

EFFETTI PRODUTTIVI, AMBIENTALI E PAESAGGISTICI DELL'ESTENSIFICAZIONE CULTURALE IN PRATI DI MONTAGNA

UN QUINQUENNIO DI PROVE IN SETTE LOCALITÀ ITALIANE

Mauro Bassignana¹, Ferdinando Bozzo², Fabrizio Clementel³, Giampaolo Della Marianna⁴, Fausto Gusmeroli⁴, Andreas Kasal⁵, Michele Lamesso², Marco Ligabue⁶, Diego Orlandi³, Renato Paoletti⁷, Giuseppe Parente⁸, Sonia Venerus⁸

RIASSUNTO

Nel quinquennio 1996-2000 furono allestite sette prove sperimentali in altrettante località montane italiane. Entro dispositivi a blocchi randomizzati, furono messi a confronto sei trattamenti: una cotica artificiale, quattro cotiche permanenti gestite a due livelli di frequenza di taglio e di concimazione ed una cotica indisturbata. Scopo della ricerca era di valutare gli effetti produttivi, ambientali e paesaggistici dell'estensificazione culturale nei sistemi prativi di montagna.

Il prato permanente governato secondo le abitudini locali ha fornito rendimenti produttivi comparabili o di poco inferiori a quelli del prato artificiale, dimostrando però di conciliare meglio le diverse esigenze. La riduzione delle frequenze di taglio si è rivelata molto penalizzante in termini produttivi e per i rischi di rilasci azotati, senza assicurare vantaggi tangibili sulla biodiversità e sul valore estetico delle cotiche. Favorevole sotto il profilo ambientale si è invece mostrata la sospensione della concimazione.

Stante le vigenti misure di carattere agro-ambientale, che premiano anche la foraggicoltura tradizionale, un governo estensivo del prato sembra dunque giustificarsi solo a meri scopi conservativi. Non si può prescindere, in ogni caso, da 1-2 interventi l'anno, pena un eccessivo deterioramento delle prerogative agronomiche, biologiche ed estetiche delle fitocenosi.

ABSTRACT

Productive, environmental and landscape effects of cultural extensification on natural mountain grasslands

Seven experimental trials were set up and carried out from 1996 to 2000 in seven Italian mountain sites. Six treatments were compared by a random block design: one artificial sward, four permanent swards managed with two different cut frequencies and fertilisation practices and one undisturbed sward. The aim of this study was the evaluation of productive, environmental and landscape effects of cultural extensification on natural mountain grasslands.

The permanent sward, managed according to local practices, gave similar or little less productive yields than those of artificial sward, thus showing to better fit the various requirements. The reduction of cut frequencies caused a production decrease and risks of nitrogen losses, without assuring real advantages on biodiversity and on the aesthetic value of swards. The suspension of fertilisation, on the contrary, was favourable from the environmental point of view.

On the basis of agro-environmental measures in force, which also add the traditional forage growing, the extensive management of grassland seems to be advantageous only for conservative purposes. However, one or two cuts per year should be done in order to avoid an excessive worsening of agronomic, biological and aesthetic qualities of phytocenosis.

¹ Institut Agricole Régional, Aosta

² Amministrazione Provinciale di Vicenza - Dip.to Ambiente - Settore Ricerche e Sperimentazioni Ambientali

³ Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura, Villazzano (TN)

⁴ Fondazione Fojanini di Studi Superiori, Sondrio

⁵ Centro per la Sperimentazione Agraria e Forestale Laimburg, Ora (BZ)

⁶ Centro Ricerche e Produzioni Animali, Reggio Emilia

⁷ Istituto Sperimentale per le Colture Foraggere, Lodi

⁸ Settore Agricoltura Aziende Sperimentali e Dimostrative, Pordenone

1. Introduzione

Le praterie permanenti rappresentano una forma ideale di valorizzazione dei suoli in montagna. Esse forniscono foraggio per il bestiame, sono un elemento paesaggistico peculiare e un'eccellente fonte di biodiversità, proteggono i versanti contro l'erosione e controllano le dispersioni di azoto nell'ecosistema (Klapp, 1954 e 1971; Haussmann 1974-1975; Thomet *et al.*, 1989; Thomet *et al.*, 1990; Nösberger *et al.*, 1990; Rychnowská *et al.*, 1990; Nösberger *et al.*, 1994; Parente, 1996; Carlen *et al.*, 1998; Buchgraber, 2000a; Tarello *et al.*, 2001).

La Comunità Europea si preoccupa della loro tutela e valorizzazione emanando specifiche misure nell'ambito delle politiche di sostegno allo sviluppo rurale. Il regolamento comunitario 1257 del 17 maggio 1999 raggruppa un insieme d'iniziative e d'azioni che, precedentemente, erano disciplinate da norme a sé stanti. Si possono ricordare, a titolo d'esempio, le misure in favore delle zone svantaggiate, prima oggetto della direttiva 75/268 e, successivamente, del regolamento 797/85, oppure le misure agroambientali, già normate dal regolamento 2078/92 o, ancora, il sostegno alla selvicoltura, inizialmente istituito dal regolamento 2080/92. In sintesi, il Consiglio dell'Unione Europea stabilisce, con questo regolamento, un quadro giuridico unico per il sostegno comunitario allo sviluppo rurale nel suo complesso.

Gli articoli che riguardano più direttamente, nella loro applicazione locale, la praticoltura di montagna sono compresi nel Capo V – Zone svantaggiate e zone soggette a vincoli ambientali (artt. 13-21) e nel Capo VI - Misure agroambientali (artt. 22-24). Nella nota A che segue sono presentate le peculiarità applicative di queste misure nei territori dell'Italia settentrionale, con particolare riguardo alle indicazioni relative alla concimazione ed alla frequenza di utilizzazione dei prati permanenti, oggetto della presente indagine sperimentale. Le informazioni sono desunte dai Piani di Sviluppo Rurale delle singole amministrazioni regionali o provinciali.

Come si può notare, i criteri di attribuzione dei premi variano sensibilmente da area ad area. Per i tagli, nella maggior parte dei casi sono previsti vincoli di frequenza minima e di periodo di intervento, meno comunemente sono stabilite frequenze indicative o massime, o non vi è riferimento alcuno. Talvolta le utilizzazioni sono diversificate in base alla quota altimetrica o alla tipologia del prato. Per la concimazione sono poste, direttamente o indirettamente attraverso vincoli di carico di bestiame, soglie di dosaggio per i tre macronutrienti, calibrate o no sulla tipologia della prateria. Alcune disposizioni impongono limitazioni o proibizioni supplementari nei confronti dei concimi chimici.

Le misure comunitarie tendono dunque a premiare una foraggicoltura di tipo estensivo e a minore impatto ambientale, dove la conservazione della risorsa ha il sopravvento sull'obiettivo produttivo. Le sovvenzioni economiche servono a compensare, in qualche misura, le perdite di resa e di qualità che ne derivano. La scelta di fruire di queste opportunità da parte dell'azienda zootecnica non è agevole, come del resto non è facile per l'ente pubblico fissare i criteri d'intervento e gli importi dei premi. Le molteplici funzioni assolute dalle cotiche erbose complicano non poco la materia, pretendendo un approccio ampio ed integrato.

