	n.s.	0,01
2-Fosforo	0,001	0,001	0,001	n.s.	0,001
3-N0 v. N1	0,01	0,001	0,001	n.s.	0,001
4-N1 v. N2+N3	0,05	0,001	0,001	n.s.	0,001
5-N2 v. N3	n.s.	n.s.	0,001	0,05	0,01
6-Int. 3*P	0,01	n.s.	0,05	n.s.	n.s.
7-Int. 4*P	0,001	0,001	n.s.	0,05	0,001
8-Int. 5*P	n.s.	0,05	n.s.	0,01	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

sfocia in alcuna interazione, anche se in N0 gli arricchimenti fosfatici sono del tutto inerti, mentre si ripercuotono con positiva persistenza nei trattati. La combinazione N3P1 fornisce di conseguenza la migliore performance, scavalcando di ben 4.77 tha⁻¹ il testimone (49.8%), ma di sole 0.68 tha⁻¹ (+.7%) la contigua tesi N2P1.

A differenza del fosforo, poco o nulla condizionato dalla stagione (interazione PA significativa nel solo primo taglio), l'azoto risente di effetti d'annata, esplicitati in tutti i raccolti da interazioni PA di spiccata significatività. I grafici 3 e 4 sono estremamente esemplificativi al riguardo: come si può notare, la vegetazione reagisce con buona uniformità in tutto il quinquennio al trattamento fosfatico, salvo deboli oscillazioni nei due anni terminali; le applicazioni azotate operano invece con minore costanza, accusando in particolare una battuta d'arresto finale, immediatamente appresso all'annata di massima attività. Le fluttuazioni nelle produzioni medie di campo, anch'esse percepibili all'analisi della varianza, sono ovviamente subordinate a fattori climatici ed al regime delle precipitazioni in particolare, sebbene non si siano potute smascherare chiare correlazioni statistiche.

Tavola 22

STAZIONE DI CEDRASCO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (t_{ha}⁻¹) - Consuntivo quinquennale

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
NOPO	3,47 e E	2,67 d C	2,04 a A	1,81 c BC	9,58 e C
N1P0	4,05 d DE	2,82 d C	1,80 a A	1,56 c C	9,56 e C
N2P0	4,79 c BCD	3,85 bc AB	2,32 a A	1,79 c BC	11,92 bcd ABC
N3P0	5,04 bc ABC	4,14 ab AB	2,69 a A	2,28 ab AB	13,15 abc AB
NOPI	3,86 de E	2,89 d C	1,93 a A	1,90 bc ABC	9,76 de C
N1PI	4,65 c CD	3,32 cd BC	2,29 a A	1,65 c C	11,12 cde BC
N2PI	5,52 ab AB	4,18 ab AB	2,99 a A	1,97 bc ABC	13,67 ab AB
N3PI	5,65 a A	4,56 a A	2,78 a A	2,40 a A	14,35 a A

MEDIA P0	4,33	3,37	2,21	1,86	11,05
MEDIA P1	4,92	3,74	2,50	1,98	12,23

MEDIA N0	3,66 c C	2,78 d B	1,98 b B	1,86 b B	9,67 b B
MEDIA N1	4,35 b B	3,07 c B	2,04 b AB	1,61 c B	10,34 b B
MEDIA N2	5,15 a A	4,01 b A	2,66 a AB	1,88 b B	12,80 a A
MEDIA N3	5,34 a A	4,35 a A	2,73 a A	2,34 a A	13,75 a A

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2-Azoto	0,001	0,001	0,05	0,001	0,001
3-Fosforo	0,001	n.s.	n.s.	n.s.	0,05
4-Int. PN	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
5-Anni	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
6-Int. NA	0,001	0,001	0,01	0,01	0,001
7-Int. PA	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-Int. NPA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Grafico 2
STAZIONE DI CEDRASCO
Andamento
delle rese medie quinquennali

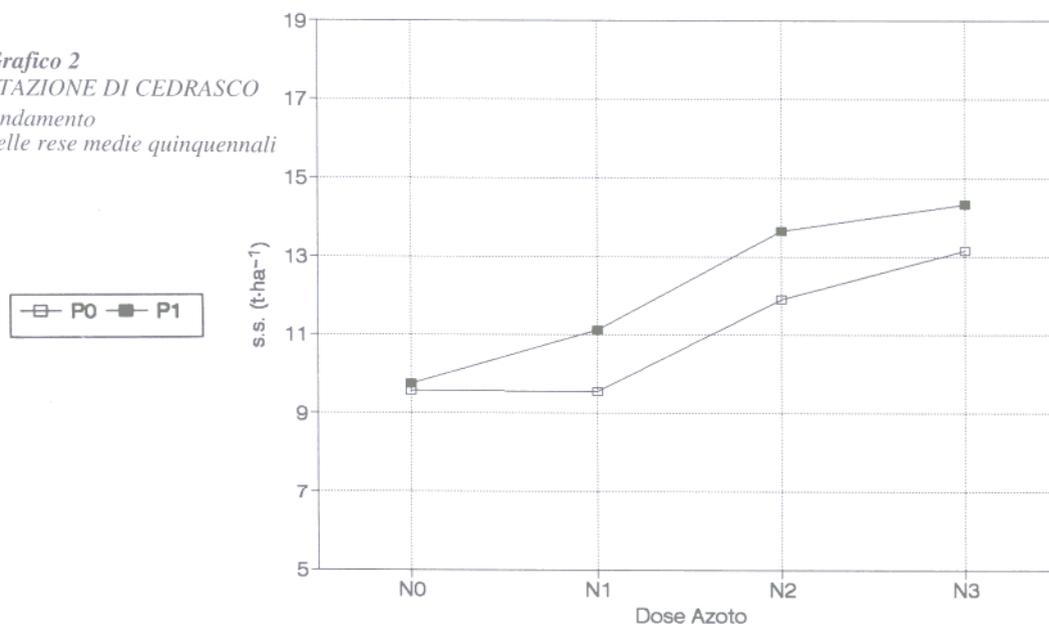


Grafico 3

STAZIONE DI CEDRASCO - Andamento delle rese medie annuali nel quinquennio in funzione della dose di azoto

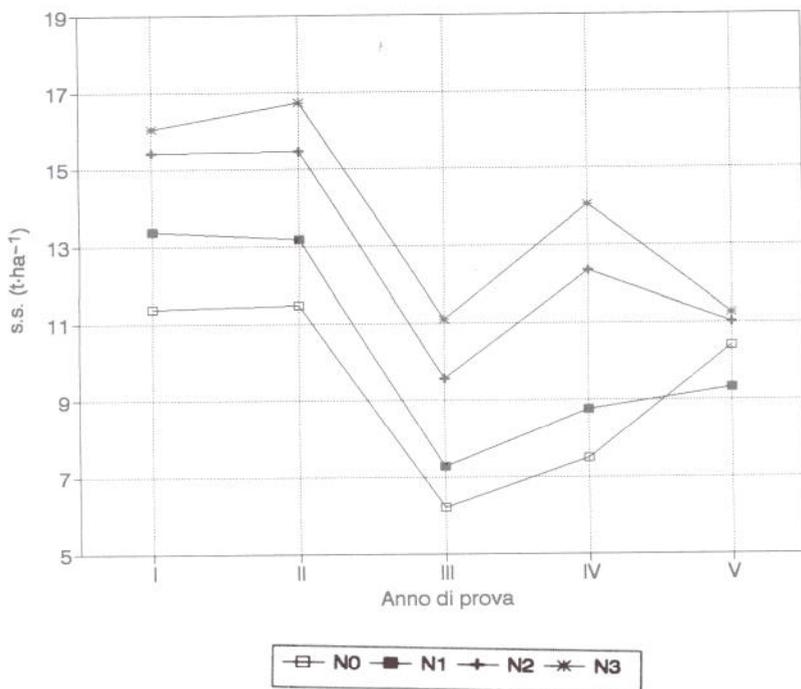
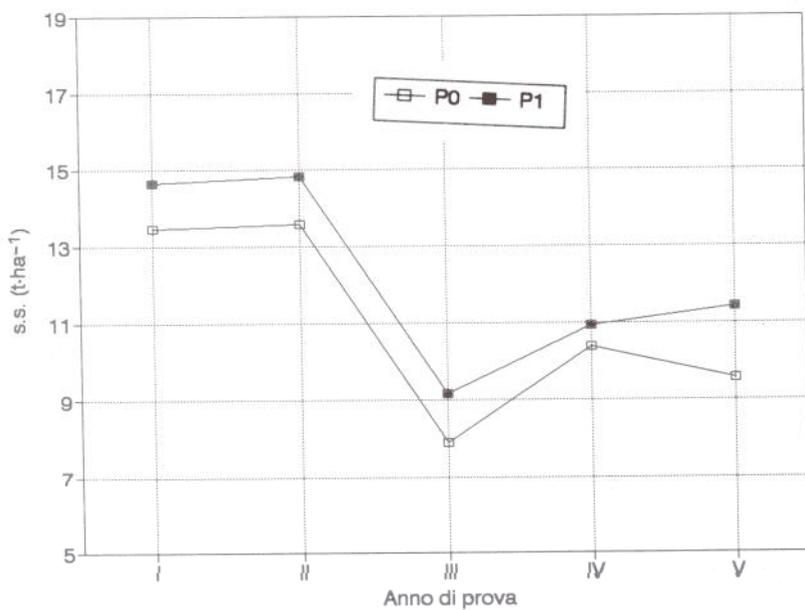


Grafico 4

STAZIONE DI CEDRASCO - Andamento delle rese medie annuali nel quinquennio in funzione della dose di fosforo



Nell'esperienza di Ardenno (Tav. 23 e Grafico 5) le rese si collocano anzitutto su valori superiori e la gerarchia tra i due nutrienti appare rovesciata. E' il fosforo a stimolare con maggior decisione la vegetazione (+4.58 tha⁻¹ di sostanza secca, pari al 34.2%). L'azoto si mostra meno attivo, in raffronto anche alla località di Cedrasco, con incrementi di 1.5 tha⁻¹ (10.9%) per N1, 2.37 tha⁻¹ (17.2%) per N2 e 3.75 tha⁻¹ (27.3%) per N3, cui corrispondono indici medi di conversione rispettivamente di 15, 11.8 e 12.5 kg di materia secca. La differenziazione statistica tra i livelli risulta tuttavia più marcata, in virtù di una minore erraticità accidentale. Come per il fosforo, la significatività si distribuisce su tutti i tagli.

Nei primi due sfalci sono inoltre osservabili interazioni tra i due elementi. Queste si protendono su base annua, esprimendo, come visualizzato con immediatezza nel grafico, le difficoltà della vegetazione ad utilizzare l'azoto ai dosaggi N2 e N3 in assenza di apporti fosfatici o, se si vuole, il miglior sfruttamento di essi in presenza di adeguati pool di azoto. Le produzioni medie delle tesi N2P1 e N3P1 divengono pertanto assai elevate, scavalcando il testimone nell'ordine di 7.03 e 8.9 tha⁻¹ (60.9 e 77.1%) e distinguendosi statisticamente da tutte le altre tesi e, per P=0.05, anche tra di loro.

Analogamente a Cedrasco, i volumi medi di foraggio racimolato variano sensibilmente da

Tavola 23

STAZIONE DI ARDENNO - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha⁻¹) - Consuntivo quinquennale

TESI	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	totale annuo
NoPo	3,39 e E	3,07 d D	3,33 e D	1,76 de C	11,55 f F
N1Po	4,20 d DE	3,89 c C	3,70 de CD	1,90 cde BC	13,69 e EF
N2Po	4,19 d DE	3,98 c C	3,81 cd CD	1,71 e C	13,69 e EF
N3Po	4,24 d DE	4,12 bc C	4,18 bc BC	2,04 bcd AB	14,58 de DE
NoP1	4,90 d CD	4,41 bc C	4,25 bc BC	2,42 a A	15,98 cd CD
N1P1	5,67 c BC	4,59 b BC	4,28 b BC	2,30 ab AB	16,83 c BC
N2P1	6,54 b B	5,36 a AB	4,61 ab AB	2,08 bc AB	18,58 b AB
N3P1	7,57 a A	5,63 a A	5,05 a A	2,20 abc AB	20,45 a A

MEDIA Po	4,00	3,77	3,75	1,86	13,38
MEDIA P1	6,17	5,00	4,55	2,25	17,96

MEDIA N0	4,14 d C	3,74 c C	3,79 d C	2,09 a A	13,76 d C
MEDIA N1	4,94 c B	4,24 b B	3,99 c BC	2,10 a A	15,26 c B
MEDIA N2	5,36 b B	4,67 a AB	4,21 b B	1,89 b B	16,13 b B
MEDIA N3	5,91 a A	4,87 a A	4,61 a A	2,12 a A	17,51 a A

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	0,01	0,05	0,05	0,05	0,01
2-Azoto	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001
3-Fosforo	0,001	0,001	0,01	0,01	0,001
4-Int. PN	0,001	0,05	n.s.	n.s.	0,01
5-Anni	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
6-Int. NA	0,001	0,001	0,01	0,05	0,001
7-Int. PA	0,001	0,001	0,01	0,01	0,001
8-Int. NPA	0,01	0,05	0,001	n.s.	0,001

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Grafico 5

STAZIONE DI ARDENNO - Andamento delle rese medie quinquennali

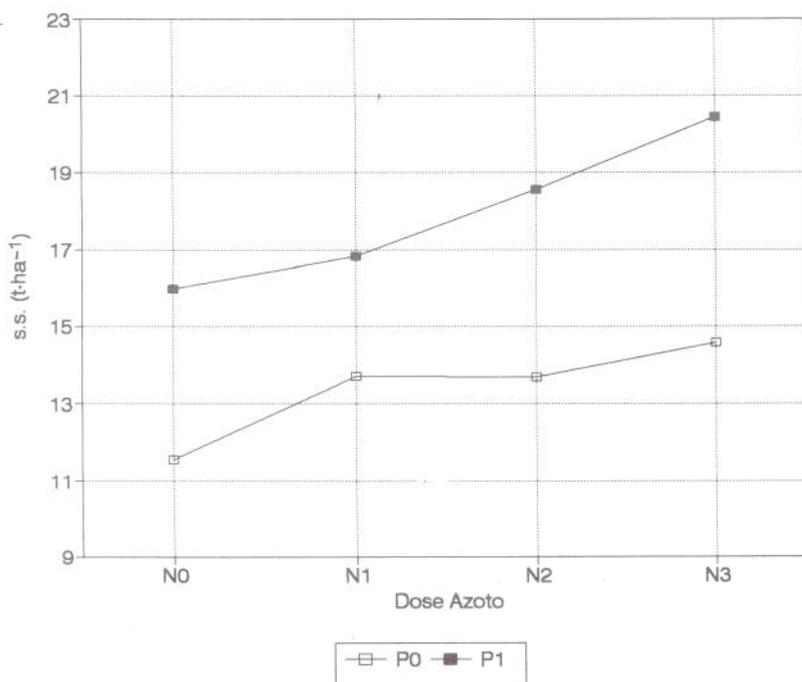


Grafico 6

STAZIONE DI ARDENNO - Andamento delle rese medie annuali nel quinquennio in funzione della dose di azoto

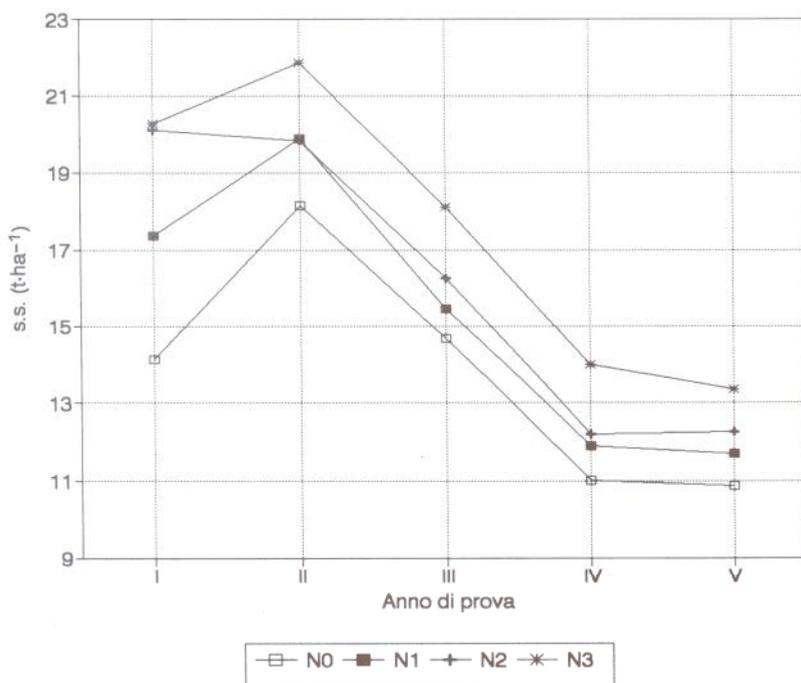
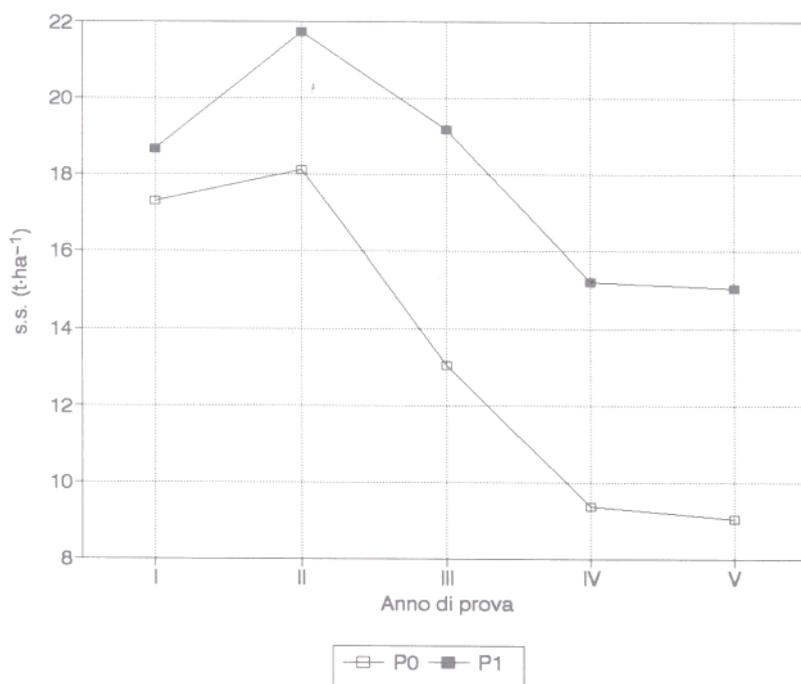


Grafico 7

STAZIONE DI ARDENNO - Andamento delle rese medie annuali nel quinquennio in funzione della dose di fosforo



stagione a stagione, così come l'azione dei concimi (interazioni significative in tutti gli sfalci). I grafici 6 e 7 riportano gli andamenti nel quinquennio, mettendo in risalto per un verso le fluttuazioni complessive, per un altro il progressivo appannamento della funzione della fertilizzazione azotata, contrapposta all'affermarsi della fosfatica. La ricerca di possibili interazioni con parametri climatici non ha sortito, come a Cedrasco, esito alcuno. In questo contesto un ruolo di primo piano è senz'altro recitato dal dinamismo del fosforo, di cui qualche anticipazione è già stata data e che verrà più in dettaglio circostanziato nel prosieguo.