Ciò è quanto attuato nel presente lavoro, nel quale sono indagati gli effetti di tipo produttivo, ambientale e paesaggistico dell'estensificazione culturale del prato permanente di montagna, realizzata attraverso una riduzione dei ritmi di utilizzazione delle cotiche e delle dosi di concimazione. La tematica è stata, al momento, presa parzialmente in considerazione per gli aree montane da autori stranieri (Dietl, 1986; Thomet, 1987; Spatz, 1988; Thomet & Schmid, 1989; Elsässer, 1998; Buchgraber, 2000b) e da alcuni italiani (Ziliotto e Scotton, 2001). L'intento è di fornire consigli tecnici agli operatori e indirizzi di carattere pianificatorio agli amministratori nelle diverse situazioni riscontrabili nei comprensori montani: da quelle dove l'allevamento del bestiame continua ad essere praticato e, dunque, la foraggicoltura conserva primariamente una valenza produttiva, a quelli dove invece la coltivazione del prato s'impone ormai solo come azione orientata alla conservazione della risorsa per ragioni ambientali e paesaggistiche.

2. Gli ambienti di prova

Le prove sperimentali sono state allestite in sei località dell'arco alpino italiano e in una località appenninica, precisamente a Ville sur Nus (Aosta), Aldino (Bolzano), Vercallo di Casina (Reggio Emilia), Sondrio, Borgo Valsugana (Trento), Tarvisio (Udine) e Canove di Roana (Vicenza) (fig. 1)¹. Le caratteristiche stazionali dei siti e le prerogative chimico-fisiche dei suoli sono illustrate nelle tabelle 1 e 2. Le condizioni climatiche, rappresentate dai climodiagrammi di Walter e Lieth, sono descritte nella nota C.

Gli ambienti comprendono situazioni pedoclimatiche e vegetazionali abituali nell'ambiente montano. Vi sono realtà di fondovalle, o comunque di quota relativamente bassa, con clima continentale, suoli pianeggianti, profondi e fertili. Altre più elevate, a clima più rigido, con matrici in pendio, più grossolane e magre. Due località (Aosta e Reggio Emilia) presentano siccità estiva ed in esse è abituale il ricorso all'irrigazione. Il manto vegetale è ovunque riconducibile all'ordine di *Arrhenatheretalia*, alleanza di *Arrhenatherion* con talvolta elementi di *Cynosurion*. In pochi casi si riconoscono associazioni ben tipizzate di *Arrhenatheretum*; più frequentemente si hanno comunità meno caratterizzate e/o di transizione tra *Arrhenatheretum* e *Trisetetum*.

In questi comprensori, i foraggi sono utilizzati allo stato affienato o insilato per l'alimentazione del bestiame da latte. Sono praticati da due a quattro tagli l'anno. La fertilizzazione è di norma organica, con sporadiche integrazioni minerali. Gli apporti di nutrienti non sono mai elevati.

Figura 1 - Ubicazione dei siti di prova / *Experimental sites+A26 location*

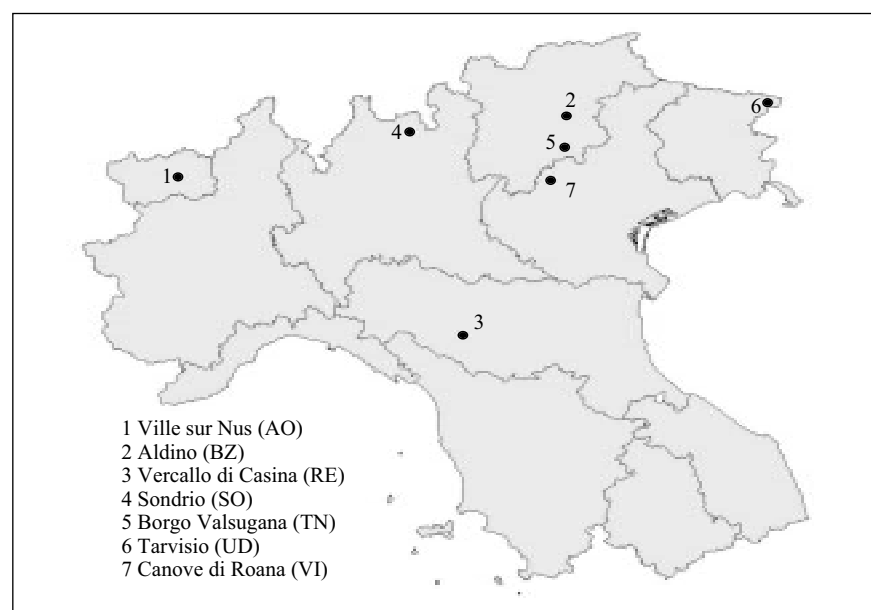


Tabella 1 - Caratteristiche stazionali dei siti in prova / *Characteristics of trial sites*

	Altitudine (m slm)	Inclinazione (%)	Esposizione (°)	Vegetazione
Ville sur Nus (AO)	1120	3	180	Arrhenatheretum / Trisetetum
Aldino (BZ)	1250	10	180	Arrhenatherion / Cynosurion
Vercallo di Casina (RE)	500	10	360	Arrhenatherion
Sondrio (SO)	290	0	--	Arrhenatherion / Cynosurion
Borgo Valsugana (TN)	520	10	360	Arrhenatheretum
Tarvisio (UD)	770	0	--	Arrhenatheretum
Canove di Roana (VI)	975	12	285	Arrhenatherion / Cynosurion

¹Nel seguito le località sono identificate con il nome o la sigla della provincia di appartenenza.

Tabella 2 - Caratteristiche chimico-fisiche dei suoli / *Soil chemical and physical characteristics*

		AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
Scheletro (%)		0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0	12,0
Terra fina (%)	< 2 mm	100,0	100,0	100,0	100,0	68,0	100,0	78,0
Sabbia (%)	2 - 0,05 mm	50,0	50,0	17,0	43,0	48,0	38,0	24,0
Limo (%)	0,05 - 0,002 mm	40,0	39,0	45,0	50,0	45,0	52,0	51,0
Argilla (%)	< 0,002	10,0	11,0	38,0	7,0	7,0	10,0	25,0
pH (H ₂ O)		6,8	7,3	7,4	6,0	7,4	7,3	6,9
pH (KCl)		6,4	7,1	6,8	5,5	7,8	6,8	6,5
Calcare totale (%)		0,0	0,0	5,0	0,0	65,0	2,0	2,0
Carbonio organico (%)		1,7	2,6	2,6	3,3	4,4	5,3	4,7
Humus (%)		3,0	4,5	4,5	5,7	7,5	9,1	8,1
Azoto totale (%)		0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
C/N		9,1	9,8	10,4	9,1	8,4	9,5	8,1
Fosforo mg/kg	Olsen	13,0	14,0	6,0	10,0	12,0	8,0	23,0
Potassio mg/kg	acetato ammonicoN	118,0	70,0	227,0	49,0	66,0	95,0	341,0
Magnesio mg/kg	acetato ammonicoN	154,0	301,0	101,0	304,0	710,0	657,0	133,0
Ferro mg/kg	DTPA	48,4	44,1	21,8	121,2	54,0	49,6	49,4
Manganese mg/kg	DTPA	34,3	11,0	15,4	20,7	9,1	15,5	103,0
Zinco mg/kg	DTPA	6,6	2,0	1,9	7,6	4,8	23,2	13,8
Rame mg/kg	DTPA	7,3	2,7	2,6	19,6	1,5	2,2	3,9
Boro mg/kg	acqua 100 °C	1,3	0,4	0,4	1,4	0,8	0,8	0,4

3. Materiali e metodi

3.1. Disegno sperimentale e trattamenti

Le esperienze sono state realizzate nel periodo 1996-2000, entro schemi distributivi a blocchi randomizzati, in parcelle di dimensione variabile da m (7 x 1,5) a m (9 x 3,5). Sono state messe a confronto, in quattro blocchi per dispositivo, sei tesi: una cotica artificiale, quattro cotiche permanenti gestite a due livelli di frequenza di taglio e di concimazione ed una cotica indisturbata, come di seguito specificato:

A = Cotica artificiale

T₂F₁ = Cotica permanente con frequenza di taglio ordinaria e concimazione

T₂F₀ = Cotica permanente con frequenza di taglio ordinaria e assenza di concimazione

T₁F₁ = Cotica permanente con frequenza di taglio ridotta e concimazione

T₁F₀ = Cotica permanente con frequenza di taglio ridotta e assenza di concimazione

I = Cotica indisturbata

Le formule impiegate per la costituzione delle cotiche artificiali (tab. 3) sono state derivate da precedenti prove sperimentali, allestite negli stessi ambienti (Bozzo *et al.*, 1996). Le frequenze di sfalcio praticate nel periodo di prova sono rendicontate in tab. 4. Le concimazioni sono state eseguite con concimi minerali, invece che con gli ordinari fertilizzanti organici, per ragioni di praticità. Per cercare di compensare la minore efficienza di questi ultimi, si sono adottate dosi leggermente inferiori alla norma, ossia 40N-25P₂O₅-50K₂O kg ha⁻¹ taglio⁻¹, prendendo come riferimento i tagli effettuati nelle annate ordinarie. La pratica ha interessato, oltre alle combinazioni F₁, la formazione artificiale. L'azoto è stato somministrato in unica dose in fase di ripresa vegetativa nel caso di un solo taglio, frazionato in base alle potenzialità produttive dei siti in caso di più tagli. Fosforo e potassio sono stati applicati sempre al momento del risveglio vegetativo, ma solo nelle

situazioni di carenza pedologica, vale a dire in tutte le località ad esclusione di Reggio Emilia e, per il fosforo, anche di Sondrio.

Tabella 3 - Miscugli utilizzati per la costituzione delle cotiche artificiali / *Composition of mixtures used for artificial swards*

AO	<i>Dactylis glomerata</i>	35%	<i>Phleum pratense</i>	30%	<i>Medicago sativa</i>	35%		
BZ	<i>Dactylis glomerata</i>	48%	<i>Poa pratensis</i>	18%	<i>Trifolium repens</i>	34%		
RE	<i>Festuca arundinacea</i>	45%	<i>Dactylis glomerata</i>	26%	<i>Trifolium repens</i>	29%		
SO	<i>Festuca arundinacea</i>	47%	<i>Phleum pratense</i>	23%	<i>Trifolium repens</i>	30%		
TN	<i>Dactylis glomerata</i>	35%	<i>Phleum pratense</i>	30%	<i>Medicago sativa</i>	35%		
UD	<i>Dactylis glomerata</i>	26%	<i>Phleum pratense</i>	23%	<i>Lolium perenne</i>	22%	<i>Trifolium repens</i>	29%
VI	<i>Dactylis glomerata</i>	26%	<i>Phleum pratense</i>	23%	<i>Lolium perenne</i>	22%	<i>Trifolium repens</i>	29%

Tabella 4 - Numero di tagli praticati nel periodo di prova (il primo numero di ogni combinazione si riferisce ai trattamenti T₁, il secondo ai trattamenti T₂ e alla cotica artificiale) / *Number of cuts in the trial period (the first number of every combination is referred to T₁ treatments, the second to T₂ treatments and to the artificial sward)*

	I anno	II anno	III anno	IV anno	V anno
AO	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3
BZ	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3
RE	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 3	1 - 3
SO	2 - 4	1 - 3	1 - 3	2 - 4	2 - 4
TN	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3
UD	1 - 3	1 - 2	1 - 3	1 - 3	1 - 3
VI	1 - 2	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3

3.2. Osservazioni sperimentali

Le osservazioni sperimentali di campo hanno riguardato le rese, i tenori proteici, la composizione floristica, le fioriture ed il valore estetico delle cotiche.

Le rese sono state misurate mediante raccolta e pesatura di una striscia centrale delle parcelle, di larghezza variabile da m 1,20 a m 2, secondo le località. I tenori proteici sono stati determinati con il metodo Kjeldahl su campioni essiccati in stufa a 60°C rappresentativi della biomassa annuale. Dal confronto tra l'azoto asportato con i raccolti e il somministrato con le concimazioni si sono ricavati gli indici di recupero apparente dell'azoto per le tesi T₂F₁ e T₁F₁ e si sono stimati i potenziali residui di elemento.

I rilievi floristici sono stati eseguiti sul primo taglio dell'ultimo anno di prova con il metodo lineare di Daget e Poissonet (1969), su 33 punti distanti 20 cm, completati con le specie rare non rilevate lungo il transetto, ma presenti nella parcella. In base ai contributi specifici e agli indici di valore foraggero di Klapp-Stählin (Archivio Werner e Paulissen, 1987) si sono desunti i valori pabulari delle cenosi (medie ponderate). È inoltre stata valutata la biodiversità specifica per mezzo di tre indici (Fleury, 1995):

- la ricchezza floristica (RF=numero di specie),
- l'indice di Shannon (1949) [$H = -\sum (-CS_i/100) \log_2 (CS_i/100)$, con CS_i =contributo specifico della i -esima specie],
- l'indice di equiripartizione ($J = H/\log_2 RF$) (Legendre e Legendre, 1979).

Sempre nell'ultimo anno di prova si sono effettuati controlli sulle fioriture delle specie, con stima a vista delle percentuali di ricoprimento per ciascun colore, nelle seguenti epoche:

- I: 20 giorni avanti il primo taglio delle tesi ordinarie
- II: primo taglio delle tesi ordinarie
- III: 20 giorni dopo questo taglio
- IV: secondo taglio delle tesi ordinarie e primo taglio delle estensive
- V: 30 giorni dopo questi tagli

Contemporaneamente, su un blocco per ogni impianto sperimentale, sono state riprese delle immagini fotografiche per le valutazioni estetiche delle cotiche. Sono state prodotte due immagini per ogni parcella del blocco, una con vista generale, l'altra con vista particolareggiata della copertura erbosa, secondo criteri prefissati (distanza, altezza, caratteristiche tecniche dei materiali). Le immagini sono state successivamente valutate da 13 giudici, per mezzo di un indice di gradimento su una scala continua 0-5, crescente con il gradimento stesso.

3.3. Elaborazioni statistiche

I dati delle rese, dei tenori proteici e delle asportazioni di azoto relativi ai soli trattamenti T_2F_1 , T_2F_0 , T_1F_1 e T_1F_0 sono stati elaborati con l'analisi della varianza (la tesi indisturbata e l'artificiale non sono state considerate, in un caso per ovvie ragioni, nell'altro poiché in alcune località le semine sono state eseguite solamente al secondo anno della prova e pertanto il confronto non poteva ritenersi corretto). L'analisi ha riguardato sia l'insieme, sia le singole località. Nell'elaborazione cumulata si è utilizzato un modello a cinque criteri di classificazione (Tagli, Concimazione, Località, Anni, Blocchi), parzialmente gerarchico (fattore Blocchi subordinato al fattore Località) e misto (fattori Località, Anni e Blocchi casuali); per le singole prove, un modello fattoriale, misto, a quattro criteri di classificazione (i precedenti senza le Località). Per le sole rese è stato realizzato anche un confronto tra il prato artificiale e la formazione permanente ordinaria (T_2F_1), su quattro anni di prova. Si sono applicati in tal caso modelli di analisi della varianza analoghi ai precedenti, ma a quattro e tre criteri di classificazione (Trattamenti, Anni e Blocchi con e senza il fattore Località).