2.2.2 - Tenori proteici dei foraggi e asportazioni azotate

ANNATA 1989

Nel prato polifita il tenore proteico del foraggio riferito alla sostanza secca risente anzitutto del quadro floristico, dello stadio fenologico delle piante, delle disponibilità di elemento minerale nel substrato e del grado di diluizione dell'assorbito, a sua volta correlato a numerosi fattori fisiologici riassumibili nella quantità di fotosintetato accumulato nei tessuti epigei (Paris-Gavazzi-Tabaglio, 1992).

In linea teorica, quindi, la concimazione possiede i requisiti per modificare in senso favorevole tale importante carattere qualitativo. Non va tuttavia sottaciuto quanto diffusamente accertato da numerosi studiosi circa un incremento della componente nitrica, cui si associano i noti rischi di intossicazione per il bestiame (metaemoglobinemia). Secondo Wright e Davison (1964) un foraggio può essere ritenuto potenzialmente pericoloso per i ruminanti allorchè la concentrazione di azoto nitrico supera lo 0.34-0.45 %. Più cautamente, Large (1968) colloca il limite allo 0.2 %. Tali picchi non sono tuttavia facilmente raggiungibili neppure a dosaggi di concimazione già ragguardevoli (Paris-Gavazzi- Tabaglio, 1992).

Nell'intervallo esplorato dall'esperimento l'incidenza della pratica non risulta, in questo primo

anno di prova, molto marcata, esaurendosi in sollecitazioni poco più che modeste nel raccolto maggengo (Tav. 24). Come si ribadirà in seguito, essa non manifesta neppure costanza nei risultati (interazione significativa con le località nell'unico taglio, il primo, ove si rilevano variazioni apprezzabili), circoscrivendo in pratica la sua valenza al caso specifico e rimandando alle singole esperienze. Queste (Tav. 25) consentono di assegnare interamente alle somministrazioni azotate gli effetti osservati: il fosforo (vedi contrasti N1P0 vs N1P1) pare al momento non suscitare reazioni di sorta. L'azione dell'azoto si discosta in modo sostanziale nei due ambiti. Mentre a Cedrasco configura, nel taglio d'esordio, risposte significativi già alla dose inferiore (N1), esaurendosi però alla successiva (N2), ad Ardenno riesce ad innalzare il parametro solo in corrispondenza della soglia estrema. Nella prima località, inoltre, rivendica una maggiore persistenza, percepibile sia nel secondo che, soprattutto, nel terzo taglio.

Come già notato, gli incrementi non raggiungono punte eccelse, ma ciò trova spiegazione nel fatto che l'azoto tende ad agire dapprima in termini quantitativi e solo con apporti medio-alti anche in termini qualitativi.

Il crescendo generale espresso nella seconda metà della stagione vegetativa, interessando in misura non molto dissimile tutte le tesi, parrebbe ascrivibile essenzialmente agli stadi di maturità dell'erba.

Per quanto concerne le asportazioni annue di elemento, dipendendo queste dalle combinazioni di rese e contenuti, incorrono in più ampia e significativa variabilità. L'analisi statistica aggregata non rileva differenze tra le stazioni. Ovunque gli assorbimenti lievitano con regolarità al crescere della dose di azoto e la presenza del fosforo comporta ulteriori assunzioni, piuttosto interessanti in chiave ecologica.

La frazione di somministrato apparentemente recuperata nei raccolti (Tav. 26) corrisponde mediamente al 34,4% per la tesi N1P0, 67,4% per N1P1 e 70,7% per N2P1, con lievi oscillazioni tra le due stazioni. Per contro, le quantità residue, cioè quelle comprendenti le quote immagazzinate nella struttura ipogea della vegetazione, nella matrice pedologica e disperse nell'ambiente, ammontano nell'ordine a 63,08, 35,45 e 68,48 Kg ha⁻¹. Evidente dunque la funzione promozionale della concimazione fosfatica nei riguardi della utilizzazione dell'azoto, ossia la sua azione di freno verso rilasci dell'elemento nell'ecosistema.

Tavola 24

Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto per l'insieme delle località-Anno 1989

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	11,13	11,78	14,43	18,36	273,56 d C
N1P0	12,41 F	10,68 F	14,64 F	18,22 F	307,95 c BC
N1P1	12,40 n.s.	11,17 n.s.	13,81 n.s.	17,85 n.s.	341,94 b B
N2P1	13,57	12,16	14,89	17,98	414,91 a A
MEDIA	12,38	11,44	14,44	18,10	334,59

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	0,001	0,01	n.s.	n.s.	n.s.
2-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3-Fatt. sper.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,001
4-Int. L*F. sp.	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0,05 e maiuscole per P = 0,01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 25

Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto per l'insieme delle località-Anno 1989

STAZ. DI CEDRASCO

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	12,12 b B	12,36	14,94 ab A	18,21	254,20 c B
N1P0	14,89 a A	12,05 F	14,83 ab A	17,96 F	286,05 bc B
N1P1	14,52 a A	11,70 n.s.	14,06 b A	17,36 n.s.	326,40 b AB
N2P1	15,08 a A	13,61	16,19 a A	17,89	405,38 a A
MEDIA	14,15	12,43	15,00	17,85	318,00

STAZ. DI ARDENNO

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	10,15 b B	11,21	13,91	18,50	292,93 b B
N1P0	9,93 b B	9,31 F	14,46 F	18,48 F	329,85 b AB
N1P1	10,27 b B	10,64 n.s.	13,57 n.s.	18,34 n.s.	357,48 ab AB
N2P1	12,05 a A	10,70	13,59	18,06	424,45 a A
MEDIA	10,60	10,46	13,88	18,34	351,17

Tavola 26

Ripartizione apparente dell'azoto somministrato - Anno 1989

TESI	AZOTO ASSORBITO kg·ha ⁻¹			RECUPERO APPARENTE %			AZOTO RESIDUO kg·ha ⁻¹		
	Media	Cedrasco	Ardenno	Media	Cedrasco	Ardenno	Media	Cedrasco	Ardenno
N1P0	34,39	31,85	36,92	34,39	31,85	36,92	65,61	68,15	63,08
N1P1	68,38	72,20	64,55	68,38	72,20	64,55	31,62	27,80	35,45
N2P1	141,35	151,18	131,52	70,68	75,59	65,76	58,65	48,82	68,48
MEDIA	81,37	85,08	77,66	57,82	59,88	55,74	51,96	48,26	55,67

ANNATA 1990

Causa imprevisti non si sono potute eseguire le analisi per le tesi N1P1 e N2P1 del terzo taglio nel campo di Ardenno e non si sono quindi calcolati i relativi asporti di azoto.

I dati tabulati per l'insieme delle prove (Tav. 27) denunciano nuovamente il rigido legame che unisce i tenori proteici del foraggio all'ambiente (interazione significativa con le località nei primi

Tavola 27

Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto per l'insieme delle località-Anno 1990

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	10,60	13,26	14,29 F	14,97	277,68 b A
N1P0	11,26 F	14,53 'F	14,37 n.s.	14,53 F	315,82 a A
N1P1	11,52 n.s.	11,92 n.s.		14,26 n.s.	
N2P1	11,68	12,68		14,30	
MEDIA	11,27	13,09		14,51	

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	n.s.	0,001	n.s.	0,01	0,01
2-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3-Fatt. sper.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,05
4-Int. L*F. sp.	0,001	0,05	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 28

Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto nelle singole località - Anno 1990

STAZ. DI CEDRASCO

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg-ha ⁻¹) *
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	8,97 c B	12,50 ab AB	14,53	14,22	212,16 c B
N1P0	11,23 ab A	10,66 c B	15,11 F	13,19 F	249,67 b B
N1P1	11,13 b A	11,15 bc AB	15,21 n.s.	13,54 n.s.	259,91 b B
N2P1	12,40 a A	13,10 a A	16,58	13,46	372,61 a A
MEDIA	10,93	11,85	15,35	13,60	273,59

STAZ. DI ARDENNO

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	12,22	14,03 a A	14,05 F	15,72	343,20 F
N1P0	11,29 F	12,33 b B	13,63 n.s.	15,88 F	381,97 n.s.
N1P1	11,90 n.s.	12,69 b B	n. e.	14,98 n.s.	
N2P1	10,96	12,26 b B	n. e.	15,14	
MEDIA	11,59	12,82		15,43	

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

* Medie ricavate da tre repliche

due tagli), legame che rende problematica la generalizzazione delle acquisizioni.

Assai lontane paiono le situazioni nei due contesti (Tav. 28). A Cedrasco, a prescindere dalle variazioni nei valori medi globali dovuti in concreto a fattori extra sperimentali, non affiorano importanti novità rispetto alla stagione precedente, salvo uno spostamento di significatività dal terzo al secondo sfalcio. Ad Ardenno, invece, a fianco di una inaspettata involuzione su indici privi di spessore statistico della variabilità nel primo raccolto, si assiste ad una ancor più sorprendente inversione di tendenza nell'attività della concimazione azotata che deprime i tassi proteici: in modo statisticamente non probante nel primo taglio, significativamente, per le tesi non fosfatate, nel secondo ($P=0.01$). La causa va con ogni probabilità ricercata nella forte recessione delle Leguminose in queste tesi (vedi Tav. 55).

Le asportazioni di azoto si posizionano a Cedrasco al di sotto della stagione precedente (-14,4% sul dato medio complessivo), pur mantenendosi su vertici di spicco. I coefficienti di recupero apparente (Tav. 29) definiscono entità residuali più che doppie per la combinazione N1P1, ma inferiori per N2P1, confermando in ogni caso il basso impatto ambientale ed il ruolo importante del fosforo. Nell'altra prova le asportazioni espresse dalle tesi N0P0 e N1P0, accostate ai dati delle rese, sembrerebbero teorizzare per tutte le tesi recovery prossimi o superiori al primo anno.

Tavola 29

Ripartizione apparente dell'azoto somministrato - Anno 1990

TESI	AZOTO ASSORBITO kg·ha ⁻¹			RECUPERO APPARENTE %			AZOTO RESIDUO kg·ha ⁻¹		
	Media	Cedrasco	Ardenno	Media	Cedrasco	Ardenno	Media	Cedrasco	Ardenno
N1P0	38,14	37,51	38,77	38,14	37,51	38,77	61,86	62,49	61,23
N1P1		47,59			47,59			52,41	
N2P1		160,45			80,22			39,55	
MEDIA		81,85			55,11			51,48	

ANNATA 1991

Ancora una volta il proporsi di interazioni con le località (Tav. 30) obbliga all'analisi separata delle prove.

Per i contenuti protidici, se a Cedrasco (Tav. 31), eccetto un affievolimento dell'attività dell'azoto, non vengono nella sostanza confutati i precedenti assunti, ad Ardenno si assiste, all'opposto, all'emergere di un quadro abbastanza contraddittorio e di non semplice comprensione. A fronte di un primo taglio ove è incontestabile una funzione positiva dell'azoto, in antitesi ad una negativa del fosforo, nel secondo taglio i due nutrienti mostrano un curioso scambio di ruoli. A ciò concorre l'intreccio tra i molteplici fattori interagenti con il parametro, intreccio che a seconda delle circostanze vede il prevalere degli effetti di diluizione esercitati dalla forte spinta produttiva determinata dalla concimazione, piuttosto che dei benefici offerti dalla maggiore disponibilità di azoto o, ancora, del profilo botanico impostosi nel pabulum.

In merito alle asportazioni, a Cedrasco la perdita di due raccolti ha vistosamente depresso l'utilizzazione dell'elemento, ingigantendo i rischi di contaminazione per l'ambiente (Tav. 32). Va per altro fatto notare che gli spargimenti azotati dopo il secondo taglio, praticati per rispettare il protocollo sperimentale, non avrebbero avuto senso, date le avverse condizioni climatiche, in situazione di normale operatività.

Ad Ardenno, dove la siccità non ha disturbato più di tanto il decorso produttivo, l'azoto elargito viene assunto in modo più regolare, sebbene in quantitativi inferiori agli anni precedenti. Poderoso appare l'effetto promozionale della concimazione fosfatica nella combinazione N1P1 (98 % di indice di recupero), spiegabile con gli ingenti volumi di foraggio prodotto.

Tavola 30

Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto per l'insieme delle località-Anno 1990

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	8,80	11,61			154,95 c A
N1PO	9,93 F	11,76' F	non	non	184,89 bc A
N1P1	8,97 n.s.	11,72 n.s.	eseguito	eseguito	219,76 ab A
N2P1	10,48	11,05			268,03 a A
MEDIA	9,55	11,53			206,90

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	0,05	n.s.			0,001
2-Blocchi	n.s.	n.s.			n.s.
3-Fatt. sper.	n.s.	n.s.			0,05
4-Int. L*F. sp.	0,01	0,05			0,05

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 31

Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto nelle singole località-Anno 1991

STAZ. DI CEDRASCO

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	8,08 c B	11,52			88,35 d C
N1PO	8,92 b B	12,26 F	non	non	105,00 c BC
N1P1	8,80 b B	11,14 n.s.	eseguito	eseguito	120,09 b B
N2P1	10,62 a A	12,07			186,30 a A
MEDIA	9,11	11,74			124,93

STAZ. DI ARDENNO

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	9,52 bc B	11,71 ab A	12,88	15,63	221,56 c C
N1PO	10,94 a A	11,26 b AB	12,06 F	16,03 F	264,79 b BC
N1P1	9,15 c B	12,31 a A	12,29 n.s.	15,67 n.s.	319,44 a AB
N2P1	10,62 ab AB	10,03 c B	12,34	15,15	349,76 a A
MEDIA	10,05	11,32	12,39	15,62	288,88

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 32

Ripartizione apparente dell'azoto somministrato - Anno 1991

TESI	AZOTO ASSORBITO kg·ha ⁻¹			RECUPERO APPARENTE %			AZOTO RESIDUO kg·ha ⁻¹		
	Media	Cedrasco	Ardenno	Media	Cedrasco	Ardenno	Media	Cedrasco	Ardenno
N1P0	29,94	16,65	43,23	29,94	16,65	43,23	70,06	83,35	56,77
N1P1	64,81	31,74	97,88	64,81	31,74	97,88	35,19	68,26	2,12
N2P1	113,08	97,95	128,20	56,54	48,98	64,10	86,92	102,05	71,80
MEDIA	69,28	48,78	89,77	50,43	32,46	68,40	64,06	84,55	43,56

ANNATA 1992

Anche in questa annata si conferma da un lato la blanda incidenza della concimazione azoto-fosfatica sui contenuti proteici della fitomassa; dall'altro la difficoltà a stabilire una sistematicità nelle risposte sperimentali, non solo tra gli ambienti (Tav. 33), ma nel contesto della medesima località (Tav. 34). L'unico elemento di continuità si individua nell'azione positiva dell'azoto alla soglia N2 in presenza di apporti fosfatici nella stazione di Cedrasco. L'analisi della varianza ne sottolinea la significatività nel secondo taglio ($P=0.01$). Per il resto le variazioni sono tutte da addebitare al caso.

Un arretramento di significatività, comprensibile alla luce delle divergenze nei quadri produttivi tra le due località, si manifesta anche per il dato aggregato delle asportazioni di azoto. Come negli anni passati lo scarto tra le tesi N2P1 e N1P1 è molto più esteso a Cedrasco che non ad Ardenno. Qui è invece più pronunciato l'effetto di tesaurizzazione esercitato dal fosforo che accoppiato con la dose minima di azoto promuove l'utilizzo di tutto il somministrato (Tav. 35). Il fenomeno si smorza nella tesi contigua (N2P1), nella quale il recupero apparente scende al 56%, vertice inferiore alla stessa stazione di Cedrasco.

Questo atteggiamento del fosforo fa sì che raddoppiando la dose di azoto non si avvertano apprezzabili modifiche nelle quote residuali di elemento computate per la tesi N1P0.

Tavola 33

Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto per l'insieme delle località-Anno 1992

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	8,97	11,00	14,48	15,63	154,77
N1P0	10,22 F	10,54 F	14,62 F	15,75 F	173,58 F
N1P1	9,49 n.s.	11,05 n.s.	14,14 n.s.	15,61 n.s.	213,00 n.s.
N2P1	10,23	11,48	15,69	15,94	279,13
MEDIA	9,73	11,01	14,73	15,73	205,11

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	n.s.	n.s.	0,01	0,01	0,01
2-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3-Fatt. sper.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
4-Int. L*F. sp.	0,05	0,001	n.s.	n.s.	0,001

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per $P = 0.05$ e maiuscole per $P = 0.01$) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 34

Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto nelle singole località-Anno 1992

STAZ. DI CEDRASCO

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	8,50	10,46 b B	14,48	16,74	146,82 b B
N1P0	9,52 F	10,24 b B	14,34 F	16,81 F	149,08 b B
N1P1	9,28 n.s.	9,71 b B	14,58 n.s.	15,84 n.s.	161,87 b B
N2P1	11,84	12,46 a A	17,14	16,83	283,41 a A
MEDIA	9,78	10,71	15,13	16,55	185,29

STAZ. DI ARDENNO

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	9,44	11,55	14,48	14,53	162,71 c B
N1P0	10,92 F	10,84 F	13,90 F	14,69 F	198,08 b B
N1P1	9,70 n.s.	12,39 n.s.	13,70 n.s.	15,38 n.s.	264,14 a A
N2P1	8,63	10,50	14,24	15,06	274,85 a A
MEDIA	9,67	11,31	14,07	14,91	224,94

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 35

Ripartizione apparente dell'azoto somministrato - Anno 1992

TESI	AZOTO ASSORBITO kg·ha ⁻¹			RECUPERO APPARENTE %			AZOTO RESIDUO kg·ha ⁻¹		
	Media	Cedrasco	Ardenna	Media	Cedrasco	Ardenna	Media	Cedrasco	Ardenna
N1P0	18,81	2,26	35,37	18,81	2,26	35,37	81,19	97,74	64,63
N1P1	58,23	15,05	101,43	58,23	15,05	100,00	47,77	84,95	0,00
N2P1	124,36	136,59	112,14	62,12	68,30	56,07	75,64	73,41	87,86
MEDIA	67,13	51,30	82,98	46,39	28,54	63,81	68,20	85,37	50,83

ANNATA 1993

L'elaborazione congiunta dei dati relativi ai contenuti proteici del foraggio (Tav. 36) non propone fatti inediti rispetto ai precedenti quattro anni. Nessuna variazione nei valori medi instaura significatività statistica, un po' per la presenza di interazioni tra il fattore sperimentale e le località, un po', come anzidetto, per la scarsa capacità degli apporti di stimolare il parametro.

Tavola 36

Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto per l'insieme delle località-Anno 1993

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	9,57	11,71 [†]	12,97	14,94	164,54
N1PO	10,38 F	11,31 F	12,42 F	14,90 F	161,56 F
N1P1	9,26 n.s.	11,57 n.s.	12,74 n.s.	16,02 n.s.	221,89 n.s.
N2P1	11,01	11,00	12,68	15,41	253,65
MEDIA	10,06	11,40	12,70	15,32	200,41

SIGNIFICATIVITA'

1-Localita'	n.s.	0,05	0,01	0,05	n.s.
2-Blocchi	n.s.	0,05	n.s.	n.s.	n.s.
3-Fatt. sper.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
4-Int. L*F. sp.	0,001	n.s.	n.s.	n.s.	0,01

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 37

Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto nelle singole località - Anno 1993

STAZ. DI CEDRASCO

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	8,87 b B	12,78	13,97	15,54	181,43 b B
N1PO	10,04 b B	11,93 F	13,17 F	15,95 F	156,56 b B
N1P1	9,74 b B	11,71 n.s.	13,23 n.s.	16,16 n.s.	192,72 b AB
N2P1	13,01 a A	11,87	13,31	15,89	244,76 a A
MEDIA	10,41	12,07	13,42	15,88	193,87

STAZ. DI ARDENNO

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	10,28 a AB	10,64	11,97	14,33 bc B	147,65 c B
N1PO	10,71 a A	10,68 F	11,66 F	13,86 c B	166,56 b B
N1P1	8,78 b C	11,44 n.s.	12,25 n.s.	15,88 a A	251,06 a A
N2P1	9,02 b BC	10,14	12,06	14,93 ab AB	262,55 a A
MEDIA	9,70	10,72	11,99	14,75	206,95

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

A Cedrasco (Tav. 37), analogamente alle stagioni '91 e '92, ciò si verifica con somministrazioni abbinate di fosforo e di azoto alla dose N2, ma limitatamente al secondo taglio. Ad Ardenno, invece, gli interventi azotati confermano la propria inerzia e quelli fosfatici divengono addirittura controproducenti nel primo raccolto (N1P1 vs N1P0), causa il rafforzarsi dell'effetto di diluizione. Solo nell'ultimo sfalcio si osserva un certo riscatto.

In linea con il passato, gli asporti e le ripartizioni dell'azoto tracciano ampi solchi tra i due contesti (per gli asporti, interazione con il fattore località significativa per $P=0.001$). Ad Ardenno si determinano indici di recupero apparente (Tav. 38) pressochè identici all'annata '92, alla quale si rimanda per il relativo commento. Fa eccezione la tesi N1P0, in cui gli assorbimenti risultano in pratica dimezzati.

A Cedrasco si registrano per contro i minimi del quinquennio. Le quote residuali di elemento pervengono quindi a picchi assai elevati, coinvolgendo per il trattamento N1P0 tutto il somministrato. La causa di ciò parrebbe ricondursi alla mediocre attività trofica del concime (vedi Tav. 20).

Tavola 38

Ripartizione apparente dell'azoto somministrato - Anno 1993

TESI	AZOTO ASSORBITO kg · ha ⁻¹			RECUPERO APPARENTE %			AZOTO RESIDUO kg · ha ⁻¹		
	Media	Cedrasco	Ardenno	Media	Cedrasco	Ardenno	Media	Cedrasco	Ardenno
N1P0	9,45	0,00	18,91	9,45	0,00	18,91	90,55	100,00	81,09
N1P1	57,35	11,30	103,41	55,65	11,30	100,00	42,65	88,70	0,00
N2P1	89,11	63,33	114,90	44,55	31,66	57,45	110,89	136,67	85,10
MEDIA	51,97	24,88	79,07	36,55	14,32	58,79	81,36	108,46	55,40

SINTESI DEL QUINQUENNIO

Le tavole 39 e 40 ed i grafici 8 e 9 riassumono gli andamenti medi annui dei tenori proteici riferiti all'intero periodo di indagine per le due località.

Prerogative comuni alle due prove sono i range di variazione (all'incirca dal 9 al 16%) ed il crescendo quasi lineare dei valori al procedere dei tagli (specialmente nel testimone). Sugli elementi più rigorosamente controllati dai fattori sperimentali prevalgono invece i punti di dissonanza. La variabilità tra le tesi appare più pronunciata e persistente a Cedrasco, per merito essenzialmente di N2P1 che, se ad Ardenno si confonde con le altre tesi, qui se ne discosta nettamente, sia in termini numerici che statistici, in tre tagli su quattro (35.2, 5.9 e 9.1% gli scarti sul testimone). Ciò sembra essere la conseguenza del diverso comportamento palesato dalla fertilizzazione fosfatica sui rendimenti produttivi che si traduce in un diverso effetto di diluizione dei componenti. All'assunto si giunge comparando anche le combinazioni N1P1 e N1P0: del tutto simili a Cedrasco, differenziabili per $P=0.01$ nel primo raccolto di Ardenno, ove per altro nel secondo sfalcio viene alla ribalta una graduatoria che parrebbe sconfiggere l'ipotesi (N1P1 superiore per $P=0.05$ a N1P0), forse a causa di una maggiore presenza media delle Leguminose nei cotici (vedi Tav. 55).

Contraddittorio in questa località è pure il ruolo della fertilizzazione azotata. Ad un taglio d'esordio in cui gli spargimenti sollecitano, seppur con moderazione, le concentrazioni, seguono sfalci nei quali la traslocazione di nutriente alla vegetazione non riesce più a sostenerle adeguatamente. Nel secondo raccolto, in particolare, alla soglia N2 il foraggio è meno proteico che in N1 ($P=0.05$).

Tavola 39

STAZIONE DI CEDRASCO - Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto - Medie quinquennali

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	9,31 c C	11,92 b AB	14,48 b A	16,18	176,59 c C
N1P0	10,92 b B	11,43 bc B	14,61 b A	15,98 F	189,27 bc BC
N1P1	10,69 b B	11,08 c B	14,23 b A	15,72 n.s.	212,20 b B
N2P1	12,59 a A	12,62 a A	15,80 a A	16,02	298,49 a A
MEDIA	10,88	11,76	14,78	15,97	219,14

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2-Trattamenti	0,001	0,01	0,05	n.s.	0,001
3-Anni	0,001	0,05	0,01	0,001	0,001
4-Int. T A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,001

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 40

STAZIONE DI ARDENNO - Tenori medi in protidi grezzi nei singoli sfalci e asportazioni annue di azoto - Medie quinquennali

TESI	TENORE PROTEICO (% sulla sostanza secca)				ASP. ANNUE DI AZOTO (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	9,85 b A	11,28 ab A	13,31	15,75	206,21 d B
N1P0	10,63 a A	10,52 bc A	13,02 F	15,76 F	239,82 c B
N1P1	9,47 b A	11,69 a A	12,95 n.s.	16,31 n.s.	298,03 b A
N2P1	10,01 ab A	10,34 c A	13,06	15,80	327,90 a A
MEDIA	9,99	10,96	13,08	15,91	267,99

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2-Trattamenti	0,05	0,05	n.s.	n.s.	0,001
3-Anni	0,05	n.s.	0,01	0,001	0,001
4-Int. T A	0,001	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Grafico 8

STAZIONE DI CEDRASCO - Andamento dei tenori proteici medi quinquennali nei singoli sfalci

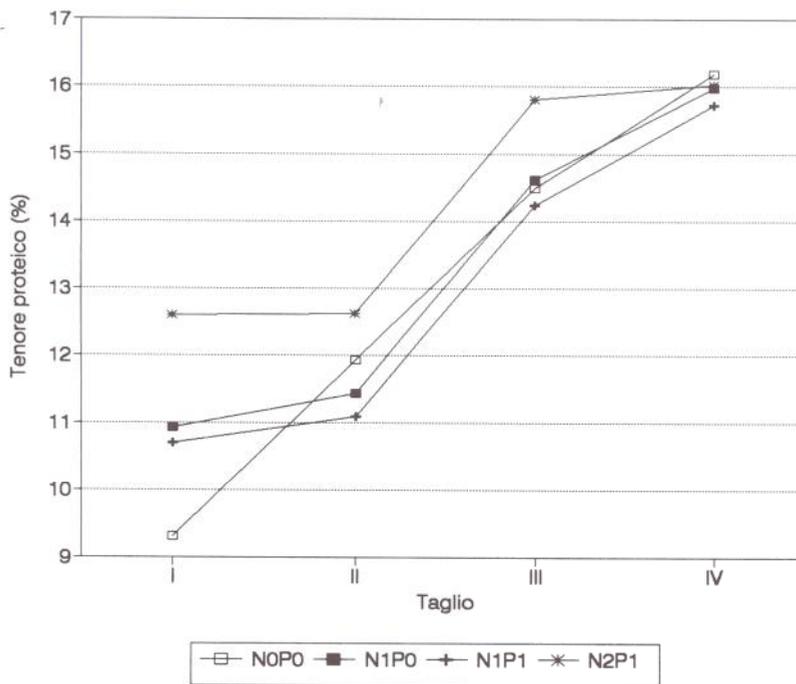
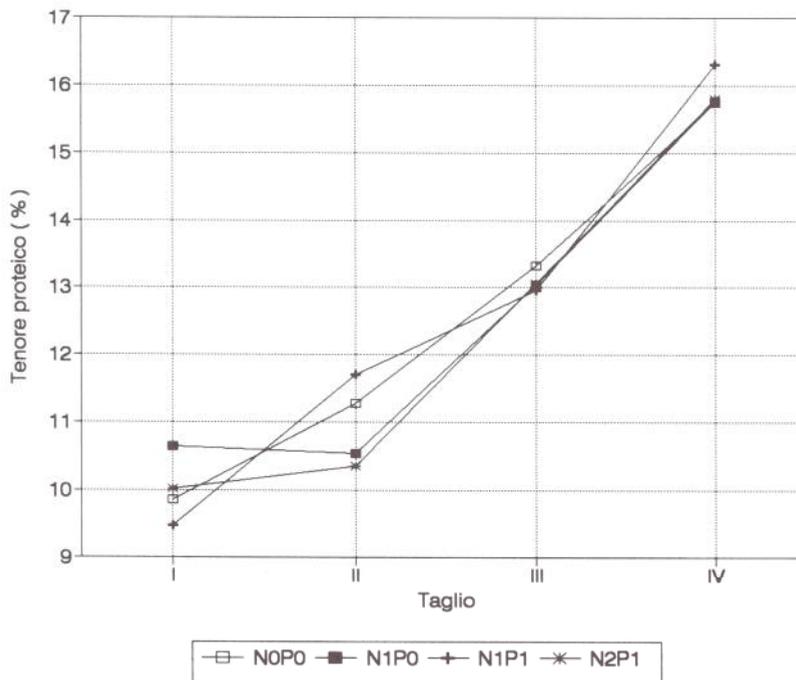


Grafico 9

STAZIONE DI ARDENNO - Andamento dei tenori proteici medi quinquennali nei singoli sfalci



Più collimante con le aspettative le dinamiche nella stazione di Cedrasco. Qui l'azoto alimenta risposte di significato statistico in tre tagli: ad entrambi i livelli saggiati nel maggengo, al solo dosaggio superiore nei successivi.

Nella sua espressione media di campo il parametro subisce vistosamente effetti d'annata (significatività estesa a tutti gli sfalci, ad esclusione del secondo di Ardenno). Oltre al mutare delle condizioni edafiche vi sono al riguardo da considerare le interferenze dovute agli stadi fenologici della vegetazione al momento dei tagli: Le annate non alterano invece in maniera sufficiente ad attivare una significatività statistica i rapporti tra i trattamenti, se non nel raccolto maggengo di Ardenno.

Rispetto alle asportazioni medie di azoto si possono notare in ambedue i contesti le nette demarcazioni tra le tesi, nonché il forte condizionamento stagionale sui livelli medi di campo e, per la sola prova di Cedrasco, anche su quelli delle singole combinazioni. Per il somministrato, gli asporti apparenti (Tav. 41), calcolati facendo le medie sui dati cumulati del quinquennio, risultano molto vicini in N2P1, mentre per le altre tesi la migliore efficacia produttiva della fertilizzazione fosfatica e di quella azotata alla dose minima fanno sì che ad Ardenno si vengano a definire vertici superiori di un fattore 2.7 per N1P0 e 2.6 per N1P1.

Nella prova di Cedrasco i rischi di dispersione di elemento nell'ambiente variano poco, di rimando, con le dosi e modalità di fertilizzazione. Ad Ardenno la combinazione N1P1 si segnala invece per la spiccata attitudine a captare il nutriente. Preziosa a questo proposito la funzione della concimazione fosfatica, la cui azione di tesaurizzazione degli apporti azotati emerge comparando gli assorbimenti della tesi N1P1 e N1P0: 22.89 e 57.18 kg rispettivamente per Cedrasco e Ardenno i surplus di assunzione promossi dall'applicazione di 100 Kg ha⁻¹ di P₂O₅. Il fenomeno può essere altresì compreso osservando come al raddoppio della dose di azoto non facciano riscontro sostanziali aumenti della frazione residuale (contrasto N2P1 vs N1P0).

Nel tempo (si vedano i resoconti annuali e i Grafici 10 e 11) tale effetto si è conservato piuttosto costante nella stazione di Cedrasco, mentre ad Ardenno si è venuto gradualmente rafforzando, ricalcando in ciò i dinamismi delle rese.

Tavola 41

Ripartizione apparente dell'azoto somministrato - Medie quinquennali

TESI	AZOTO ASSORBITO kg · ha ⁻¹			RECUPERO APPARENTE %			AZOTO RESIDUO kg · ha ⁻¹		
	Media	Cedrasco	Ardenno	Media	Cedrasco	Ardenno	Media	Cedrasco	Ardenno
N1P0	23,66	12,68	34,64	23,66	12,68	34,64	76,34	87,32	65,36
N1P1	63,70	35,57	91,82	63,70	35,57	91,82	36,31	64,43	8,18
N2P1	121,80	121,90	121,69	60,90	60,95	60,85	78,21	78,10	78,31
MEDIA	69,72	56,72	82,72	49,42	36,40	62,44	63,62	76,62	50,62

2.2.3 - Tenori in fosforo dei foraggi e asportazioni

ANNATA 1989

Anche il corredo fosfatico nella vegetazione prativa risulta subordinato ad una pluralità di fattori, tra cui lo spettro botanico del pabulum, lo stadio fenologico dell'erba e la reperibilità del principio nella matrice. Quando quest'ultima è su livelli accettabili l'azione della concimazione

Grafico 10

STAZIONE DI CEDRASCO - Andamento delle percentuali di recupero apparente dell'azoto nel quinquennio

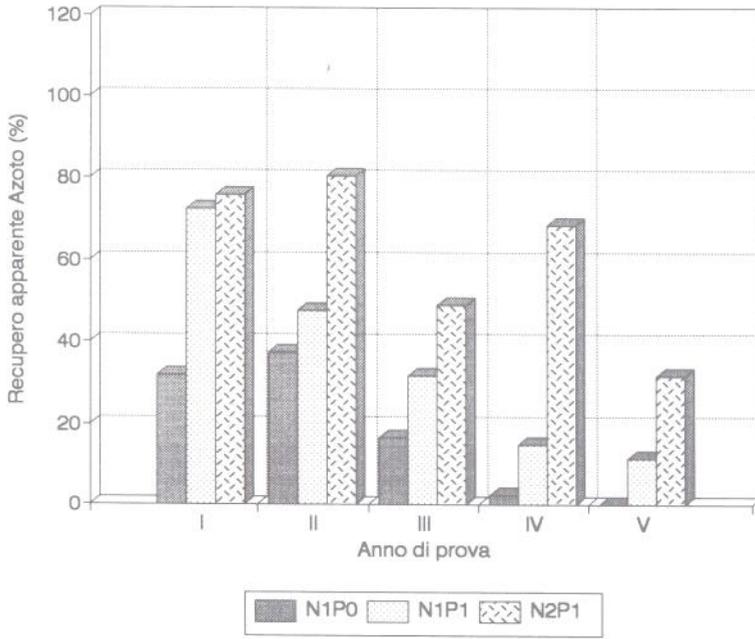
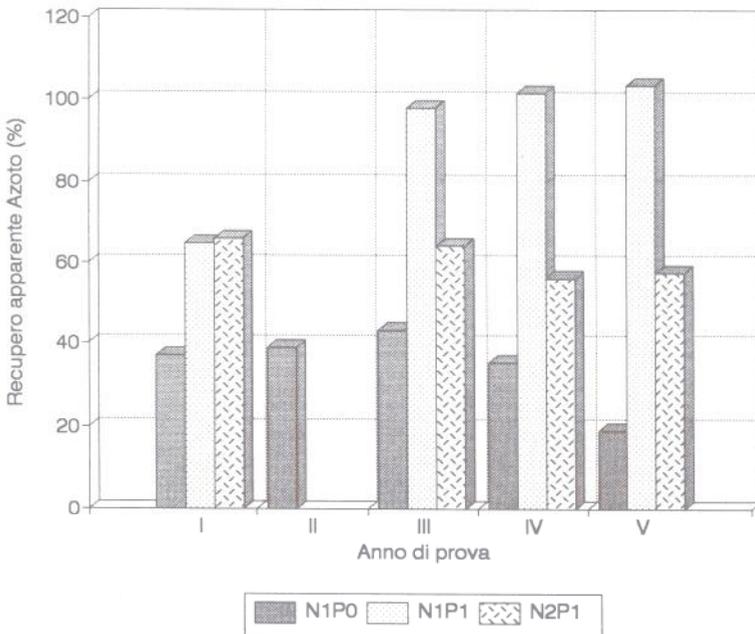


Grafico 11

STAZIONE DI ARDENNO - Andamento delle percentuali di recupero apparente dell'azoto nel quinquennio



è normalmente sovrastata dalle altre componenti. Non così allorché il suolo difetta di riserve: in tale evenienza i contributi esterni di elemento possono sospingere energicamente i tassi fosfatici della fitomassa.

Leggendo la Tavola 43 (la significatività della elaborazione cumulata, riportata nella Tavola 42, è compromessa da valori elevati delle interazioni) è possibile cogliere in entrambe le prove tale dinamica: nei primi tre tagli a Cedrasco, nel primo e secondo ad Ardenno. Gli incrementi (confronto N1P0 vs N1P1) sono più massicci nella prima località, ove raggiungono indici del 64.7, 81.2 e 31.6 % nell'ordine, contro 38.9 e 36.8 % ad Ardenno.