Ad analisi della varianza sono stati sottoposti anche gli indici di biodiversità e i punteggi relativi al valore estetico delle cotiche, considerando però tutte e sei le tesi. Per gli indici di biodiversità si è adottato un modello a tre criteri di classificazione (Trattamenti, Località, Blocchi), parzialmente gerarchico e misto e un modello fattoriale misto a due criteri (Trattamenti e Blocchi), rispettivamente per l'elaborazione congiunta delle prove e per quella separata. Per il valore estetico, i modelli erano, nell'ordine, a quattro e tre criteri di classificazione (Trattamenti, Controlli e Giudici, con e senza il fattore Località), fattoriali e misti (Località e Giudici casuali). Schematizzazioni grafiche dei modelli di analisi della varianza applicati sono proposte in figura 2.

Gli effetti principali e le interazioni per le quali i modelli non consentivano test di significatività esatti sono stati testati in modo approssimativo su combinazioni di varianze, come suggerito da Cochran (1951). Le interazioni significative di primo ordine, ad eccezione di quella Tagli x Concimazione che coinvolgeva poche varianti, sono state indagate mediante analisi AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*), impiegando il test di Gollob per la valutazione della significatività delle componenti principali.

L'omogeneità delle varianze degli errori sperimentali tra le località è stata verificata mediante il test di Hartley. I confronti multipli tra le medie sono stati eseguiti con il test di Newman-Keuls.

Le matrici Trattamenti x Specie, derivate dai rilievi floristici lineari, sono state sottoposte in ogni località ad analisi multivariata con la tecnica di ordinamento dell'analisi di corrispondenza.

4. Risultati e discussione

4.1. Rese

Le rese misurate nel quinquennio di prova e le relative analisi della varianza sono riportate in tabella 5. Sull'insieme delle località si evidenziano effetti molto significativi per entrambe le variabili agronomiche. La riduzione del numero degli sfalci e l'assenza di concimazione penalizzano i rendimenti medi, rispettivamente, di 2,50 t ha⁻¹ s.s. (-32%) e di 2,06 t ha⁻¹ s.s. (-27%). I due fattori mostrano tuttavia un'interazione molto pronunciata, consistente in un affievolimento dell'attività della concimazione nelle situazioni di sfruttamento estensivo o, viceversa, in un più marcato effetto deprimente della riduzione della frequenza di taglio in presenza di apporti fertilizzanti, come traspare dai seguenti confronti tra le combinazioni delle due variabili:

$$T_1F_0 \text{ vs } T_2F_0 = -1,56 \text{ t ha}^{-1} \text{ s.s.}$$

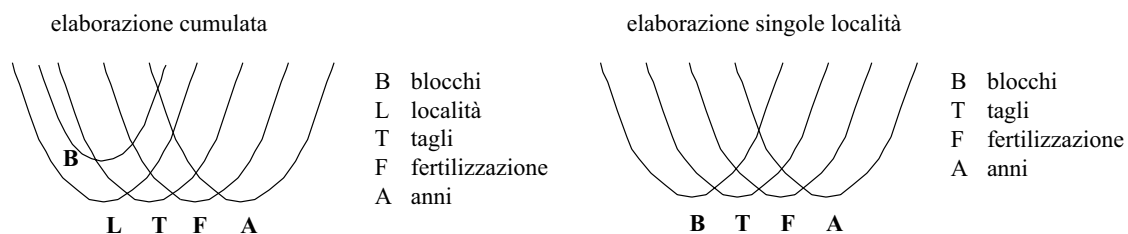
$$T_1F_1 \text{ vs } T_2F_1 = -3,45 \text{ t ha}^{-1} \text{ s.s.}$$

$$T_1F_0 \text{ vs } T_1F_1 = -1,11 \text{ t ha}^{-1} \text{ s.s.}$$

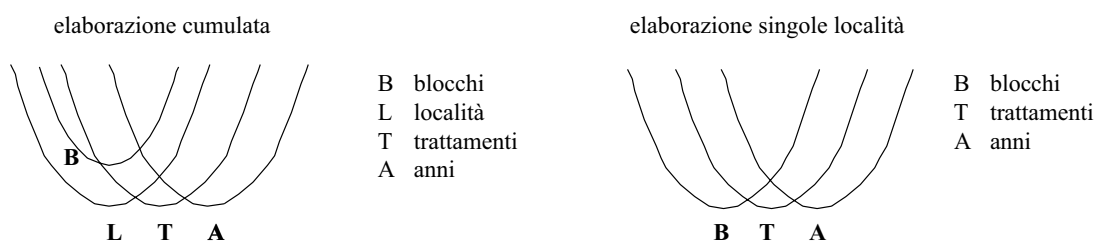
$$T_2F_0 \text{ vs } T_2F_1 = -3,00 \text{ t ha}^{-1} \text{ s.s.}$$

Figura 2 - Schemi dei modelli di analisi della varianza applicati / *Representation of applied models of variance analysis*

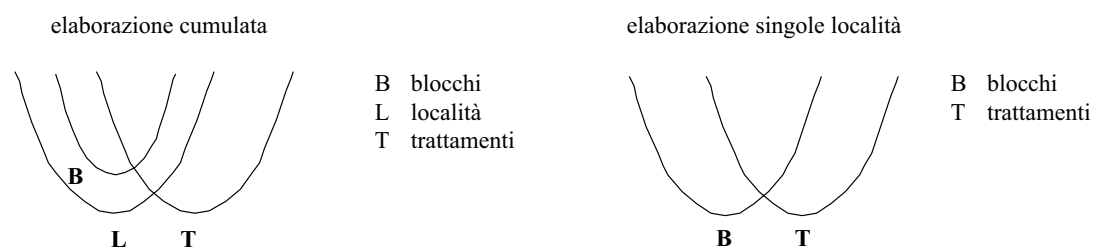
Rese, tenori proteici e asportazioni azotate:



Rese (confronto A vs T₂F₁):



Indici di biodiversità:



Valore estetico delle cotiche:

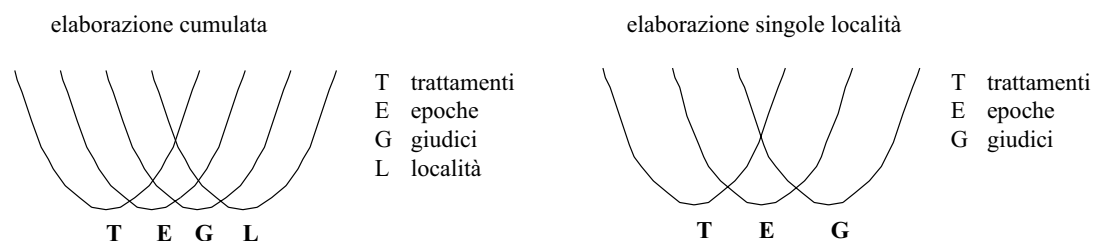


Tabella 5 - Rese medie annuali (t ha⁻¹ s.s.) e analisi delle varianze nel quinquennio / *Mean annual yields (t ha⁻¹ DM) and variance analysis during the five year-study*