La concimazione azotata comporta, viceversa, una certa rarefazione delle concentrazioni. In assenza di arricchimenti fosfatici il meccanismo interessa gli stessi raccolti succitati (confronto N1P0 vs N0P0) ma, nel caso di Cedrasco, solo il secondo in maniera statisticamente rilevante e comunque a livello di probabilità del 5 %. Con il doppio trattamento (contrasto N2P1 vs N1P1) il tutto si circoscrive al secondo sfalcio in ambedue le stazioni (P=0.01).

Le asportazioni annue di elemento, mutuando tra rese e contenuti, palesano grande sensibilità alle applicazioni di fosforo nella stessa elaborazione cumulata (P=0.05) ed ancor più nelle singole prove (P=0.01). Inefficace invece l'azoto che unicamente a Cedrasco e in associazione al fosforo mostra una buona attività. Questi contrasti vanno ascritti ai diversi livelli di asporto (10 kg in più di media).

Ad Ardenno il bilancio del fosforo diviene negativo già per la tesi N1P1, il cui saldo è di 5.97 Kg ha⁻¹. A Cedrasco occorre arrivare alla doppia dose di azoto (N2P1), con un disavanzo di 4.2 kg. Per la combinazione N2P1 della prima località il saldo è di 8.7 kg.

ANNATA 1990

Come per i tenori proteici non è stato possibile eseguire per tutte le tesi prescelte le determinazioni di laboratorio.

L'incompletezza dei referti non impedisce comunque di ravvisare un consolidamento dell'attività delle variabili sperimentali, al punto che, nonostante gli ambienti di prova influenzino significativamente in due tagli l'espressione media del carattere, l'analisi statistica aggregata

Tavola 42

Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue per l'insieme delle località - Anno 1989

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	0,19	0,21	0,25	0,28	28,79 b B
N1P0	0,18 F	0,17 F	0,23 F	0,26 F	30,32 b B
N1P1	0,27 n.s.	0,27 n.s.	0,27 n.s.	0,29 n.s.	43,96 a AB
N2P1	0,31	0,24	0,27	0,29	50,10 a A
MEDIA	0,24	0,22	0,26	0,29	38,29

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	n.s.	n.s.	0,01	0,001	0,001
2-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3-Fatt. sper.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,01
4-Int. L*F. sp.	n.s.	0,001	0,05	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 43

Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue nelle singole località - Anno 1989

STAZ. DI CEDRASCO

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	0,18 b B	0,18 c C	0,24 ab AB	0,27	23,71 c C
N1P0	0,17 b B	0,16 d C	0,19 b B	0,27 F	23,22 c C
N1P1	0,28 a AB	0,29 a A	0,25 a AB	0,24 n.s.	38,36 b B
N2P1	0,35 a A	0,26 b B	0,27 a A	0,26	47,62 a A
MEDIA	0,25	0,22	0,24	0,26	33,23

STAZ. DI ARDENNO

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	0,20 b B	0,24 b B	0,27	0,29	33,88 b B
N1P0	0,18 c B	0,19 d C	0,27 F	0,29 F	37,32 b B
N1P1	0,25 a A	0,26 a A	0,29 n.s.	0,34 n.s.	49,57 a A
N2P1	0,26 a A	0,21 c B	0,26	0,32	52,57 a A
MEDIA	0,22	0,23	0,27	0,31	43,34

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per $P = 0.05$ e maiuscole per $P = 0.01$) sono tra loro statisticamente non diverse

riconosce ai risultati una valenza estesa a contesti più ampi di quelli indagati (Tav. 44).

L'enunciato riguarda in via prioritaria il fosforo, la cui azione si potenzia ed acquisisce penetrazione nel tempo, coinvolgendo in modo abbastanza omogeneo le due località (Tav. 45). Le significatività, con la sola eccezione del quarto taglio di Cedrasco, sono insistentemente al limite più severo.

Per l'azoto le variazioni si indirizzano più chiaramente in senso negativo, ma unicamente nelle combinazioni fosfatate (confronto N2P1 vs N1P1) approdano a significatività statistica: in un taglio su tre per l'insieme delle località ($P=0.05$), in due tagli su quattro a Cedrasco ($P=0.01$), in due su tre ad Ardenno ($P=0.01$ nel secondo sfalcio, $P=0.05$ nel quarto).

Circa le asportazioni, a Cedrasco, fatto salvo un incremento di quasi 7 kg per la tesi N1P1, si riecheggia lo scenario precedente, con l'identica caratterizzazione statistica. Per le tesi a duplice trattamento le perdite superano le elargizioni di 1.51 e 6.15 kg passando da N1 a N2. Ad Ardenno l'innalzamento delle produzioni e degli stessi corredi fosfatici del foraggio lascerebbero intendere un analogo trend, quindi un ulteriore e più cospicuo impoverimento delle scorte pedologiche nelle stesse parcelle ad apporto fosfatico.

ANNATA 1991

Discutendo delle rese era stato segnalato come nella stagione '91 si fosse andata affermando una

Tavola 44

Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue per l'insieme delle località - Anno 1990

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	0,16 b A	0,20 b A	0,21 F	0,23 b A	26,37 F
N1P0	0,15 b A	0,18' b A	0,20 n.s.	0,22 b A	29,16 n.s.
N1P1	0,31 a A	0,34 a A		0,30 a A	
N2P1	0,29 a A	0,29 a A		0,22 a A	
MEDIA	0,23	0,25		0,24	

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,01
2-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3-Fatt. sper.	0,05	0,05	n.s.	0,05	n.s.
4-Int. L*F. sp.	0,001	0,001	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 45

Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue nelle singole località - Anno 1990

STAZ. DI CEDRASCO

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg·ha ⁻¹) *
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	0,13 b B	0,19 c C	0,22 b B	0,24	20,51 c C
N1P0	0,14 b B	0,17 c C	0,20 b B	0,20 F	22,41 c C
N1P1	0,34 a A	0,37 a A	0,31 a A	0,29 n.s.	45,11 b B
N2P1	0,30 a A	0,29 b B	0,27 b B	0,27	49,75 a A
MEDIA	0,23	0,26	0,25	0,25	34,45

STAZ. DI ARDENNO

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	0,18 b B	0,21 b B	0,21 F	0,23 c B	32,23 F
N1P0	0,16 b B	0,20 b B	0,20 n.s.	0,24 c B	35,91 n.s.
N1P1	0,29 a A	0,31 a A	n. e.	0,32 a A	
N2P1	0,27 a A	0,29 c B	n. e.	0,30 b A	
MEDIA	0,23	0,25		0,27	

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

* Medie ricavate da tre repliche

demarcazione piuttosto netta tra le due prove, spiegabile con la differente attività della concimazione fosfatica. Tale divaricazione non pare al momento produrre conseguenze sui tenori fosfatici (Tavv. 46 e 47). Lo stesso annullamento di ogni effetto di diluizione delle applicazioni azotate nelle tesi fosfatate osservabile ad Ardenno non può ritenersi collegato all'attenuazione dell'azione dell'azoto, se non altro perchè il fatto avrebbe dovuto affacciarsi, e più distintamente, l'anno precedente (si vedano i dati produttivi delle tesi N1P1 e N2P1). Neppure il confronto N1P1 vs N1P0 prospetta, d'altro canto, novità tangibili, sebbene lo scarto tra le rese risulti amplificato.

Legittimo è quindi pensare, per Ardenno come per Cedrasco, a meri effetti d'annata che in ogni caso non inficiano quanto già noto. Ad elementi non controllati si devono altresì riportare i bassi valori medi riscontrati nella prima località e per il raccolto maggengo anche nella seconda. Sposandosi con livelli produttivi piuttosto modesti l'esito non può che essere un robusto calo generale delle asportazioni, più marcato nella stazione di Cedrasco causa la perdita di ben due raccolti. Ciò fa sì che per la sola tesi N2P1 di Ardenno il bilancio del fosforo lamenti una lieve passività (3.26 Kg ha⁻¹).

ANNATA 1992

Anche in questo quarto anno la forbice produttiva che separa le due stazioni non si ripercuote sui tenori in fosforo dei raccolti che, anzi, denunciano andamenti mai prima d'ora così analoghi (Tavv. 48 e 49). L'analisi della varianza congiunta rimarca questa similitudine non evidenziando interazioni di sorta tra il parametro e le località. Ciò conferisce grande significatività al fattore sperimentale e consente di tratteggiarne con precisione e semplicità gli effetti.

Come in precedenza, due sono i dinamismi osservabili. Da una parte quelli instaurati dalla concimazione fosfatica, estrinsecanti in un innalzamento risoluto dei tassi che raddoppiano addirittura nei primi due tagli; dall'altra quello indotto dalle somministrazioni azotate, consistente in una debole azione di diluizione nelle sole tesi fosfatate, per altro statisticamente apprezzabile solo in alcuni tagli (terzo a Cedrasco, secondo ad Ardenno).

Le asportazioni di nutriente richiamano sostanzialmente nelle scansioni e nelle connotazioni statistiche gli scenari passati. I picchi sono tuttavia piuttosto modesti. In particolare ad Ardenno si avverte un sensibile decremento, chiaramente motivato da interferenze estranee all'esperimento, che conduce ad un valore medio dissimile da Cedrasco.

In nessun caso il saldo entrate-uscite diviene negativo.

Tavola 46

Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue per l'insieme delle località - Anno 1991

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	0,13 b B	0,19			14,06 b A
N1P0	0,12 b B	0,22 F	non	non	15,92 b A
N1P1	0,24 a A	0,28 n.s.	eseguito	eseguito	31,54 a A
N2P1	0,25 a A	0,28			38,74 a A
MEDIA	0,19	0,24			25,07

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	0,001	0,01		0,001
2-Blocchi	n.s.	n.s.		n.s.
3-Fatt. sper.	0,01	n.s.		0,05
4-Int. L*F. sp.	n.s.	n.s.		0,01

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 47

Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue nelle singole delle località - Anno 1991

STAZ. DI CEDRASCO

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	0,15 b B	0,21			9,93 c C
N1P0	0,13 b B	0,29 F	non	non	11,53 c C
N1P1	0,27 a A	0,34 n.s.	eseguito	eseguito	22,88 b B
N2P1	0,28 a A	0,31			30,61 a A
MEDIA	0,21	0,29			18,74

STAZ. DI ARDENNO

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	0,12 b B	0,17 bc B	0,17 b B	0,20 b B	18,20 c C
N1P0	0,11 b B	0,15 c B	0,16 b B	0,20 b B	20,30 c C
N1P1	0,21 a A	0,22 ab AB	0,24 a A	0,32 a A	40,61 b B
N2P1	0,22 a A	0,25 a A	0,23 a A	0,32 a A	46,86 a A
MEDIA	0,17	0,20	0,20	0,26	31,49

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 48

Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue per l'insieme delle località - Anno 1992

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	0,13 b B	0,16 c C	0,19 c BC	0,22 c C	13,56 b B
N1P0	0,13 b B	0,15 c C	0,18 c C	0,23 c C	14,54 b B
N1P1	0,26 a A	0,29 a A	0,31 a A	0,38 a A	33,35 a A
N2P1	0,25 a A	0,25 b B	0,26 b AB	0,36 b B	37,50 a A
MEDIA	0,19	0,21	0,23	0,30	24,74

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	0,001	0,01	n.s.	0,001	n.s.
2-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,05
3-Fatt. sper.	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01
4-Int. L*F. sp.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,01

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 49

Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue nelle singole località - Anno 1992

STAZ. DI CEDRASCO

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	0,16 b B	0,18 b B	0,21 bc BC	0,25 b B	14,94 c C
N1P0	0,16 b B	0,17 b B	0,18 c C	0,26 b B	14,56 c C
N1P1	0,30 a A	0,30 a A	0,32 a A	0,42 a A	29,82 b B
N2P1	0,30 a A	0,27 a A	0,26 b AB	0,39 a A	37,97 a A
MEDIA	0,23	0,23	0,24	0,33	24,32

STAZ. DI ARDENNO

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg·ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NOPO	0,11 b B	0,14 c C	0,17 c C	0,19 b B	12,18 b B
N1P0	0,10 b B	0,13 c C	0,18 c C	0,20 b B	14,51 b B
N1P1	0,22 a A	0,27 a A	0,30 a A	0,35 a A	36,88 a A
N2P1	0,20 a A	0,24 b B	0,26 b B	0,33 a A	37,04 a A
MEDIA	0,16	0,20	0,23	0,26	25,15

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

ANNATA 1993

Neppure quest'ultima stagione colleziona grandi novità rispetto a quanto già dato sapere. Fatte salve fluttuazioni di trascurabile significato sperimentale, i valori tabulati per l'insieme delle prove (Tav. 50) e per le singole località (Tav. 51) ricordano nelle linee essenziali l'annata '92. Il commento può pertanto esaurirsi in due sottolineature: l'una rivolta all'ulteriore polarizzazione delle azioni delle variabili sperimentali sui contenuti fosfatici (incrementale per la concimazione fosfatica; deprimente per l'azotata alla dose N2); l'altra riservata alle asportazioni della tesi N1P1 che pareggiano (Cedrasco) o sopravanzano (Ardenno) la contigua tesi a doppio apporto di azoto, rimanendo per altro al di sotto del limite dei 43.6 kg ricevuti.

SINTESI DEL QUINQUENNIO

La documentazione di cui alle tavole 52 e 53 ed ai grafici 12 e 13 ribadisce le strette analogie, già palesatesi su base annua, tra le due esperienze, indice di un'attività della concimazione ben delineata e scevra da incertezze. Ciò, oltre a permettere di procedere nell'analisi consuntiva in maniera parallela, conferisce senz'altro notevole spessore ai risultati.

Per quanto riguarda le applicazioni azotate, l'effetto di diluizione dei tenori fosfatici si percepisce principalmente sui tagli intermedi e alla dose N2, quantificandosi mediamente

Tavola 50

Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue per l'insieme delle località - Anno 1993

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NoPo	0,13 b A	0,16 c C	0,15 b A	0,19 b B	13,34 b B
N1Po	0,13 b A	0,15 c C	0,15 b A	0,21 b B	13,06 b B
N1P1	0,30 a A	0,33 a A	0,31 a A	0,41 a A	38,36 a A
N2P1	0,28 a A	0,25 b B	0,25 a A	0,37 a A	36,66 a A
MEDIA	0,21	0,22	0,21	0,30	25,35

SIGNIFICATIVITA'

1-Località	0,001	n.s.	0,01	0,05	0,001
2-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3-Fatt. sper.	0,05	0,001	0,05	0,01	0,01
4-Int. L*F. sp.	n.s.	n.s.	0,05	n.s.	0,001

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 51

Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue nelle singole località - Anno 1993

STAZ. DI CEDRASCO

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NoPo	0,14 b B	0,17 c C	0,17 c BC	0,22 b B	15,82 b B
N1Po	0,15 b B	0,16 c C	0,17 c C	0,25 b B	13,76 b B
N1P1	0,32 a A	0,34 a A	0,35 a A	0,43 a A	35,26 a A
N2P1	0,34 a A	0,26 b B	0,25 b B	0,39 a A	35,30 a A
MEDIA	0,24	0,23	0,23	0,33	25,03

STAZ. DI ARDENNO

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
NoPo	0,11 c C	0,15 c C	0,13 b B	0,17 b B	10,85 c B
N1Po	0,12 c C	0,13 c C	0,13 b B	0,17 b B	12,36 c B
N1P1	0,27 a A	0,32 a A	0,26 a A	0,40 a A	41,47 a A
N2P1	0,22 b B	0,25 b B	0,25 a A	0,35 a A	38,02 b A
MEDIA	0,18	0,21	0,19	0,27	25,67

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 52

STAZIONE DI CEDRASCO - Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue - Medie quinquennali

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	0,15 b B	0,19 c C	0,21 c C	0,24 b B	16,98 c C
N1P0	0,15 b B	0,19 c C	0,18 c C	0,25 b B	17,12 c C
N1P1	0,29 a A	0,33 a A	0,31 a A	0,34 a A	34,12 b B
N2P1	0,31 a A	0,28 b B	0,26 b B	0,33 a A	40,25 a A
MEDIA	0,23	0,25	0,24	0,29	27,12

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	0,05	0,05
2-Trattamenti	0,001	0,001	0,01	0,01	0,001
3-Anni	n.s.	0,001	0,001	0,01	0,001
4-Int. T A	n.s.	n.s.	0,001	n.s.	0,001

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 53

STAZIONE DI ARDENNO - Tenori medi in fosforo nei singoli sfalci e asportazioni annue - Medie quinquennali

TESI	TENORE IN FOSFORO (% sulla sostanza secca)				ASPORTAZIONI ANNUE (kg-ha ⁻¹)
	I taglio	II taglio	III taglio	IV taglio	
N0P0	0,13. b B	0,17 c C	0,18 c B	0,21 b B	18,77 b B
N1P0	0,13 b B	0,15 d D	0,18 c B	0,21 b B	21,12 b B
N1P1	0,24 a A	0,27 a A	0,27 a A	0,35 a A	42,03 a A
N2P1	0,23 a A	0,24 b B	0,25 b A	0,33 a A	43,62 a A
MEDIA	0,23	0,21	0,22	0,28	31,39

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	0,01	n.s.	n.s.	n.s.
2-Trattamenti	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
3-Anni	0,001	0,05	0,001	0,001	0,001
4-Int. T A	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Grafico 12

STAZIONE DI CEDRASCO - Andamento dei tenori fosforici medi quinquennali nei singoli sfalci

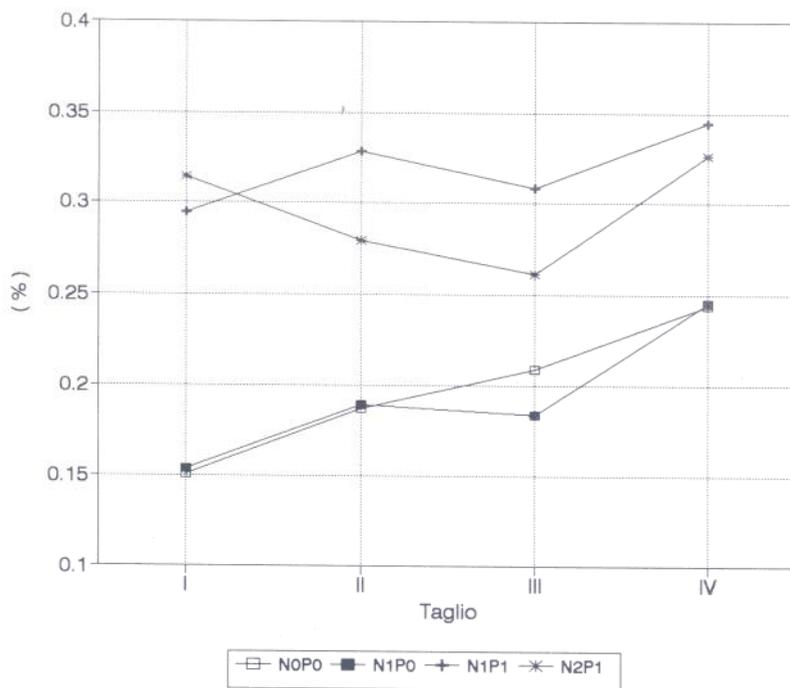


Grafico 13

STAZIONE DI ARDENNO - Andamento dei tenori fosforici medi quinquennali nei singoli sfalci

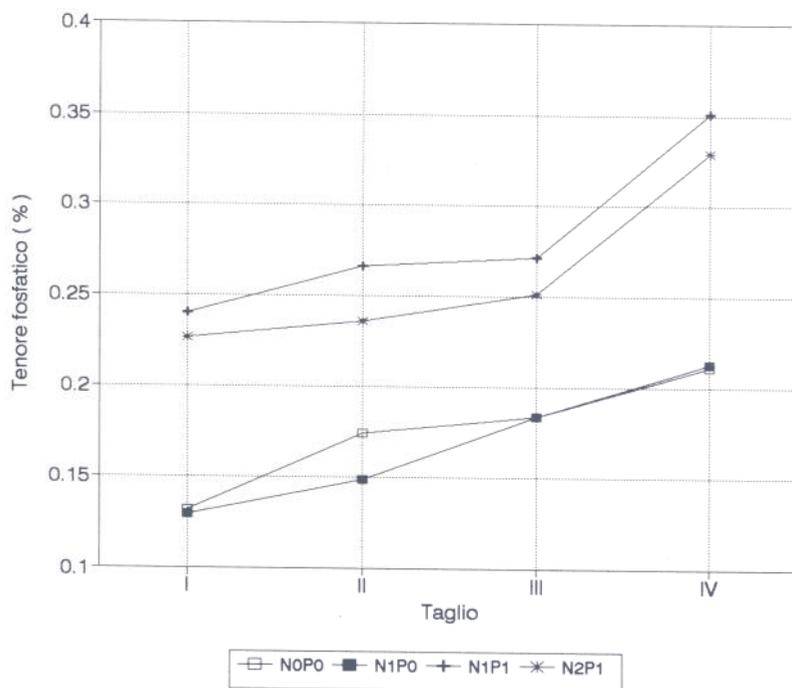
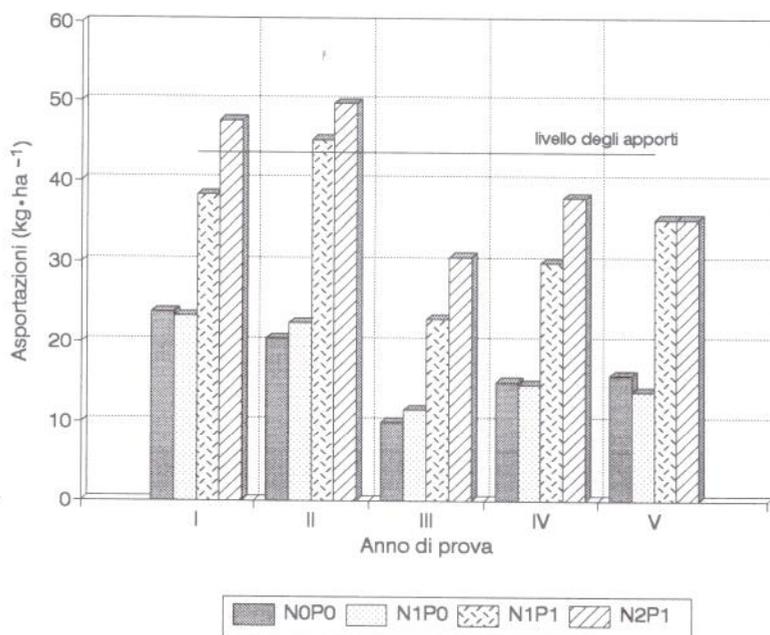


Grafico 14

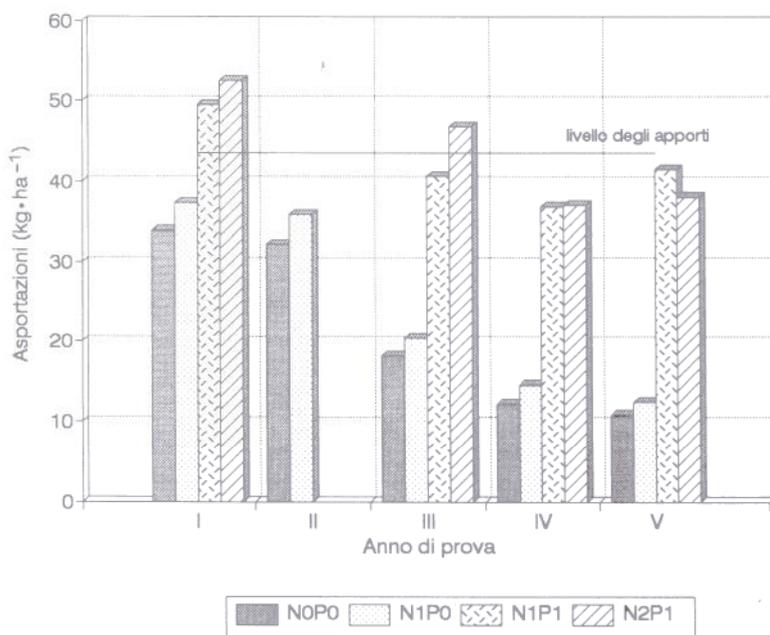
STAZIONE DI CEDRASCO - Andamento delle asportazioni di fosforo nel quinquennio



(confronto N2P1 vs N1P1) in 15-16 punti percentuali a Cedrasco e 7-11 punti ad Ardenno. L'azione favorevole delle somministrazioni di fosforo attraversa invece tutti gli sfalci (contrasto N1P1 vs N1P0), attingendo ovunque a significatività di alto livello fiduciale. Gli incrementi sono in media del 93.3, 73.7, 72.2 e 36% a Cedrasco e 84.6, 80, 50 e 66.7% ad Ardenno. In questa località, probabilmente a causa del consolidarsi nel tempo della capacità produttiva della fertilizzazione fosfatica e del simultaneo smorzarsi di quella della fertilizzazione azotata, l'interazione trattamenti-anni vanta significatività in tutti i raccolti, mentre a Cedrasco unicamente nel terzo. Epoche di sfruttamento ed altri fattori contingenti controllano infine, come per le proteine, le medie annuali di campo, le cui variazioni nel quinquennio godono di riconoscimenti statistici in quasi tutti i tagli.

Circa le asportazioni, si devono annotare da un lato i maggiori valori della prova di Ardenno, praticamente eguali, nelle tesi fosfatate, alle elargizioni; dall'altro il gap tra le medesime tesi a Cedrasco. La concimazione fosfatica induce un raddoppio netto degli asporti in entrambi gli ambienti (contrasto N1P1 vs N1P0).

Il fattore stagione si interseca con le risposte sperimentali, tanto nei rapporti tra i trattati quanto nelle medie di campo. Come già segnalato in precedenza e visualizzato nei grafici 14 e 15, nei primi anni (due a Cedrasco, tre ad Ardenno) le parcelle fosfatate lamentano, specialmente nell'associazione N2, saldi negativi che tuttavia trovano compensazione nelle annate susseguenti, delineando quindi, come visto, bilanci in pareggio o in attivo. Nel caso di Ardenno il fatto parrebbe contraddire i responsi produttivi, se non fosse per i noti meccanismi di insolubilizzazione cui soggiace il fosforo nel terreno. Le frazioni assimilabili di elemento diminuiscono infatti nei substrati non trattati, mantenendosi invece invariati o quasi negli altri (si veda la Tav. 56 ed il relativo commento).



2.2.4 - Composizione floristica e sua evoluzione

Le facies floristiche dei prati poggiano su delicati meccanismi coinvolgenti il suolo, il clima e le tecniche colturali. La fertilizzazione ricopre un ruolo preminente in tali equilibri, influenzando quindi anche attraverso questa via rese e qualità dei raccolti.

I dati della Tavola 54, relativi alla prova di Cedrasco, illustrano con chiarezza, aldilà delle fluttuazioni annuali imposte dagli andamenti climatici e dalle normali successioni stagionali e poliennali delle specie, l'essenziale funzione di recupero svolto dalla concimazione minerale in una situazione di intenso degrado floristico (larga presenza nelle tesi controllo di specie di scarso pregio nutrizionale, raggruppate nella categoria "Altre").

E' soprattutto l'azoto a sollecitare, già dal primo anno di prova, una vistosa espansione delle Graminacee, espansione che a partire dal secondo anno assume le dimensioni di una vera e propria colonizzazione. Al massimo dosaggio il loro contributo produttivo (media ponderata) oscilla sistematicamente attorno al 90%. Il fosforo, al contrario, si limita ad una modesta azione di stimolo sulle Leguminose nella sola tesi non azotata (N0P1).

Il recupero delle Graminacee procede con sufficiente gradualità fino al livello intermedio di azoto (N2), affievolendosi, pur senza interrompersi, con somministrazioni più spinte. Esso penalizza di più, in termini percentuali, le Leguminose che scompaiono addirittura dalle parcelle trattate più massicciamente. In termini reali sono invece le famiglie minori a patire maggiormente la concorrenza, scendendo nei valori medi ponderati dal 35-55% al 5-15%.

Rispetto alle singole essenze trova credito quanto attestato da molteplici ricerche circa l'effetto di impoverimento della ricchezza floristica esplicato dall'azoto. Tra le Graminacee, per altro in numero già esiguo in origine, prendono il sopravvento *Dactylis glomerata* e *Holcus lanatus*

Tavola 54

STAZIONE DI CEDRASCO - Composizione floristica dei singoli sfalci (% sul peso fresco) e medie annuali ponderate

1989	SFALCIO	FAMIGLIA	NOPO	NOPI	N1PO	N1PI	N2PO	N2PI	N3PO	N3PI
I		GRAMIN.	45,18	47,18	52,65	58,33	58,43	62,30	61,53	66,40
		LEGUMIN.	10,58	14,28	7,83	10,55	5,48	3,35	4,18	3,05
		ALTRE	44,25	38,55	39,53	31,10	36,10	34,33	34,28	30,53
II		GRAMIN.	30,53	30,98	49,13	55,80	64,15	70,40	60,88	69,68
		LEGUMIN.	26,60	25,80	9,65	7,35	5,90	4,50	6,13	2,90
		ALTRE	42,88	43,25	41,23	36,85	29,95	25,10	32,98	27,43
III		GRAMIN.	36,68	27,95	55,2	54,30	67,60	73,18	69,70	72,95
		LEGUMIN.	18,73	21,25	6,9	9,33	4,55	3,53	6,40	2,50
		ALTRE	44,60	50,80	37,9	36,38	27,85	23,30	23,90	24,55
IV		GRAMIN.	68,90	64,50	63,65	71,98	68,23	73,35	69,9	71,78
		LEGUMIN.	6,10	8,13	8,15	2,83	3,55	5,75	6,93	4,60
		ALTRE	25,00	27,38	28,20	25,20	28,23	20,90	23,18	23,63
Media		GRAMIN.	44,63	42,24	54,11	58,70	63,98	68,89	65,08	69,79
		LEGUMIN.	15,66	17,67	8,20	8,20	5,04	4,09	5,80	3,18
		ALTRE	39,71	40,10	37,70	33,10	30,99	27,02	29,12	27,03

1990	SFALCIO	FAMIGLIA	NOPO	NOPI	N1PO	N1PI	N2PO	N2PI	N3PO	N3PI
I		GRAMIN.	51,85	42,75	69,7	65,53	77,68	85,80	84,70	89,28
		LEGUMIN.	11,40	23,75	2,58	4,35	3,35	1,15	3,28	0,48
		ALTRE	36,75	33,55	27,73	30,13	18,98	13,05	12,03	10,25
II		GRAMIN.	42,23	40,55	71,23	65,98	82,00	86,13	93,35	88,38
		LEGUMIN.	10,40	14,08	1,85	2,23	0,45	0,05	0,40	0,00
		ALTRE	47,38	45,38	26,93	31,80	17,55	13,83	6,25	11,63
III		GRAMIN.	37,23	35,90	53,38	56,90	79,23	78,75	84,28	90,70
		LEGUMIN.	10,00	6,68	1,65	0,88	0,68	0,33	0,43	0,10
		ALTRE	52,77	57,43	44,98	42,23	20,08	20,93	15,30	9,20
IV		GRAMIN.	35,53	31,80	61,40	61,57	76,47	81,13	79,93	92,95
		LEGUMIN.	4,27	4,07	1,17	1,13	0,30	0,13	0,3	0,00
		ALTRE	60,20	64,13	37,43	37,30	23,23	18,73	19,77	7,05
Media		GRAMIN.	43,26	38,91	66,18	63,51	79,17	83,85	86,32	89,96
		LEGUMIN.	9,53	14,27	1,96	2,58	1,56	0,52	1,39	0,20
		ALTRE	47,22	46,84	31,87	33,91	19,28	15,63	12,29	9,85

1991	SFALCIO	FAMIGLIA	NOPO	NOPI	N1PO	N1PI	N2PO	N2PI	N3PO	N3PI
I		GRAMIN.	45,53	39,40	64,95	58,38	80,78	78,53	83,30	85,35
		LEGUMIN.	4,48	10,80	0,88	0,65	0,05	0,13	0,25	0,00
		ALTRE	49,99	49,80	34,17	40,97	19,17	21,34	16,45	14,65
II		GRAMIN.	32,93	30,63	60,85	58,23	84,25	85,98	91,85	93,50
		LEGUMIN.	9,38	12,50	1,2	1,90	0,38	0,43	0,40	0,05
		ALTRE	57,69	56,87	37,95	39,87	15,37	13,59	7,75	6,45
Media		GRAMIN.	41,04	36,61	63,68	58,33	82,05	81,34	86,48	88,36
		LEGUMIN.	6,23	11,34	0,98	1,08	0,17	0,24	0,31	0,02
		ALTRE	52,74	52,05	35,34	40,59	17,78	18,42	13,21	11,62

(segue Tavola 54)

1992	SFALCIO	FAMIGLIA	N0P0	N0P1	N1P0	N1P1	N2P0	N2P1	N3P0	N3P1
I		GRAMIN.	32,05	36,95	58,37	61,10	73,10	73,28	87,48	81,83
		LEGUMIN.	6,68	4,60	1,27	1,00	0,07	0,00	0,03	0,00
		ALTRE	61,28	58,45	40,37	37,90	26,83	26,73	12,43	18,18
II		GRAMIN.	31,25	40,93	76,38	69,95	94,15	91,60	96,05	97,38
		LEGUMIN.	12,80	9,23	1,23	0,80	0,03	0,13	0,00	0,08
		ALTRE	55,95	49,85	22,4	29,25	5,83	8,28	3,95	2,55
III		GRAMIN.	36,53	36,30	73,48	68,00	85,05	91,88	91,18	93,75
		LEGUMIN.	8,03	11,25	1,2	1,28	0,15	0,50	0,18	0,18
		ALTRE	55,45	52,45	25,33	30,73	14,80	7,63	8,65	6,08
IV		GRAMIN.	33,83	36,23	78,80	61,25	93,20	93,90	97,65	95,00
		LEGUMIN.	15,80	16,00	1,95	5,63	0,63	0,20	0	0,15
		ALTRE	50,38	47,78	19,25	33,13	6,18	5,90	2,35	4,85
Media		GRAMIN.	33,07	37,87	68,23	65,07	84,12	84,71	92,11	90,79
		LEGUMIN.	10,03	8,90	1,32	1,47	0,13	0,16	0,04	0,08
		ALTRE	56,90	53,24	30,46	33,46	15,76	15,14	7,83	9,15

1993	SFALCIO	FAMIGLIA	N0P0	N0P1	N1P0	N1P1	N2P0	N2P1	N3P0	N3P1
I		GRAMIN.	51,71	37,88	86,26	75,58	89,71	92,08	92,75	80,71
		LEGUMIN.	21,75	41,11	1,36	5,37	0,28	1,08	0,44	0,06
		ALTRE	26,54	21,01	12,39	19,05	10,01	6,85	6,81	19,23
II		GRAMIN.	24,36	26,35	75,78	68,12	92,99	93,15	97,35	96,68
		LEGUMIN.	40,50	45,94	5,41	9,91	0,35	3,31	0,09	0,00
		ALTRE	35,14	27,71	18,81	21,98	6,66	3,54	2,56	3,32
III		GRAMIN.	21,19	23,53	70,11	61,71	87,86	89,55	91,42	96,42
		LEGUMIN.	35,13	40,24	4,76	7,23	0,79	0,95	1,85	0,08
		ALTRE	43,68	36,24	25,13	31,07	11,35	9,51	6,74	3,50
IV		GRAMIN.	23,40	28,95	65,90	50,49	82,47	86,62	93,77	86,28
		LEGUMIN.	20,85	24,26	4,91	6,10	0,77	0,27	0,59	0,49
		ALTRE	55,75	46,79	29,19	43,42	16,77	13,11	5,64	13,24
Media		GRAMIN.	33,82	30,57	78,43	67,95	89,49	91,39	94,29	89,77
		LEGUMIN.	29,35	39,59	3,41	7,00	0,46	1,68	0,60	0,10
		ALTRE	36,94	29,84	18,29	25,06	10,15	7,02	5,21	10,13

(quest'ultimo favorito anche dalla forma ammoniacale dell'azoto distribuito). Tra le infestanti si evidenzia un generale arretramento, più pronunciato per *Ranunculus acris*; solo *Heracleum sphondylium* denota grande resistenza, in particolare nelle annate a decorso climatico siccitoso.

A questa duplice azione selettiva dell'azoto (sulle famiglie e all'interno di esse) consegue un diradamento del manto erboso, prospettatosi già nel secondo anno nelle parcelle a massimo apporto e nel terzo anno con dosaggi di 200 Kg ha⁻¹.

Allo scopo di quantificare il fenomeno, nel quinto anno di prova si sono valutate in fase di ripresa vegetativa le percentuali di ricoprimento del terreno con metodo a vista, ottenendo i seguenti risultati medi:

- Tesi N2P0 = 90 % di ricoprimento
- Tesi N2P1 = 90 % di ricoprimento
- Tesi N3P0 = 84 % di ricoprimento
- Tesi N3P1 = 65 % di ricoprimento

L'estensione delle areole di diradamento aumenta dunque con la dose di azoto e, alla soglia estrema, anche con le applicazioni di fosforo. Come suggerito da Paris-Gavazzi-Tabaglio (1992), questo degrado scaturisce direttamente dall'azione soffocante esercitata dalle Graminacee a portamento cespitoso e grande vigore vegetativo verso le altre specie preesistenti. Più difficile dare una spiegazione agli effetti della concimazione fosfatica nella combinazione N3.