	Media	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
<i>Trattamenti</i>								
T ₂ F ₁	9,26	9,79	11,83	5,85	11,78	7,62	8,81	9,15
T ₂ F ₀	6,26	9,20	7,17	2,94	8,92	4,15	4,63	6,85
T ₁ F ₁	5,81	6,27	8,36	3,95	7,03	4,66	5,16	5,25
T ₁ F ₀	4,70	6,06	6,45	2,76	5,95	3,32	3,54	4,83
<i>Tagli</i>								
T ₂	7,76	9,49	9,50	4,39	10,35	5,88	6,72	8,00
T ₁	5,26	6,17	7,40	3,36	6,49	3,99	4,35	5,04
<i>Fertilizzazione</i>								
F ₁	7,54	8,03	10,09	4,90	9,40	6,14	6,98	7,20
F ₀	5,48	7,63	6,81	2,85	7,43	3,73	4,09	5,84
<i>Anni</i>								
I	6,71 ab	7,95	8,17 a	4,50 a	8,49 c	4,93 a	5,02 b	7,89 a
II	6,46 ab	7,79	9,06 a	3,29 c	8,00 d	5,06 a	5,37 b	6,66 b
III	5,60 b	7,34	8,00 a	2,81 d	6,12 e	4,14 b	5,12 b	5,66 d
IV	7,13 a	8,25	7,90 a	4,84 a	9,53 b	5,18 a	7,82 a	6,35b c
V	6,65 ab	7,83	9,13 a	3,93 b	9,95 a	5,37 a	4,33 b	6,04 cd
Media generale	6,51	7,83	8,45	3,87	8,42	4,94	5,54	6,52
CV %	9,00	12,20	10,66	11,81	4,31	7,21	12,64	6,64
<i>Significatività</i>								
T (Tagli)*	0,001	0,001	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,01
F (Fertiliz.)*	0,001	n. s.	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,01
A (Anni)	0,05	n. s.	0,05	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
TC*	0,001	n. s.	0,01	0,001	0,01	0,001	0,001	0,05
TA	n. s.	n. s.	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
CA	n. s.	n. s.	0,01	0,01	n. s.	n. s.	0,001	0,01
TCA	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	0,05	0,05	n. s.	0,01
L (Località)*	0,05							
TL*	n. s.							
CL*	n. s.							
LA*	n. s.							
TCL*	n. s.							
TLA*	n. s.							
CLA*	n. s.							
TCLA*	n. s.							

*Test approssimativo

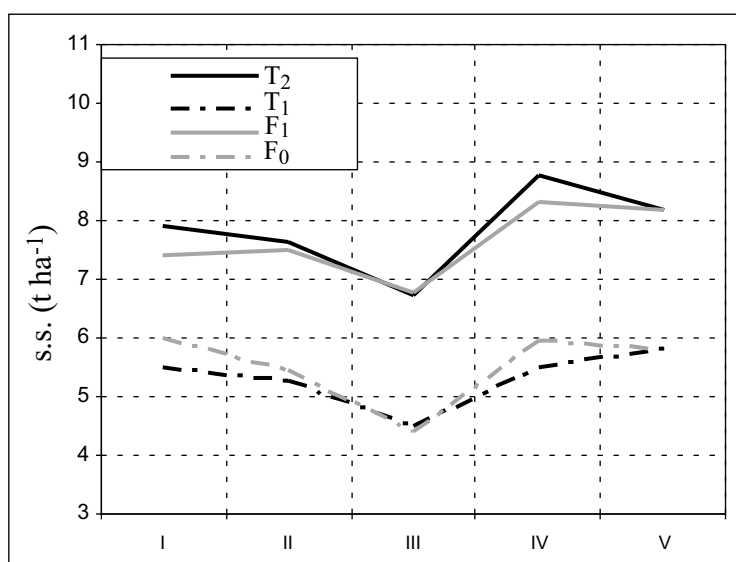
N.B. Medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test di Newman-Keuls per P=0.05

Anche gli altri due effetti principali (Anni e Località) approdano a soglie di significato statistico, in risposta alle diverse frequenze di taglio e condizioni climatiche. Le annate terza e quarta forniscono i valori medi estremi, a fronte di una sostanziale uniformità per le altre stagioni. Tra le località, Bolzano e Sondrio esibiscono le maggiori potenzialità produttive, seguite nell'ordine da Aosta, Vicenza, Udine, Trento e Reggio Emilia.

Nonostante questi effetti d'annata e le differenti attitudini produttive degli ambienti, il comportamento dei due fattori sperimentali si

mantiene costante nel tempo e nello spazio (interazioni di primo ordine e d'ordine superiore non significative), attribuendo dunque ai risultati una stabilità temporale ed una validità estendibile all'intero comprensorio geografico esplorato (di cui le località in prova costituivano campioni casuali). Rispetto agli anni (fig. 3), gli effetti si manifestano già dalla prima stagione, abbracciando uniformemente, senza risentire d'azioni di tipo residuale, tutto l'arco del quinquennio. Circa gli ambienti, l'assenza di significatività che si riscontra per la concimazione nella prova di Aosta è da ritenersi incidentale, alla luce degli esiti dell'elaborazione aggregata. Il fenomeno non pare del resto di semplice interpretazione neppure nel contesto specifico, dato che né le prerogative chimico-fisiche della matrice pedologica, né i quadri floristici, né altri fattori agronomici (disponibilità idriche in particolare) sembrerebbero porsi come fattori limitanti l'utilizzazione da parte della vegetazione degli elementi nutritivi, azoto soprattutto. La sola spiegazione plausibile è che nel substrato si sia avuto un intenso biochimismo, capace di mobilitare dalle scorte naturali dosi elevate di nutrienti che hanno reso inutili apporti esterni.

Figura 3 - Andamento delle rese medie negli anni per l'insieme delle località / *Average yields during years in the sites*



In merito al prato artificiale, la tabella 6 presenta i confronti con la cenosi permanente ordinaria su quattro stagioni di prova. In media annuale, la maggiore produzione è globalmente di sole 1,20 t ha⁻¹ s.s. (+13%), con oltretutto ben cinque località non significative. Solo ad Aosta e Sondrio le differenze si rivelano statisticamente e numericamente apprezzabili. I gap tendono a mantenersi costanti nel corso degli anni in media aggregata, mentre nelle singole prove si configurano situazioni specifiche, che impediscono di postulare regole di validità generale.

Tabella 6 - Rese medie annuali (t ha⁻¹ s.s.) del prato artificiale e della cotica ordinaria e analisi delle varianze in quattro anni di prova / *Mean annual yields (t ha⁻¹ DM) of artificial and ordinary swards and variance analysis during four years of trial*

Anni		Media	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
I	A	9,57	12,84	14,52	3,60	16,15	5,63	8,64	5,61
	T ₂ F ₁	8,97	9,80	13,15	5,38	10,20	6,94	7,52	9,82
II	A	10,06	10,82	11,49	3,97	13,40	9,65	9,88	11,24
	T ₂ F ₁	8,58	9,29	10,56	4,19	9,99	8,07	8,40	9,54
III	A	10,96	14,10	10,64	7,44	15,99	8,15	8,27	12,09
	T ₂ F ₁	9,40	9,27	10,91	7,49	13,52	6,07	9,72	8,83

(segue)

Anni		Media	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
IV	A	12,03	16,22	12,89	6,01	14,80	10,80	12,10	11,41
	T ₂ F ₁	10,86	10,69	13,82	6,57	13,69	8,71	12,59	9,92
Media	A	10,65	13,49	12,39	5,26	15,08	8,55	9,72	10,09
	T ₂ F ₁	9,45	9,76	12,11	5,58	11,85	7,45	9,56	9,53
Media generale		10,05	11,63	12,25	3,87	13,47	8,00	9,64	9,81
CV %		9,00	12,66	8,12	9,55	2,93	6,12	6,28	9,16
<i>Significatività</i>									
	T (Tesi)*	0,05	0,01	n. s.	n. s.	0,05	n. s.	n. s.	n. s.
	A (Anni)	n. s.*	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	TA	n. s.*	n. s.	n. s.	0,05	0,001	0,001	0,001	0,05
	L (Località)	0,001							
	TL	0,05							
	LA	n. s.							
	TLA	n. s.							

*Test approssimativo

4.2. Tenori proteici del foraggio

Il tenore proteico del foraggio del prato polifita, riferito alla sostanza secca, è notoriamente sottoposto al controllo del quadro floristico, dello stadio fenologico delle specie, della disponibilità di azoto 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 (Paris *et al.*, 1992).

In tabella 7 sono documentati i tenori medi in protidi grezzi riferiti alla biomassa secca annuale e le relative analisi della varianza. Globalmente, la sospensione della fertilizzazione non provoca oscillazioni significative di concentrazione proteica, mentre la riduzione del numero degli sfalci induce una contrazione di ben 3,53 punti percentuali sulla sostanza secca (-27%). Se ne desume dunque, per un verso, che le dosi di concimazione azotata praticate ordinariamente non sono tali da innescare né quei fenomeni di diluizione tipici di dosaggi bassi, né di accumulo di fotosintetato propri di applicazioni più ingenti (Gusmeroli *et al.*, 1994; Gusmeroli e Della Marianna, 1997). Per un altro verso si ricava che il processo d'invecchiamento della fitomassa, connesso all'attenuazione dei ritmi di taglio, ha pesanti ripercussioni sulla qualità proteica del raccolto e, come ampiamente noto, su tutti i parametri chimici e nutrizionali (Schmid e Thoeni, 1990; Thomet e Koch, 1993; Schubiger e Lehmann, 1994; Jeangros e Scehovic, 1996; Odoardi *et al.*, 1998).

Analogamente alle rese, i due fattori interferiscono l'uno con l'altro. I sottostanti confronti tra i trattamenti segnalano come l'interazione sia, tuttavia, di modesta entità e si espliciti in un'accentuazione dei riflessi negativi dell'abbassamento dell'intensità d'utilizzazione in presenza di concimazione o, il che è equivalente, della sospensione della concimazione nelle situazioni d'utilizzo estensivo delle cotiche:

$$T_1F_0 \text{ vs } T_2F_0 = - 3,89 \% \text{ s.s.}$$

$$T_1F_1 \text{ vs } T_2F_1 = - 3,15 \% \text{ s.s.}$$

$$T_1F_0 \text{ vs } T_1F_1 = - 0,65 \% \text{ s.s.}$$

$$T_2F_0 \text{ vs } T_2F_1 = - 0,09 \% \text{ s.s.}$$

Tabella 7 - Tenori proteici medi dei foraggi (% s.s.) e analisi delle varianze nel quinquennio / *Mean forage protein content (% DM) and variance analysis during the five year-trial*

	Media ¹	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
<i>Trattamenti</i>								
T ₂ F ₁	12,86	11,08	13,88	10,41	13,86	13,60	11,49	14,31
T ₂ F ₀	12,95	12,14	14,48	11,01	12,12	14,34	11,66	13,65
T ₁ F ₁	9,71	8,31	8,19	7,26	11,00	10,43	9,99	13,05
T ₁ F ₀	9,06	8,75	8,04	7,24	9,40	9,76	9,23	11,15
<i>Tagli</i>								
T ₂	12,91	11,61	14,18	10,71	12,99	13,97	11,58	13,98
T ₁	9,38	8,53	8,1	7,25	10,20	10,09	9,61	12,10
<i>Fertilizzazione</i>								
F ₁	11,28	9,70	11,04	8,84	12,43	12,01	10,74	13,68
F ₀	11,01	10,44	11,26	9,13	10,76	12,05	10,45	12,40
<i>Anni</i>								
I	11,85 a	10,65 a	12,76 a	10,42 a	12,73 a	11,94 b		12,57 c
II	11,73 a	11,05 a	11,48 b	8,87 b	11,75 b	13,91 a		13,30 b
III	10,76 ab	10,50 a	11,11 b	8,08 c	10,23 d	11,46 c	11,34 a	13,15 b
IV	11,32 ab	9,45 ab	10,16 c	9,05 b	12,29 ab	12,05 b	9,79 c	14,91 a
V	10,07 b	8,69 b	10,21 c	8,49 bc	10,98 c	10,79 d	10,65 b	11,25 d
Media generale	11,14	10,07	11,15	8,98	11,60	12,03	10,59	13,04
CV %	7,85	12,71	7,19	7,36	5,20	4,75	5,73	3,92
<i>Significatività</i>								
T (Tagli)*	0,001	0,001	0,001	0,01	0,01	0,001	n. s.	0,001
F (Fertiliz.)*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	0,001	n. s.	n. s.	0,001
A (Anni)	0,05	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001
TC*	0,05	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	0,05	0,001	0,05
TA	n. s.	0,05	0,01	0,001	0,001	0,001	0,05	0,01
CA	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	0,05	0,05	0,05
TCA	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
L (Località)*	n. s.							
TL*	n. s.							
CL*	n. s.							
LA*	n. s.							
TCL*	n. s.							
TLA*	n. s.							
CLA*	n. s.							
TCLA*	n. s.							

¹ Non è considerata la località UD perché incompleta

*Test approssimativo

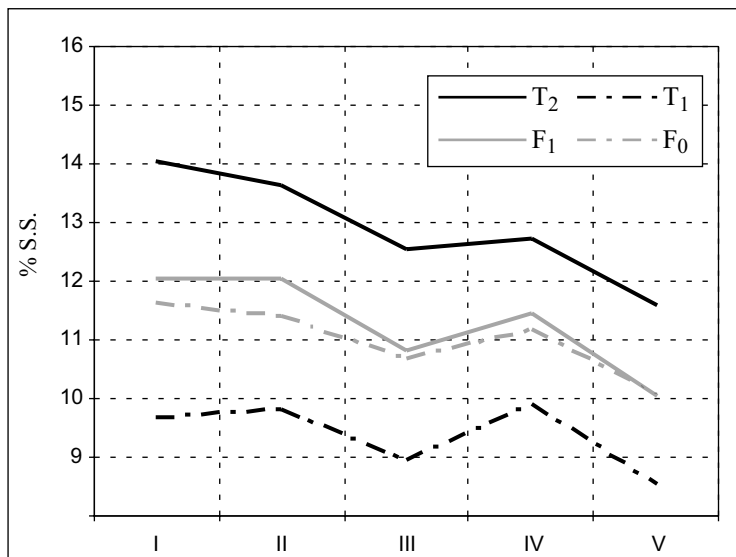
N.B. Medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test di Newman-Keuls per P=0.05

Sempre nell'insieme delle prove, emergono scostamenti significativi tra gli anni, che seguono in larga parte le vicende del ritmo degli sfalci e, secondariamente, dei diversi andamenti stagionali. Ciò non causa per altro modificazioni sostanziali nelle parabole temporali dei due fattori sperimentali, come visualizzato nel diagramma di figura 4, dove appare senz'altro una progressiva chiusura della forbice tra i livelli dei fattori, ma non tale da attribuire rilevanza statistica alle corrispondenti interazioni.

Nessun'altra significatività è messa in risalto dall'analisi della varianza aggregata. In particolare, il fattore Località non genera rispo-

ste che scavalchino i limiti della casualità, tanto nell'effetto additivo quanto nelle interazioni. Ne consegue che gli scenari osservati nell'insieme delle prove hanno validità sull'intero comprensorio. La presenza di riscontri statistici per la concimazione nelle prove di Sondrio e Vicenza è da ritenersi pertanto fortuita, salvo la necessaria cautela suggerita dal fatto che l'interazione con il fattore Località è testata in modo approssimativo.