Per quanto attiene alla stazione di Ardenno (Tav. 55), le dinamiche attivate dai trattamenti ribadiscono il potere promozionale dell'azoto nei riguardi delle Graminacee, nonchè l'evolversi della sua azione al crescere della dose. Tuttavia, a decorrere dal secondo anno, si viene proponendo una netta divisione tra le tesi fosfatate e non, contestualmente al ridursi delle scorte pedologiche dell'elemento in queste ultime. Qui la scarsa disponibilità di fosforo, impedendo una ottimale utilizzazione dell'azoto da parte della vegetazione, ha cioè non solo, come detto, compresso la risposta produttiva, ma indirettamente ostacolato l'affermazione delle Graminacee, a vantaggio delle specie secondarie che mantengono in pratica, pur in una altalenanza tra le annate ed i tagli, le posizioni primordiali a prescindere dai livelli di azoto. Le Leguminose, invece, traggono giovamento soprattutto nelle combinazioni N0 ed N1. Nei trattamenti superiori la loro

Tavola 55

STAZIONE DI ARDENNO - Composizione floristica dei singoli sfalci (% sul peso fresco) e medie annuali ponderate

1989	SFALCIO	FAMIGLIA	N0P0	N0P1	N1P0	N1P1	N2P0	N2P1	N3P0	N3P1
I	GRAMIN.		77,83	80,28	86,48	78,47	84,23	83,28	80,18	85,07
	LEGUMIN.		7,23	2,23	1,45	6,60	1,25	3,08	5,73	1,53
	ALTRE		14,95	17,50	12,08	14,93	14,53	13,65	14,10	13,40
II	GRAMIN.		55,15	58,53	69,8	66,30	82,63	74,53	70,08	83,33
	LEGUMIN.		19,15	20,13	20,45	7,38	0,68	6,18	3,85	1,70
	ALTRE		25,70	21,35	9,75	26,32	16,70	19,30	26,08	14,97
III	GRAMIN.		32,60	32,23	40,8	39,78	52,00	51,93	45,25	56,78
	LEGUMIN.		26,23	36,65	22,23	14,67	3,90	10,20	5,75	6,79
	ALTRE		41,18	31,13	36,98	45,55	44,10	37,88	49,00	36,53
IV	GRAMIN.		20,53	21,23	25,05	23,95	32,25	22,78	26,88	33,25
	LEGUMIN.		23,83	34,23	25,35	22,23	9,53	16,83	5,5	8,20
	ALTRE		55,65	44,55	49,60	53,83	58,22	60,40	67,63	58,55
Media	GRAMIN.		48,55	48,11	60,44	56,87	69,48	64,61	60,60	70,81
	LEGUMIN.		18,80	23,79	15,95	11,25	2,74	7,65	5,17	3,75
	ALTRE		32,66	28,11	23,62	31,88	27,79	27,76	34,24	25,46

1990	SFALCIO	FAMIGLIA	N0P0	N0P1	N1P0	N1P1	N2P0	N2P1	N3P0	N3P1
I	GRAMIN.		31,23	29,25	54,23	46,40	56,00	58,85	65,18	71,05
	LEGUMIN.		36,18	47,18	18,45	29,60	7,48	12,45	5,68	3,60
	ALTRE		32,60	23,58	27,33	24,00	36,58	28,70	29,15	25,35
II	GRAMIN.		27,68	35,78	58,18	39,28	43,85	68,25	60,98	67,35
	LEGUMIN.		39,83	36,05	19,73	25,45	8,18	10,48	6,48	4,23
	ALTRE		32,48	28,18	22,1	35,28	47,98	21,28	32,55	28,43
III	GRAMIN.		27,88	49,60	46,95	46,05	44,98	52,00	51,15	58,03
	LEGUMIN.		15,55	18,38	12,6	9,43	2,08	6,93	2,10	1,73
	ALTRE		56,58	32,03	40,45	44,53	52,95	41,08	46,75	40,25
IV	GRAMIN.		26,93	50,75	39,70	43,28	35,00	45,78	48,5	55,70
	LEGUMIN.		12,00	14,70	7,67	10,35	2,90	5,83	1,63	1,65
	ALTRE		61,08	34,55	52,63	46,38	62,10	48,40	49,95	42,65
Media	GRAMIN.		28,63	39,51	51,23	43,85	46,90	58,12	57,78	64,91
	LEGUMIN.		27,60	31,81	15,66	20,25	5,64	9,61	4,33	3,07
	ALTRE		43,77	28,69	33,12	35,91	47,48	32,28	37,91	32,03

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

(segue Tavola 55)

1991	SFALCIO	FAMIGLIA	N0P0	N0P1	N1P0	N1P1	N2P0	N2P1	N3P0	N3P1
I	GRAMIN.		41,83	48,90	51,38	55,80	48,43	72,65	61,25	77,78
	LEGUMIN.		8,70	29,43	3,73	6,43	1,30	1,28	0,60	0,70
	ALTRE		49,47	21,67	44,89	37,77	50,27	26,07	38,15	21,52
II	GRAMIN.		23,45	20,03	35,63	45,75	26,93	65,33	46,43	79,93
	LEGUMIN.		16,97	54,00	7,28	17,50	2,30	2,68	1,35	6,28
	ALTRE		59,58	25,97	57,09	36,75	70,77	31,99	52,22	13,79
III	GRAMIN.		14,18	19,58	25,98	32,90	19,75	51,23	26,63	68,10
	LEGUMIN.		14,48	42,32	7,43	15,05	3,65	4,45	0,87	0,55
	ALTRE		71,34	38,10	66,59	52,05	76,60	44,32	72,50	31,35
IV	GRAMIN.		12,93	19,28	15,95	23,20	18,28	33,48	32,78	50,70
	LEGUMIN.		10,25	19,83	3,38	10,45	1,70	3,18	1	0,80
	ALTRE		76,82	60,89	80,67	66,35	80,02	63,34	66,22	48,50
Media	GRAMIN.		24,23	28,32	34,61	43,08	29,84	61,30	42,23	73,20
	LEGUMIN.		12,74	38,47	5,76	11,99	2,33	2,67	0,96	2,25
	ALTRE		63,04	33,20	59,63	44,94	67,83	36,04	56,81	24,60

1992	SFALCIO	FAMIGLIA	N0P0	N0P1	N1P0	N1P1	N2P0	N2P1	N3P0	N3P1
I	GRAMIN.		18,03	21,98	32,53	43,95	30,03	70,25	52,98	86,60
	LEGUMIN.		7,48	38,58	1,43	15,48	1,65	0,35	0,90	0,00
	ALTRE		74,50	39,45	66,00	40,58	68,33	29,40	46,13	13,40
II	GRAMIN.		20,48	25,20	37,90	37,78	42,95	71,90	56,03	78,80
	LEGUMIN.		7,88	20,75	1,53	12,95	1,13	0,70	0,28	0,05
	ALTRE		71,65	54,55	60,58	49,28	55,93	27,40	43,70	21,15
III	GRAMIN.		12,50	20,68	36,83	24,80	40,75	52,68	56,60	74,18
	LEGUMIN.		12,78	15,85	2,40	10,40	1,73	1,45	0,85	0,03
	ALTRE		74,72	63,38	60,78	64,80	57,50	45,88	42,55	25,80
IV	GRAMIN.		17,03	29,43	50,85	22,05	37,68	56,63	51,88	51,20
	LEGUMIN.		7,88	13,08	1,20	10,35	0,85	5,10	1,63	5,43
	ALTRE		75,10	57,50	47,95	67,60	61,48	38,28	46,50	43,38
Media	GRAMIN.		16,92	23,42	37,52	34,93	38,10	65,39	54,75	78,60
	LEGUMIN.		9,21	24,59	1,71	12,92	1,44	1,19	0,83	0,48
	ALTRE		73,88	52,04	60,76	52,15	60,46	33,42	44,43	20,93

1993	SFALCIO	FAMIGLIA	N0P0	N0P1	N1P0	N1P1	N2P0	N2P1	N3P0	N3P1
I	GRAMIN.		24,90	25,89	36,89	35,15	41,09	69,60	59,41	83,25
	LEGUMIN.		7,54	24,11	1,69	7,19	1,27	0,41	3,74	0,33
	ALTRE		67,56	50,01	61,43	57,67	57,63	30,00	36,86	16,42
II	GRAMIN.		12,35	25,35	29,96	32,90	30,54	72,05	52,06	79,72
	LEGUMIN.		15,50	31,74	2,68	16,64	3,99	1,38	8,24	0,34
	ALTRE		72,16	42,92	67,36	50,46	65,47	26,58	39,70	19,94
III	GRAMIN.		14,97	21,13	25,60	30,48	34,50	57,12	51,30	72,48
	LEGUMIN.		16,70	22,36	2,76	17,01	2,33	2,02	6,35	0,46
	ALTRE		68,33	56,51	71,64	52,41	63,16	40,86	42,36	27,07
IV	GRAMIN.		24,90	25,89	36,89	35,15	41,09	69,60	59,41	83,25
	LEGUMIN.		7,54	24,11	1,69	7,19	1,27	0,41	3,74	0,33
	ALTRE		67,56	50,01	61,43	57,67	57,63	30,00	36,86	16,42
Media	GRAMIN.		18,51	24,49	31,59	33,38	36,01	67,38	54,69	79,57
	LEGUMIN.		12,37	25,77	2,30	12,24	2,41	1,06	5,88	0,37
	ALTRE		69,11	49,75	66,22	54,43	61,69	31,56	39,43	20,06

fitomassa si riduce drasticamente, perdendo di fatto significato in termini produttivi.

Circa gli equilibri entro le famiglie non vi è nulla di diverso da segnalare rispetto a Cedrasco. Sulla comparsa di soluzioni di continuità nel manto erboso si deve viceversa rimarcare l'assenza o quasi di processi degenerativi. Questo potrebbe significare che la fenomenologia riscontrata a Cedrasco debba ascriversi, almeno in parte, all'acidificazione del suolo ed alla siccità, notoriamente mal tollerati dalle buone Graminacee foraggere.

2.2.5 - Effetti sul terreno

I referti analitici dei controlli del pH e delle dotazioni in P_2O_5 estraibile effettuati sui terreni al termine delle prove sono riportati nella Tavola 56.

Tavola 56

Valori medi di pH in acqua e di P_2O_5 assimilabile (ppm) dei suoli al termine delle prove

TESI	CEDRASCO		ARDENNO	
	pH	P2O5	pH	P2O5
N0P0	5.70 a A	14.00 c B	7.80	16.25 c BC
N1P0	5.40 b BC	15.75 c B	7.80 F	17.00 c BC
N2P0	5.05 c DE	17.50 c B	7.80	15.75 c C
N3P0	4.95 cd DE	17.75 c B	7.78	15.25 c C
N0P1	5.58 ab AB	63.25 ab A	7.80	29.75 ab A
N1P1	5.48 b AB	67.50 ab A	7.70 n. s.	32.75 a A
N2P1	5.15 c CD	40.75 bc AB	7.63	26.00 ab AB
N3P1	4.80 d E	75.75 a A	7.80	24.25 b ABC

MEDIA P0	5.28	16.25	7.79	16.06
MEDIA P1	5.25	61.81	7.73	28.19

MEDIA N0	5.64	38.63	7.80	23.00
MEDIA N1	5.44	41.63	7.75	24.88
MEDIA N2	5.10	29.13	7.71	20.88
MEDIA N3	4.88	46.75	7.79	19.75

SIGNIFICATIVITA'

1-Blocchi	n.s.	n.s.	n.s.	0.01
2-Fosforo	n.s.	0.001	n.s.	0.001
3-N0 v. Nj	0.001	n.s.	n.s.	n.s.
4-N1 v. N2+N3	0.001	n.s.	n.s.	n.s.
5-N2 v. N3	0.01	n.s.	n.s.	n.s.
6-Int. 3*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
7-Int. 4*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-Int. 5*P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per $P = 0.05$ e maiuscole per $P = 0.01$) sono tra loro statisticamente non diverse

Il confronto statistico tra le tesi pone in risalto evoluzioni significative per l'acidità nella località di Cedrasco e per il fosforo in entrambe, le prime chiaramente riconducibili alle applicazioni azotate, le seconde alle fosfatiche.

In merito all'acidità viene dunque confermata la possibilità, in determinate circostanze, di innescare processi degenerativi che, nel caso del solfato ammonico, derivano da percolazione di calcio sotto forma di solfato e nitrato, per una quota complessiva di 45 kg di elemento per quintale di fertilizzante (Russel, 1973). L'alterazione è resa possibile dalla povertà di carbonati nella matrice ed infatti ad Ardenno, ove a differenza di Cedrasco si aveva in origine buona disponibilità di calcare (3%), i pH non subiscono tangibili mutamenti.

L'acidificazione cresce linearmente di intensità all'aumentare degli apporti: la progressione si stabilisce in -0.2, -0.54 e - 0.76 unità di pH. Poiché all'inizio della prova il pH in acqua era di 6.1, superiore quindi di 0.46 unità al valore finale del testimone, si ricava che nel quinquennio si è pure verificata una decalcificazione spontanea, ulteriore comprova dello scarso potere tampone del terreno di Cedrasco. Nella media, le parcelle trattate con azoto vengono così a collocarsi o in prossimità o entro la categoria dei suoli iperacidi, con presumibili livelli dell'indice in KCl ben al di sotto della soglia di 4.80 ritenuta il limite per l'attività radicale delle Graminacee buone foraggiere (Williams, 1978; Van Burg e coll., 1980).

Per quanto attiene al fosforo assimilabile, abbastanza netta appare la demarcazione tra le tesi che hanno beneficiato di spargimenti fosfatici e tesi non arricchite. Nelle prime la disponibilità media passa dalle primordiali 20 ppm a 61.81 a Cedrasco (+41.81 ppm) e da 27 ppm a 28.19 ad Ardenno (+1.19 ppm). Nelle seconde si osservano cali rispettivamente di 3.75 e 10.94 ppm., imputabili in larga misura alle asportazioni. Gli scarti finali medi risultano pertanto essere di 45.56 e 12.13 mg kg⁻¹, significativi per P=0.001.

Le discrepanze tra le due località si giustificano solo parzialmente con i diversi livelli di asportazione (di poco superiori ad Ardenno).

Più importanti sono a Cedrasco i contraccolpi dei processi di acidificazione sull'equilibrio tra le varie forme di adsorbimento del fosforo che inducono liberazione di consistenti quantità di elemento legato agli ossidi di ferro e alluminio; ad Ardenno la formazione di fosfati di calcio insolubili.

Sono invece da escludere nel primo ambiente mobilitazioni di fosforo dalla sostanza organica per effetto degli apporti di azoto, mobilitazioni alle quali si sarebbero dovute accompagnare riduzioni, non constatate, delle concentrazioni della sostanza organica stessa.

3 - PROVE DI BERBENNO E COLORINA

3.1 - PARTE SPERIMENTALE

3.1.1 - Descrizione dei campi

Il campo di Berbenno, sito sul fondovalle in destra orografica del Fiume Adda, ad una quota altimetrica di 270 m s.l.m., è stato ricavato su di un cotico naturale ad habitus floristico assai comune in Valtellina, caratterizzato da infestazioni di *Ranunculus acris*, *Plantago lanceolata*, *Rumex obtusifolius*, *Achillea millefolium*, *Heracleum sphondylium*, *Leontodon hispidus* var. *glabra* e altro.

Tra le Graminacee, la famiglia prevalente, si distinguevano soprattutto *Dactylis glomerata* e *Holcus lanatus*; tra le Leguminose *Trifolium pratense*.

Il substrato pedologico, di derivazione glaciale e alluvionale del Quaternario, presentava una tessitura franco-sabbiosa, reazione neutra, elevata concentrazione organica e capacità di scambio cationico, scarsità di fosforo, potassio e calcare (Tav. 57).

Il campo di Colorina era posto invece su di un conoide di deiezione in leggero pendio, in sinistra orografica dell'asta fluviale, ad una altitudine di 280 m s.l.m., su di un cotico naturale non dissimile, sotto il profilo botanico, al precedente.

Il suolo, originato da depositi torrentizi del Quaternario, era anch'esso contraddistinto da granulometria franco-sabbiosa ed alto contenuto in sostanza organica. Il pH era piuttosto acido; nella norma la capacità di scambio cationico e basse le dotazioni in fosforo, potassio e calcio (Tav. 57).

Nel periodo di indagine gli andamenti climatici sono stati quelli indicati nella Tavola 58, rilevati nelle stazioni meteorologiche di Ronco e Postalesio della Fondazione Fojanini, valide nell'ordine per la prova di Berbenno e Colorina, da cui distano in linea d'aria circa 3 km.

3.1.2 - Disegno sperimentale e calendari colturali

Le prove sono state realizzate secondo schemi distributivi a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni. Le parcelle occupavano una superficie di 32 mq (4x8) m ed erano separate le une dalle altre da stradini larghi 2 m. Le rilevazioni delle rese in foraggio sono state effettuate su aree centrali di 8,8 mq.

Sono stati saggiate complessivamente sei livelli di azoto, vale a dire 0, 100, 130, 160, 190 e 220 Kg ha⁻¹ per anno, identificate rispettivamente con le sigle da N0 a N5. Come concime si è

Tavola 57

STAZIONE DI BERBENNO E COLORINA - Caratteristiche granulometriche e chimico-fisiche del terreno all'inizio della prova*

		BERBENNO	COLORINA
Sabbia	%	56	64
Limo	%	38	28
Argilla	%	6	8
Sostanza org. (LOTTI)	%	7,1	4,6
pH in H ₂ O		7,2	5,8
Calcare totale	%	1	n. d.
Fosforo ass. (OLSEN)	ppm P ₂ O ₅	28	23
Cap. sc. cat. (BaCl ₂)	meq/100g	22,6	15,9
Calcio sc. (BaCl ₂)	meq/100g	15,75	5,75
Magnesio sc. (BaCl ₂)	meq/100g	5,43	1,13
Potassio sc. (BaCl ₂)	meq/100g	0,07	0,08

* Analisi eseguite c/o il laboratorio dell'Istituto Superiore Lattiero Caseario di Mantova

impiegato il solfato ammonico, frazionandolo in tre quote: 50% alla ripresa vegetativa, 25% dopo il primo taglio e 25% dopo il secondo.