Figura 4 - Andamento dei tenori proteici medi negli anni per l'insieme delle località / Average protein content during years in all sites



4.3. Asportazioni azotate e indici di recupero apparente

Il metodo del recupero apparente per lo studio della dinamica dell'azoto apportato con la concimazione è attendibile solo se i profili floristici per raggruppamenti familiari delle tesi a confronto non sono troppo discordi, specialmente nei confronti della proporzione di leguminose. Diversamente, cade il presupposto su cui si fonda la procedura di calcolo di una comparabilità nella disponibilità di azoto naturale nel substrato e nella capacità d'assorbimento dello stesso da parte degli apparati radicali. I dati rilevati in epoca primaverile al termine delle prove (tab. 10), denunciano senz'altro qualche discrepanza negli assetti floristici dei trattamenti a confronto (T₁F₁ vs T₁F₀ e T₂F₁ vs T₂F₀), ma non tali da inficiare l'applicazione del metodo. È del resto verosimile ipotizzare che tali differenze fossero ancor meno marcate nelle stagioni precedenti, poiché eventuali effetti cumulativi si stemperano nel percorso a ritroso. D'altro canto, mai si sono osservate alterazioni macroscopiche negli assetti floristici.

Naturalmente, le quantità di azoto sottratte annualmente con i raccolti si pongono in relazione con le rese e le concentrazioni di elemento nella biomassa epigea. La combinazione dei due parametri porta al prospetto di tabella 8. Sul cumulo delle prove, l'alleggerimento della pressione culturale si traduce in decrementi medi annuali di asportato pari a 84,02 kg ha⁻¹ (-51%) e 40,43 kg ha⁻¹ (-28%), rispettivamente per le frequenze di taglio e per la concimazione. Gli abituali confronti tra i trattamenti spiegano la forte interazione tra le due variabili:

$$\begin{aligned}
 T_1F_0 \text{ vs } T_2F_0 &= - 64,20 \text{ kg ha}^{-1} \\
 T_1F_1 \text{ vs } T_2F_1 &= - 103,85 \text{ kg ha}^{-1} \\
 T_1F_0 \text{ vs } T_1F_1 &= - 20,60 \text{ kg ha}^{-1} \\
 T_2F_0 \text{ vs } T_2F_1 &= - 60,25 \text{ kg ha}^{-1}
 \end{aligned}$$

Secondo logica, l'effetto deprimente della riduzione dei raccolti è più consistente nelle cenosi concimate e quello della sospensione delle somministrazioni lo è nelle cenosi sfalciate più intensamente.

Nessun'altra interazione attinge a significatività statistica. Le medie aggregate possono dunque riassumere la risposta sperimentale dei

due fattori per l'intero territorio esaminato, nonostante nell'impianto di Aosta la fertilizzazione denunci totale inerzia, in contiguità con quanto proposto dalle rese e dai tenori proteici. Lo stesso vale per il fattore Anni, per il quale molteplici interazioni nelle singole prove, in particolare con il fattore Tagli, si compensano nell'insieme, tracciando nel quinquennio itinerari pressoché paralleli (fig. 5).

Alquanto distanti sono invece i livelli medi tra le località e tra gli anni. Come per la produttività, Sondrio e Bolzano esibiscono i vertici massimi, Reggio Emilia i minimi. Ancora in analogia con le rese, il terzo anno è contraddistinto dalla minima attività vegetativa.

Tabella 8 - Asportazioni azotate medie (kg ha⁻¹) e analisi delle varianze nel quinquennio / *Mean nitrogen uptake (kg ha⁻¹) and variance analysis during the five year-trial*

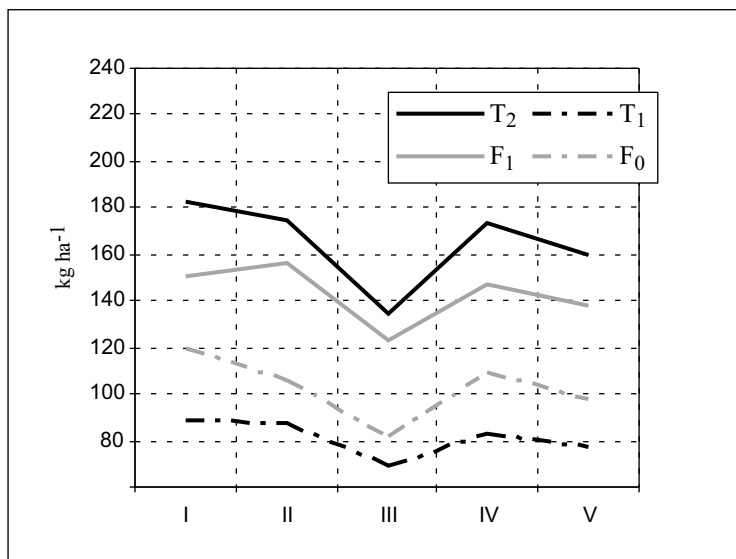
	Media ¹	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
<i>Trattamenti</i>								
T ₂ F ₁	195,20	172,74	261,33	101,07	260,05	165,57	168,54	210,47
T ₂ F ₀	134,95	176,51	167,35	48,61	172,52	95,08	84,16	149,62
T ₁ F ₁	91,35	82,38	108,87	44,46	126,11	77,63	85,90	108,66
T ₁ F ₀	70,75	84,61	81,78	29,35	91,56	51,40	51,25	85,80
<i>Tagli</i>								
T ₂	165,07	174,62	214,34	74,84	216,28	130,32	126,35	180,04
T ₁	81,05	83,49	95,32	36,90	108,83	64,51	68,57	97,23
<i>Fertilizzazione</i>								
F ₁	143,28	127,56	185,10	72,76	193,08	121,60	127,22	159,56
F ₀	102,85	130,56	124,56	38,98	132,04	73,24	67,71	117,71
<i>Anni</i>								
I	135,62 a	140,78 a	175,33 a	60,78 ab	178,06 b	97,73 bc		161,03 a
II	130,92 a	140,29 a	171,71 a	54,91 b	153,90 c	118,03 a		146,66 b
III	102,14 b	123,61 ab	142,71 bc	38,57 c	109,79 d	75,57 d	93,11 b	122,59 c
IV	128,32 a	127,65 ab	129,97 c	65,19 a	191,46 a	102,62 bc	124,13 a	153,02 ab
V	118,31 ab	112,97 b	154,43 ab	59,91 ab	179,58 b	93,13 c	75,15 b	109,87 d
Media generale	123,06	129,06	154,83	55,87	162,56	97,42	106,32	138,63
CV %	12,21	13,44	11,79	13,34	7,25	7,11	21,91	7,30
<i>Significatività</i>								
T (Tagli)*	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,01	n. s.	0,01
F (Fertiliz.)*	0,01	n. s.	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001
A (Anni)	0,5	0,05	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001
TC*	0,01	n. s.	0,001	0,01	0,001	0,01	0,01	n. s.
TA	n. s.	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001
CA	n. s.	n. s.	0,05	0,01	0,05	n. s.	0,05	0,001
TCA	n. s.	n. s.	n. s.	0,01	n. s.	n. s.	n. s.	0,001
L (Località)*	n. s.							
TL*	n. s.							
CL*	n. s.							
LA*	n. s.							
TCL*	n. s.							
TLA*	n. s.							
CLA*	n. s.							
TCLA*	n. s.							