Il fosforo e il potassio sono stati elargiti a pieno campo in primavera, in dosi di 20 Kg ha⁻¹ per anno di anidride fosforica e 150 Kg ha⁻¹ anno di ossido di potassio per Berbenno e 50 e 150 nell'ordine per Colorina.

In aggiunta alle operazioni di concimazione e sfalcio (Tav. 59) sono state effettuate erpicature e rullature primaverili, pratiche abitualmente eseguite dai proprietari dei fondi.

Nel primo anno di prova il campo di Colorina ha risentito negativamente del decorso climatico siccitoso, al punto che il terzo taglio è andato completamente perso e il quarto è stato posticipato di un mese dall'epoca ordinaria. A partire dal secondo anno ha invece goduto di interventi irrigui di soccorso, secondo il sistema dello scorrimento superficiale.

Per ragioni che saranno esposte successivamente la prova di Berbenno è stata abbandonata al termine del secondo anno.

3.1.3 - Indagini analitiche ed elaborazioni

Su tutti gli sfalci si è provveduto a determinare la produzione in foraggio tal quale e in sostanza secca.

Per questo secondo parametro si è impostato il calcolo statistico mediante l'analisi della varianza e lo studio della retta di regressione tra rese e dosi di nutriente.

Le elaborazioni sono state condotte sia per le singole prove, separatamente, che in modo aggregato, considerando in tal caso le località fattore casuale ed adottando pertanto il modello III dell' ANOVA, più consono alla necessità di una generalizzazione dei risultati. Per maggior cautela il fattore sperimentale è sempre stato testato sull'interazione con le località, anche nel caso

Tavola 58

Temperature medie ed indici pluviometrici rilevati nelle stazioni metereologiche di Postalesio e Ronco (Fondazione Fojanini) (°C; mm)

		POSTALESIO		RONCO		
		1990	1991	1990	1991	1992
APRILE	Precipitaz.	96,2	47,8		64,2	112,2
	t. media	10,09	9,12		10,56	11,14
MAGGIO	Precipitaz.	67,2	32,8	65,8	39,6	73,8
	t. media	16,91	12,88	17,61	13,56	17,13
GIUGNO	Precipitaz.	163,6	97,2	169,6	128,8	191,8
	t. media	17,65	17,66	17,93	17,60	16,73
LUGLIO	Precipitaz.	53,0	64,6	49,0	83,0	122,4
	t. media	21,12	21,77	21,93	22,31	20,6
AGOSTO	Precipitaz.	49,0	14,8	58,2	32,8	85,2
	t. media	20,21	22,25	21,56	23,08	23,18
SETTEMBRE	Precipitaz.	87,0	141,2	46,2	184,9	154,0
	t. media	15,84	18,34	17,63	19,24	16,57
OTTOBRE	Precipitaz.			131,2	81,8	114,4
	t. media			13,23	10,06	9,83
TOTALE	Precipitaz.	516,0	398,4	520,0	615,1	853,8
MEDIA	temperature	17,0	17,0	18,3	16,6	16,5

BERBENNO

COLORINA

	DATA	OPERAZIONE	DATA	OPERAZIONE
1990	19.03	concimazione N, P, K	21.03	concimazione N, P, K
	14.05	I taglio	25.05	I taglio
	18.05	concimazione azotata	01.06	concimazione azotata
	05.07	II taglio	11.07	II taglio
	10.07	concimazione azotata	16.07	concimazione azotata
	16.08	III taglio	22.08	III taglio
	24.10	IV taglio	28.09	IV taglio
1991	13.03	concimazione N, P, K	19.03	concimazione N, P, K
	21.05	I taglio	28.05	I taglio
	24.05	concimazione azotata	03.06	concimazione azotata
	03.07	II taglio	15.07	II taglio
	10.07	concimazione azotata	18.07	concimazione azotata
	21.08	III taglio	22.08	III taglio
	04.10	IV taglio	09.10	IV taglio
1992			24.03	concimazione N, P, K
			26.05	I taglio
			01.06	concimazione azotata
			15.07	II taglio
			21.07	concimazione azotata
			24.08	III taglio
		01.10	IV taglio	

in cui questa non risultava significativa.

Per le rette di regressione è stato saggiato il parallelismo mettendo a confronto i relativi coefficienti in base alla distribuzione del t di Student e ricavando, in assenza di significatività, l'inclinazione media. Al termine del triennio è stata eseguita una elaborazione consuntiva secondo un modello distributivo a split-block.

3.2 - RISULTATI E DISCUSSIONE

ANNATA 1990

Essendo il primo anno di prova i risultati sperimentali sembrano risentire di una certa difformità preesistente nella fertilità del suolo e/o nella composizione pabulare.

La risposta produttiva (Tav. 60) non segue infatti con la scalarità che sarebbe stato legittimo attendersi la processione delle dosi di concime, specialmente nel taglio d'esordio, ove al livello N3 corrisponde, seppur in maniera casuale, un rendimento medio inferiore a N1 e N2. La situazione pare assestarsi negli sfalci susseguenti, soprattutto nel profilo annuale, nel quale le medie si allineano secondo una graduatoria meno anomala (il terzo taglio è stato praticato nella sola stazione di Berbenno; a Colorina è stato impedito dalla siccità).

Anche in termini numerici la risposta è piuttosto contenuta: alla dose massima l'innalzamento

Tavola 60

Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale per l'insieme delle località (tha⁻¹)

TESI	I TAGLIO	II TAGLIO	III TAGLIO	IV TAGLIO	TOTALE
N0	5,26 b A	3,90 b A		2,28	14,01 c A
N1 (100)	6,51 a A	4,49 ab A		2,26	15,73 b A
N2 (130)	6,63 a A	4,59 a A		2,43 F	16,25 ab A
N3 (160)	6,39 a A	4,85 a A		2,43 n. s.	16,44 ab A
N4 (190)	6,86 a A	4,95 a A		2,54	17,14 a A
N5 (220)	7,04 a A	5,09 a A		2,43	17,28 a A

MEDIA	6,45	4,65		2,40	16,14
-------	------	------	--	------	-------

SIGNIFICATIVITA'

1 - Località	n. s.	n. s.		0,001	0,001
2 - N	0,05	0,05		n. s.	0,05
3 - Int. A N	0,05	0,001		n. s.	n. s.

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

produttivo globale non supera le 3.17 tha⁻¹ di sostanza secca (23.3%), scarto inferiore a quanto riscontrato nelle esperienze di Cedrasco e Ardenno. Modesta è inoltre la risposta statistica, nei ragguagli parziali come sul dato complessivo. Per i primi due tagli ciò è dovuto alla presenza di interazione tra il fattore sperimentale e le località; per il terzo sfalcio ad un affievolimento dell'effetto dell'azoto; per il totale annuo di nuovo ad un valore elevato, seppure non significativo, dell'interazione.

La lettura dei valori tabulati per le singole prove (Tav. 61) fornisce preziose informazioni al riguardo. Oltre a mettere in luce il notevole divario produttivo tra i due campi, essa consente di ricondurre essenzialmente alla prova di Berbenno la responsabilità della non trascendentale attività della concimazione.

Qui, infatti, la resa media del testimone raggiunge un picco estremamente elevato (quasi 18 tha⁻¹ di s.s.), controproducente per la logica e le finalità dell'esperimento. Anche le irregolarità nella scansione delle medie nel taglio d'avvio vanno imputate principalmente alla stazione di Berbenno, dove, per altro, una minore dispersione dei dati parcellari si traduce in una più qualificata significatività nei contrasti tra le tesi.

Per quanto concerne il legame tra dose di fertilizzante e rese emerge una chiara tendenza alla linearità in ambedue le prove (P=0.001). Gli scostamenti dalle rette di regressione ($y = 17,82 + 0,012 x$ per Berbenno e $y = 10,14 + 0,018 x$ per Colorina) sono poco consistenti. I coefficienti di regressione non divergono in misura statisticamente apprezzabile, per cui il tutto si presta ad essere descritto da un unico valore medio pari a 0,015 (ogni kg di azoto apportato si è cioè trasformato, nel range esplorato dall'esperimento, in 15 kg di fitomassa secca).

Circa infine gli equilibri quantitativi tra i raccolti, l'azoto, in analogia con quanto osservato a Cedrasco e Ardenno, tende a privilegiare i primi tagli, riflettendo in pratica la propensione delle Graminacee a concentrare la produzione nei periodi meno caldi e siccitosi della stagione.

Tavola 61

Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale nelle singole località località (tha⁻¹) - Anno 1990

BERBENNO

TESI	I TAGLIO	II TAGLIO	III TAGLIO	IV TAGLIO	TOTALE
N0	5.47 c C	4.13 d B	5.15	3.15	17.89 c B
N1 (100)	6.74 ab AB	4.47 bc AB	4.96	2.90	19.07 bc AB
N2 (130)	6.56 b AB	4.39 cd AB	5.21 F	3.11 F	19.27 b AB
N3 (160)	6.00 c BC	4.73 ab A	5.52 n. s.	3.19 n. s.	19.44 b AB
N4 (190)	7.20 a A	4.83 a A	5.60	3.22	20.84 a A
N5 (220)	7.02 a A	4.82 a A	5.45	3.03	20.32 ab A
MEDIA	6.50	4.56	5.32	3.10	19.47

COLORINA

TESI	I TAGLIO	II TAGLIO	III TAGLIO	IV TAGLIO	TOTALE
N0	5.05 b B	3.66 d D		1.42	10.13 c C
N1 (100)	6.27 a A	4.51 c C		1.62	12.40 b B
N2 (130)	6.70 a A	4.79 bc BC	non eseguito	1.75 F	13.23 ab AB
N3 (160)	6.79 a A	4.98 b AB		1.68 n. s.	13.44 ab AB
N4 (190)	6.51 a A	5.07 ab AB		1.85	13.44 ab AB
N5 (220)	7.05 ab A	5.35 a A		1.83	14.23 a A
MEDIA	6.40	4.73		1.69	12.81

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

ANNATA 1991

L'annata '91 è stata caratterizzata da un andamento climatico oltremodo sfavorevole, con ritorni di freddo e precipitazioni nevose primaverili, seguite da un'estate eccezionalmente avara di piogge.

Le produzioni si assestano di conseguenza su valori inferiori alla stagione precedente (Tav. 62), valori che sarebbero stati ancor più modesti se nel campo di Colorina non si fosse ricorsi ad interventi irrigui dopo il secondo taglio.

L'elaborazione statistica congiunta non evidenzia alcuna differenza tra le tesi, non tanto e solo a causa della mediocre attività dell'azoto, bensì della profonda discordanza di azione da esso mostrata nelle due località (interazione significativa in tutti i tagli). Indispensabile è dunque l'analisi separata delle prove che, ancor più macroscopicamente che nel primo anno, mette a fuoco la situazione assolutamente particolare del campo di Berbenno (Tav. 63). Sorprende soprattutto lo spiccato biodinamismo del suolo, in grado di traslocare alla vegetazione cospicue quantità di nutrienti a prescindere da apporti esterni (nel controllo la resa in s.s. sfiora le 17 tha⁻¹ ed era stata di poco inferiore alle 18 del '90). Come già ricordato ciò condiziona negativamente lo

Tavola 62

Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale per l'insieme delle località (tha¹) - Anno 1991

TESI	I TAGLIO	II TAGLIO	III TAGLIO	IV TAGLIO	TOTALE
N0	3.71	3.16	3.92	2.47	13.27
N1 (100)	4.69	3.31	3.92	1.95	13.87
N2 (130)	4.95 F	3.71 F	4.20 F	1.91 F	14.77 F
N3 (160)	5.12 n. s.	3.87 n. s.	4.36 n. s.	1.94 n. s.	15.29 n. s.
N4 (190)	5.08	3.90	4.55	1.83	15.35
N5 (220)	5.16	4.22	4.47	1.93	15.77

MEDIA	4.79	3.70	4.24	2.01	14.72
-------	------	------	------	------	-------

SIGNIFICATIVITA'

1 - Località	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001
2 - N	n. s.				
3 - Int. A N	0.05	0.01	0.05	0.01	0.001

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

Tavola 63

Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale nelle singole località (tha¹) - Anno 1991**BERBENNO**

TESI	I TAGLIO	II TAGLIO	III TAGLIO	IV TAGLIO	TOTALE
N0	4.61 c B	4.03 cd BC	5.23	3.10 a A	16.96
N1 (100)	5.01 bc AB	3.74 d C	4.87	2.46 b BC	16.09
N2 (130)	5.16 ab AB	4.09 bc BC	5.23 F	2.53 b B	17.00 F
N3 (160)	5.69 a A	4.10 bc BC	5.24 n. s.	2.47 b BC	17.49 n. s.
N4 (190)	5.53 ab A	4.36 ab AB	5.12	2.17 c C	17.18
N5 (220)	5.28 ab AB	4.52 a A	5.12	2.34 bc BC	17.27

MEDIA	5.21	4.14	5.14	2.51	17.00
-------	------	------	------	------	-------

COLORINA

TESI	I TAGLIO	II TAGLIO	III TAGLIO	IV TAGLIO	TOTALE
N0	2.81 b B	2.30 d C	2.62 c C	1.85	9.59 d C
N1 (100)	4.37 a A	2.87 c BC	2.97 bc BC	1.45	11.66 c B
N2 (130)	4.73 a A	3.34 bc AB	3.17 bc ABC	1.30 F	12.54 bc AB
N3 (160)	4.56 a A	3.64 ab A	3.48 ab AB	1.41 n. s.	13.08 ab AB
N4 (190)	4.63 a A	3.44 ab AB	3.97 a A	1.49	13.53 ab AB
N5 (220)	5.03 a A	3.91 a A	3.82 a AB	1.51	14.27 a A

MEDIA	4.35	3.25	3.34	1.50	12.44
-------	------	------	------	------	-------

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

svolgimento dell'esperimento, già penalizzato da una sfortunata distribuzione delle tesi entro il campo (il rendimento del testimone nel terzo taglio, allorchè cessa l'effetto degli arricchimenti azotati precedenti, risulta superiore ai trattati!). In tale contesto appare ovviamente superfluo proseguire la prova che viene pertanto abbandonata.

Nella stazione di Colorina, invece, l'azione dell'azoto non patisce interferenze di sorta e definisce un quadro delle rese ordinato ed abbastanza simile a quello della stagione '90. I volumi di biomassa incrementano proporzionalmente al crescere del somministrato, adattandosi convenientemente ad una retta la cui intercetta è di 9.613 t ha⁻¹ ed il coefficiente di conversione di 21 kg di sostanza secca per quintale di elemento, superiore di 3 kg al primo anno. Al massimo apporto la produzione risulta essere di 14.27 t ha⁻¹, 4.69 (49%) in più del controllo. Similarità statistica si pone per altro con le tesi N4 e N3 e, per P=0.01, anche con N1.

ANNATA 1992

Benchè non in maniera comparabile alla stagione '91, anche l'anno '92 si è fatto segnalare per un decorso climatico estivo siccitoso. Gli interventi irrigui effettuati hanno tuttavia colmato ottimamente il deficit ed il testimone ha così potuto pervenire ad un rendimento medio di 14 t ha⁻¹ (Tav. 64), inferiore, ma solo in termini numerici, non statistici, unicamente a quelle dei trattamenti di maggiore livello (N4 e N5). Rispetto alle altre tesi si deve annotare un differenziale positivo che, nel caso di N2, approda addirittura a significatività alla soglia fiduciale del 5%. L'anomalia si ripropone, pur con accentuazioni e risvolti statistici disomogenei, in tutti e quattro i tagli. Essendo improbabile che le maggiori asportazioni di nutrienti indotte dall'azoto nelle due annate precedenti abbiano determinato un'apprezzabile erosione dei "pool" pedologici si può presumere che il sistema suolo-clima abbia in qualche modo penalizzato le essenze Graminacee, quindi le tesi ove esse erano preponderanti o comunque nelle quali l'azoto elargito non era in dose tale da stimolare un loro massiccio sviluppo. Dove, invece, si aveva la prevalenza di Leguminose e altre famiglie, come nelle parcelle testimone, la fitocenosi ha goduto di condizioni nettamente più favorevoli, che hanno espresso risultati produttivi decisamente superiori alla norma. Lecito è altresì pensare, suffragati in ciò da quanto verificatosi nella prova di Cedrasco, a processi di acidificazione del suolo che in un contesto contraddistinto già in origine da valori di pH piuttosto bassi possono aver inciso sui ritmi vegetativi delle Graminacee.

Naturalmente, questo particolare assetto delle rese annulla ogni relazione di diretta proporzionalità con la dose di fertilizzante, privando nel contempo di senso la stima dell'indice di efficienza della concimazione.

Tavola 64

STAZIONE DI COLORINA - Rese medie in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (t ha⁻¹) - Anno 1992

TESI	I TAGLIO	II TAGLIO	III TAGLIO	IV TAGLIO	TOTALE
N0	4.58 cd B	3.95 abc A	3.46 a A	1.93 a A	13.92 ab ABC
N1 (100)	4.35 d B	3.54 cd A	3.03 ab A	1.49 b B	12.41 bc BC
N2 (130)	4.67 cd B	3.49 d A	2.75 b A	1.22 c C	12.13 c C
N3 (160)	5.36 bc A	3.66 bcd A	3.25 ab A	1.28 c BC	13.55 abc ABC
N4 (190)	6.40 a A	4.00 ab A	3.38 a A	1.27 c BC	15.05 a A
N5 (220)	5.93 ab A	4.15 a A	3.27 ab A	1.38 bc BC	14.73 a AB
MEDIA	5.22	3.80	3.19	1.43	13.63

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per P = 0.05 e maiuscole per P = 0.01) sono tra loro statisticamente non diverse

SINTESI DEL TRIENNIO

La Tavola 65 ed il Grafico 16 riassumono i risultati della elaborazione consuntiva del triennio per la stazione di Colorina. Ambedue mettono in risalto una crescita della produzione annua molto regolare. La regressione delle rese sulle dosi di fertilizzante appare fortemente significativa ($P=0,001$); irrilevanti, per contro, gli scostamenti dalla linearità. La retta assume la forma $Y = 10,95 + 0,0151 x$, con un indice di conversione dunque di 15,1 kg di s.s. per kg di azoto, non eclatante, ma comunque in accordo con quanto riferito da una ricca bibliografia.

Alla soglia dei 220 Kg ha⁻¹ il divario sul testimone raggiunge le 3,2 tha⁻¹ (+ 28,5 %). Ai livelli decrescenti, in ordine: 2,8 (+ 25 %); 2,15 (+ 19,2 %); 1,42 (+ 12,7 %) e 0,95 tha⁻¹ (+ 8,5 %). Quest'ultimo scarto non attinge tuttavia a significatività statistica.

Anche la forbice tra le tesi N4 e N5 (0,4 tha⁻¹) non fuoriesce dai margini della casualità, mentre N3 si situa in posizione di inferiorità rispetto a N5 per $P = 0,05$, ma non rispetto a N4. La dose tecnica ottimale dell'elemento si può pertanto collocare attorno alle 200 unità per ettaro.

L'attività del concime, esplicandosi principalmente sulle piante Graminacee, è massima nel taglio maggengo, declina progressivamente nei tagli intermedi e si annulla definitivamente in chiusura di stagione, in risposta anche al tipo di frazionamento praticato. Per le stesse ragioni la prevalenza produttiva del primo sfalcio, già sensibile allo stato naturale, si acuisce con gli apporti nutritivi.

Come implicitamente asserito in precedenza, l'effetto delle somministrazioni si diversifica altresì da un'annata all'altra, sia in termini di impulso produttivo medio che nei rapporti tra le tesi (interazione Anni-Azoto altamente significativa nei ragguagli parziali ed in totale). Il Grafico 17 descrive il fenomeno per quanto concerne i dati complessivi annui: ad una buona costanza produttiva dei trattamenti di ordine superiore (N3, N4 e N5) fanno da contraltare dinamismi meno prevedibili e stabili nelle altre tesi, in particolare nel testimone, il più vulnerabile alle interferenze stagionali.

Tavola 65

STAZIONE DI COLORINA - Rese medie annuali in sostanza secca nei singoli sfalci e in totale (tha⁻¹) - Consuntivo triennale

TESI	I TAGLIO	II TAGLIO	III TAGLIO	IV TAGLIO	TOTALE
N0	4,15 d C	3,31 e D	2,03 b A	1,73 a A	11,21 e C
N1 (100)	5,00 c B	3,64 d CD	2,00 b A	1,52 b A	12,16 de BC
N2 (130)	5,37 bc AB	3,87 cd BC	1,97 b A	1,42 b A	12,63 cd B
N3 (160)	5,57 ab AB	4,09 bc B	2,24 ab A	1,46 b A	13,36 bc AB
N4 (190)	5,85 ab A	4,17 b AB	2,45 a A	1,54 b A	14,01 ab A
N5 (220)	6,01 a A	4,47 a A	2,36 a A	1,57 ab A	14,41 a A

MEDIA	5,32	3,92	2,17	1,54	12,96
-------	------	------	------	------	-------

MEDIE 1° ANNO	6,40 z Z	4,73 z Z	0,00 v V	1,69 z Z	12,81 zv Z
MEDIE 2° ANNO	4,36 t V	3,25 t T	3,34 z Z	1,50 z Z	12,44 v Z
MEDIE 3° ANNO	5,22 v V	3,80 v V	3,19 z Z	1,43 z Z	13,64 z Z

SIGNIFICATIVITA'

1 - Blocchi	0,01	0,01	n. s.	n. s.	n. s.
2 - Anni	0,01	0,001	0,001	n. s.	0,05
3 - N	0,001	0,001	0,05	0,05	0,001
4 - Int. A N	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001

N.B. Medie contraddistinte da lettere uguali (minuscole per $P = 0,05$ e maiuscole per $P = 0,01$) sono tra loro statisticamente non diverse

Grafico 16

STAZIONE DI COLORINA - Andamento delle rese medie triennali

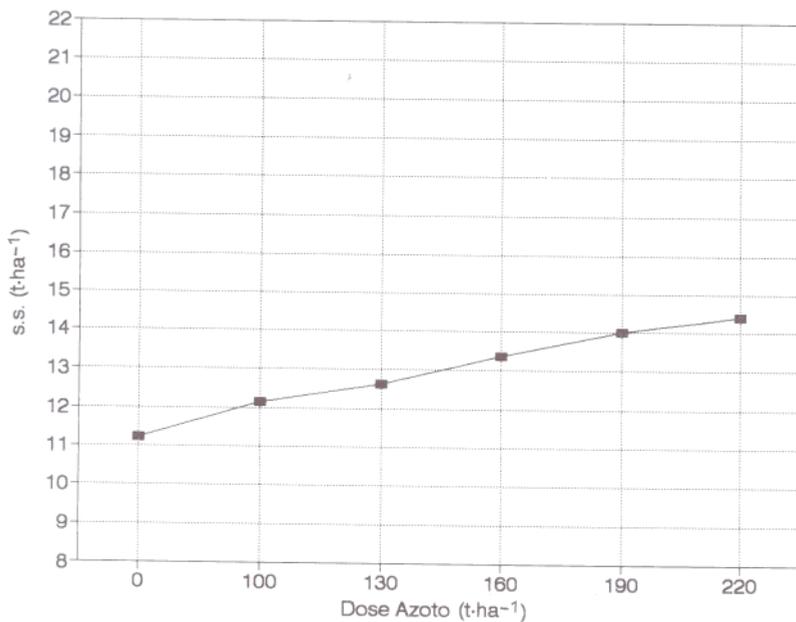
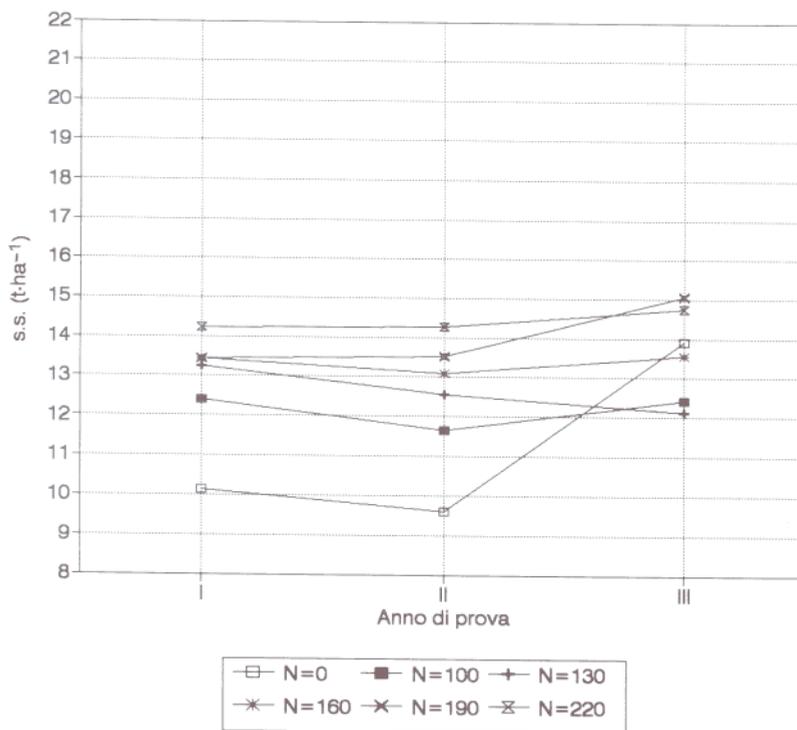


Grafico 17

STAZIONE DI COLORINA - Andamento delle rese medie annuali nel triennio



In merito ai riflessi della più volte citata azione selettiva esercitata dall'azoto sulle specie pabulari, un controllo effettuato nella primavera del 1993 evidenziava primi deboli segni di dirado dei cotici nelle parcelle N4 e N5, i cui indici di ricoprimento a vista risultavano essere in media del 90 %, a fronte del 100 % delle altre tesi.

4 - CONCLUSIONI

I quattro lavori sperimentali illustrati consentono di trarre alcune interessanti conclusioni, la cui valenza ha naturalmente riferimenti privilegiati nel contesto temporale di un quinquennio ed in quello spaziale del fondovalle alpino.

In accordo con una copiosa documentazione scientifica, la concimazione minerale si mostra nel complesso capace di esercitare positivi riflessi sulle prestazioni produttive delle cotiche prative di antica costituzione, incentivando i ritmi vegetativi, gli assorbimenti radicali ed il ripristino di un buon assetto floristico. A dosaggi contenuti ed opportune modalità di somministrazione essa si rivela altresì del tutto accettabile sotto il profilo della compatibilità ambientale, riducendo al minimo i rischi di rilasci di contaminanti nei corpi idrici e nell'atmosfera.

Sui rendimenti in foraggio, i due principi nutritivi saggiati diversificano gli effetti da una località all'altra.

L'azoto sembra sottostare essenzialmente al controllo del corredo fosfatico del suolo, della reazione di questo e delle potenzialità produttive degli ambienti, a loro volta funzione delle disponibilità idriche nel periodo vegetativo (Morrison, 1980, 1988). Così, impoverimenti nelle scorte pedologiche di fosforo estraibile ad Ardenno, processi di acidificazione del substrato a Colorina e Cedrasco, rese elevate del testimone a Berbenno parrebbero essere i fattori di vincolo per l'azione del fertilizzante.

Trascurando, per le ragioni già esposte, la prova di Berbenno, la risposta della vegetazione appare strettamente correlata in tutto l'intervallo esplorato alla dose di intervento. Nelle circostanze più favorevoli (Ardenno), identificabili con una bassa erraticità sperimentale, essa può divenire significativa già alla soglia delle 100 unità/ettaro anno, ma maggiore affidabilità è assicurata da apporti superiori. Scarti di rilievo statistico si pongono di nuovo attorno alle 200 unità e, nella stazione di cui sopra, anche alle 300 unità. Gli indici di conversione oscillano, sempre entro l'intero range esaminato, da 14.5 a 20.4 kg di sostanza secca, relativamente alle esperienze di Colorina e Cedrasco. Ad Ardenno è di 18.7 kg. Anche se non eclatanti, essi si ricordano bene con quanto postulato da altri autori (Morrison, 1988; Paris-Gavazzi-Tabaglio, 1992).

La concimazione fosfatica, da parte sua, calibra la propria attività sulle concentrazioni di elemento assimilabile nel suolo. Il valore critico al di sotto del quale la vegetazione reagisce in maniera significativa agli spargimenti si colloca in prossimità delle 20 ppm in P_2O_5 (metodo Olsen). La portata della spinta produttiva varia, oltre che con la dotazione del suolo, con i meccanismi di insolubilizzazione che investono il somministrato e con altri fattori edafici e climatici non facilmente catalogabili. Pur in una apparente similarità pedologica, profondo può risultare quindi il solco da un ambito all'altro.

La compresenza dell'azoto può dare luogo ad una semplice addizione degli effetti (Cedrasco) o ad interazioni (Ardenno). Il fosforo viene ad essere in tal caso decisivo per l'utilizzo dell'azoto e conduce ad incrementi di resa tanto più elevati quanto più accentuato è il depauperamento delle riserve nel substrato. Negli ultimi due anni della prova di Ardenno, già in abbinamento con 200 kg di azoto si perviene ad un raddoppio della fitomassa.

I 100 Kg ha^{-1} di P_2O_5 elargiti sono da ritenere idonei alle necessità dei contesti esaminati, poiché in grado di far fronte alle asportazioni, preservando o rimpinguando le quote di estraibilità nella matrice.

L'espansione produttiva è resa possibile da una marcata alterazione dello spettro floristico del pabulum, consistente in una rapida e progressiva affermazione della componente graminacea e, al suo interno, delle specie più vigorose al crescere degli apporti di azoto. Risolvendosi in un drastico ridimensionamento delle famiglie minori, la dinamica racchiude in se indubbi vantaggi sotto l'aspetto qualitativo. Tuttavia, in special modo quando accompagnata da inacidimenti del substrato o carenze idriche, può favorire fenomeni di dirado del cotico che nel tempo si rendono responsabili di decadimenti produttivi e reinfestazioni. Tali processi sono stati di recente studiati da Paris e altri in una ricerca condotta nel Piacentino (Paris-Gavazzi-Tabaglio, 1992).

Marginale si rivela invece la concimazione fosfatica, cui si riconoscono deboli impulsi espansivi sulle Leguminose, ma esclusivamente laddove non vi sono somministrazioni azotate o comunque queste sono di modesta entità.

Rispetto all'accumulo degli elementi nella fitomassa, ossia a due importanti prerogative nutrizionali, di diverso spessore risultano essere le indicazioni scaturite.

Per le concentrazioni fosfatiche, evidente e ben caratterizzata è l'azione positiva della fosfatazione che in associazione con 100 kg di azoto si concretizza in un raddoppio medio dei contenuti. Altrettanto netto e generalizzabile è l'opposto effetto di diluizione connesso all'aumento delle rese, indotto da apporti azotati superiori.

Meno univoci e dunque di minor valore predittivo i responsi relativi ai tenori proteici. L'unico elemento di certezza parrebbe identificarsi con l'assenza di significativa attività da parte della concimazione fosfatica. Per il resto, chiara è la contrapposizione tra le esperienze: in una situazione (Ardenno) i 200 kg di azoto applicato vengono in pratica destinati a soli scopi quantitativi, conformandosi a quanto osservato da Paris nella ricerca dianzi menzionata; in altre circostanze (Cedrasco) si profila invece anche una risposta di tipo qualitativo, stimabile in media in incrementi proteici di 1,5-2 punti percentuali. Il fatto è ovviamente la conseguenza degli inferiori livelli produttivi di questa località.

Grazie a questo meccanismo compensativo, la frazione dell'azoto distribuito, in apparenza non asportato con i raccolti, non oltrepassa fino al dosaggio testato delle 200 unità gli 80-90 Kg ha⁻¹ in media annua, valore che, considerate le quote intrappolate nella struttura ipogea delle piante e nel suolo, va ritenuto di modesto rischio ecologico. Il buon utilizzo dell'azoto è propiziato dalle somministrazioni fosfatiche, da cui non appare opportuno prescindere in particolare allorchè le scorte pedologiche di P₂O₅ assimilabile non sono sufficienti a sostenere adeguatamente la produzione. Fondamentale è inoltre la ripartizione sui tagli del concime azotato che consente, unitamente al rispetto dei ritmi vegetativi e di sfruttamento, di evitare in circostanze climatiche sfavorevoli (siccità) l'effettuazione di inutili e talvolta deleteri spargimenti.

Spingendo gli apporti azotati sopra la soglia delle 200 unità/ettaro vi sono, come visto, vantaggi in termini di rendimenti e verosimilmente anche di tenori proteici. Così facendo si ha tuttavia, oltre ad una eccessiva pressione selettiva sul pabulum, una innegabile dilatazione del rischio ambientale, oggi improponibile alla luce dei recenti indirizzi assunti dalle politiche comunitarie. Detto limite appare invece più plausibile ed in ogni caso in grado di fornire ottime risposte agronomiche.

BIBLIOGRAFIA

AA. VV., 1989

Chimica del suolo - Patron Editore, Bologna.

Bertoni G., Calamari L., Cappa V., 1980

Atti Semin. "Praticoltura e Zootecnia: elevate concimazioni, produzione foraggera e alimentazione dei bovini" - Gariga di Podenzana (PC).

Broadbent F. E., Rauschkolb R.S., 1977

Nitrogen fertilization and water pollution - California Agric., 5, 24-25.

Gavazzi C., Barilli A., 1979

Effetti di elevate concimazioni azotate su prati polifiti permanenti di pianura. Nota I - Risultati produttivi. Inf. Agr., 35, 8422-8428.

Fenn L. B., Hossner L. R., 1985

Ammonia volatilization from ammonium or ammonium-forming nitrogen fertilizers - Advances in soil Science, 1, 123-169.

Giardini L., 1989

Aspetti agronomici e fisiologici della concimazione azotata in relazione all'ambiente - Riv. di Agron., XXIII, 3-22.

Large R. V., 1968

N.A.A.S. Quart. Rev. No. 79, 110-117

Martim G., 1987

La pollution des eaux par les nitrates - Annales ANPP, 5, Ist. Nat. Agron., Paris.

Morrison J., 1980

In: The role of Nitrogen in Intensive Grassland Production -(a cura di H. Prins e G. H. Arnold), 51-57. Pudoc, Wageningen.

Morrison J., 1988

In: Nitrogen and Water Use by Grassland (a cura di R. J. Wilkins), 6-23, AFRC Inst. Grassl. Anim. Prod., Hurley.

Paris P., 1978

La concimazione dei prati stabili di pianura e dei prato-pascoli di montagna - Atti Conv. "Valorizzazione zootecnica della montagna e collina appenninica. Una nuova foraggicoltura per il rilancio zootecnico". 45-61, Piacenza.

Paris P., Gavazzi C. 1989

Incentivazione della produzione foraggera di prati naturali di collina e di montagna per mezzo della concimazione inorganica. Sette anni di prove sperimentali - C.E.R.A.S., Bologna.

Paris P., Gavazzi C., Tabaglio V., 1992

Risposta evolutiva di un prato stabile a prove di concimazione di lungo termine. Un dodicennio di indagini - Ist. di Agron. Gen. e Colt. Erb., Facoltà di Agraria, Un. Cattolica del S. Cuore, Piacenza.

Paris P., Paris Q., Lalla M., Gavazzi C., 1983

Funzioni di risposta e di fertilità residua di un prato stabile nel piacentino - Riv. di Agron., XVII, 429-438.

Rieder J., Diercks R., Klein W., 1983
Prati e pascoli - Liviana editrice, Padova.

Russel E. W., 1973
Soil Conditions and Plant Growth. Longman, 10^a ediz. London.

Sequi P., Antisari L. V., 1989
Dinamismo chimico dell'azoto: aspetti agronomici e ambientali - Riv. di Agron., XXIII, 30-42.

Talamucci P., 1984
Presentazione di alcuni risultati di ricerche sulla foraggicoltura dell'Appennino settentrionale. In: "Lo sviluppo degli allevamenti nell'Appennino settentrionale" - C.R.P.A., Reggio Emilia, 13-49.

Van Burg P. F. J., 't Hart M. L., Thomas H., 1980
In: The Role of Nitrogen in Intensive Grassland Production (a cura di W. H. Prins e G. H. Arnold), 15-33, Pudoc, wangenigen.

Williams E. D., 1978
Botanical composition of the Park Grass Plots at Rothamsted 1856- 1976. Rothamsted expt Sta., Harpenden.

Wright M. J., Davison K. L., 1964
Adv. Agron., 16, 197-247.

Ziliotto U., Testolin R., Fornasari G., 1981
Effetti della concimazione azoto-fosfo-potassica su un prato di fondovalle del Bellunese. 1. Aspetti quantitativi della produzione e caratteristiche della cotica erbosa - Riv. di Agron., XV, 29-44.

Ziliotto U., Venturelli M. B., 1981
Effetti della concimazione azoto-fosfo-potassica su un prato di fondovalle del Bellunese. 2. Contributo di Graminacee, Leguminose e di "restanti famiglie" alla produzione e loro produttività specifica - Riv. di Agron., XV, 95-105.

INDICE

Presentazione	pagina	3
Introduzione.....	pagina	5
Prove di Cedrasco e Ardenno	pagina	7
Prove di Berbenno e Colorina	pagina	61
Conclusioni	pagina	71

Finito di stampare
nel luglio 1994
dalla Bonazzi *grafica* - Sondrio
nella nuova sede di Via Europa