¹ Non è considerata la località UD perché incompleta

*Test approssimativo

N.B. Medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test di Newman-Keuls per P=0.05

Figura 5 - Andamento delle asportazioni azotate medie negli anni per l'insieme delle località / *Average nitrogen uptake during years in all sites*



Nelle due tesi concimate, l'indice medio di recupero apparente dell'azoto somministrato (tab. 9) sosta su valori molto vicini tra loro e di poco inferiori al 50%, non molto elevati quindi, ma comunque in linea con le indicazioni di altre esperienze condotte in ambiente alpino (Gusmeroli *et al.*, 1994; Gusmeroli e Della Marianna, 1997). Dal momento che le applicazioni azotate erano decrescenti con il numero dei tagli, l'azoto residuale, che comprende le frazioni immagazzinate nella struttura ipogea della vegetazione, intrappolate nella matrice e disperse nell'ambiente, risulta nettamente inferiore nella tesi estensiva. Peraltro, indici di recupero e residui si differenziano notevolmente nel corso degli anni e tra le località, risentendo, oltre che delle fluttuazioni nei rendimenti produttivi e nei tenori proteici, del ritmo degli sfalci. In alcune prove (Sondrio e Reggio Emilia, in particolare) non è stato infatti possibile, a causa di avverse condizioni climatiche, eseguire con costanza tutti gli sfalci programmati (tab. 4), mentre le somministrazioni di fertilizzante hanno sempre rispettato il protocollo sperimentale. Negli anni (fig. 6), il trattamento ordinario mostra bruschi salti in fase iniziale, per poi assestarsi; il trattamento estensivo ostenta invece una buona persistenza in tutto il quinquennio. Tra le località spicca Aosta, con percentuali di utilizzo dell'elemento alquanto modeste che, nella tesi ordinaria, comportano in tutte le annate quote di azoto residuale superiori a 100 kg ha⁻¹. Poiché in questa stazione gli sfalci sono sempre stati eseguiti con regolarità, il tutto è imputabile alla mancanza di risposta produttiva da parte della concimazione. Negli altri ambienti, dove invece la pratica agronomica si è rivelata decisiva nel sostenere i ritmi vegetativi, le asportazioni di elemento sono largamente superiori e una sola volta su cinque, in due siti, i residui apparenti oltrepassano il limite delle 100 unità.

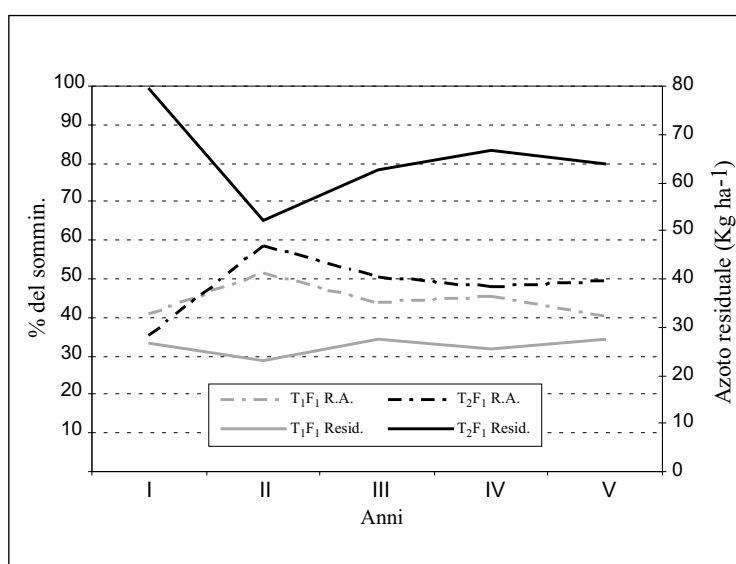
Tabella 9 - Indici di recupero apparente dell'azoto somministrato e potenziali residui / *Apparent recovery indexes of nitrogen fertilisation and potentials residuals*

	Media ¹	Recupero apparente (% del somministrato)					TN	UD	VI
		AO	BZ	RE	SO	VI			
<i>Trattamenti</i>									
T ₂ F ₁	48,45	8,1	75,5	43,7	54,4	58,5	67,6	50,5	
T ₁ F ₁	44,46	16,8	54,1	37,8	43,2	59,6	76,3	55,2	
Media generale	46,5	12,4	64,8	40,8	48,8	59,1	79,7	52,8	

	Azoto residuale (Kg ha ⁻¹)							
	Media ¹	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
<i>Trattamenti</i>								
T ₂ F ₁	64,9	110,3	29,4	67,5	73,0	49,8	38,9	59,4
T ₁ F ₁	26,0	33,3	18,3	24,9	45,4	16,1	9,5	17,9
Media generale	45,5	71,8	23,9	46,2	59,2	33,0	17,7	38,6

¹ Non è considerata la località UD perché incompleta

Figura 6 - Andamento dell'indice di recupero apparente dell'azoto e dei residui negli anni per l'insieme delle località / *Trend of apparent nitrogen recovery and residuals during years in all sites*



4.4. Composizione floristica e valore pabulare

I contributi specifici per raggruppamenti familiari, così come fissati al primo sfalcio dell'ultima stagione di prova, sono riportati in tabella 10. La variabilità tra i trattamenti è nel complesso moderata. Le stesse cenosi indisturbate e artificiali non sembrano differenziarsi più di tanto, a dimostrazione di come le evoluzioni floristiche siano procedute con ritmi lenti nel primo caso, molto più rapidi nel secondo. Anche gli effetti medi dei fattori Tagli e Concimazione sono piuttosto blandi, esaurendosi in un cedimento di pochi punti percentuali delle leguminose e delle altre specie con la riduzione delle frequenze di taglio ed in un trend opposto con l'azzeramento della concimazione, variazioni ovviamente compensate da movimenti inversi nella componente graminacea. Le dinamiche sembrano accomunare, seppur con talune discordanze, tutte le località e collimano in media per quanto attiene ai ritmi di sfalcio con quanto osservato in altre esperienze (Gusmeroli *et al.*, 1998), mentre sono più contenute per la concimazione (Parente e Scimone, 1986; Gusmeroli *et al.*, 1994; Gusmeroli e Della Marianna, 1997).

A livello di specie, il solco tra le tesi diviene, come atteso, più profondo. I diagrammi di ordinamento dei primi due assi dell'analisi di corrispondenza (fig. 7) riassumono bene la variabilità in ogni località. Ovunque, la compagine artificiale tende ad isolarsi, soprattutto ad Aosta, Reggio Emilia, Trento e Vicenza. Naturalmente, le specie distintive annoverano anzitutto alcune di quelle impiegate negli inerbimenti, in particolare *Phleum pratense* e *Dactylis glomerata* tra le graminacee e *Medicago sativa* tra le leguminose, che dimostrano una buona adattabilità e persistenza (nelle circostanze migliori i contributi specifici raggiungono ancora il 20-30%). In secondo luogo comprendono alcuni elementi naturali tipici delle fasi iniziali del processo di spontaneizzazione, diversi e variamente numerosi secondo la località. I corteggi floristici sono completati da esponenti già peculiari dei popolamenti permanenti, specialmente di pari frequenza di taglio.

Tabella 10 - Contributi specifici percentuali medi per raggruppamenti familiari sul primo taglio al termine del quinquennio (G = graminacee, L = leguminose, A = altre famiglie) / *Mean percentage of composition at family level on the first cut at the end of the five year-trial (G = grasses, L = legumes, A = forbs)*

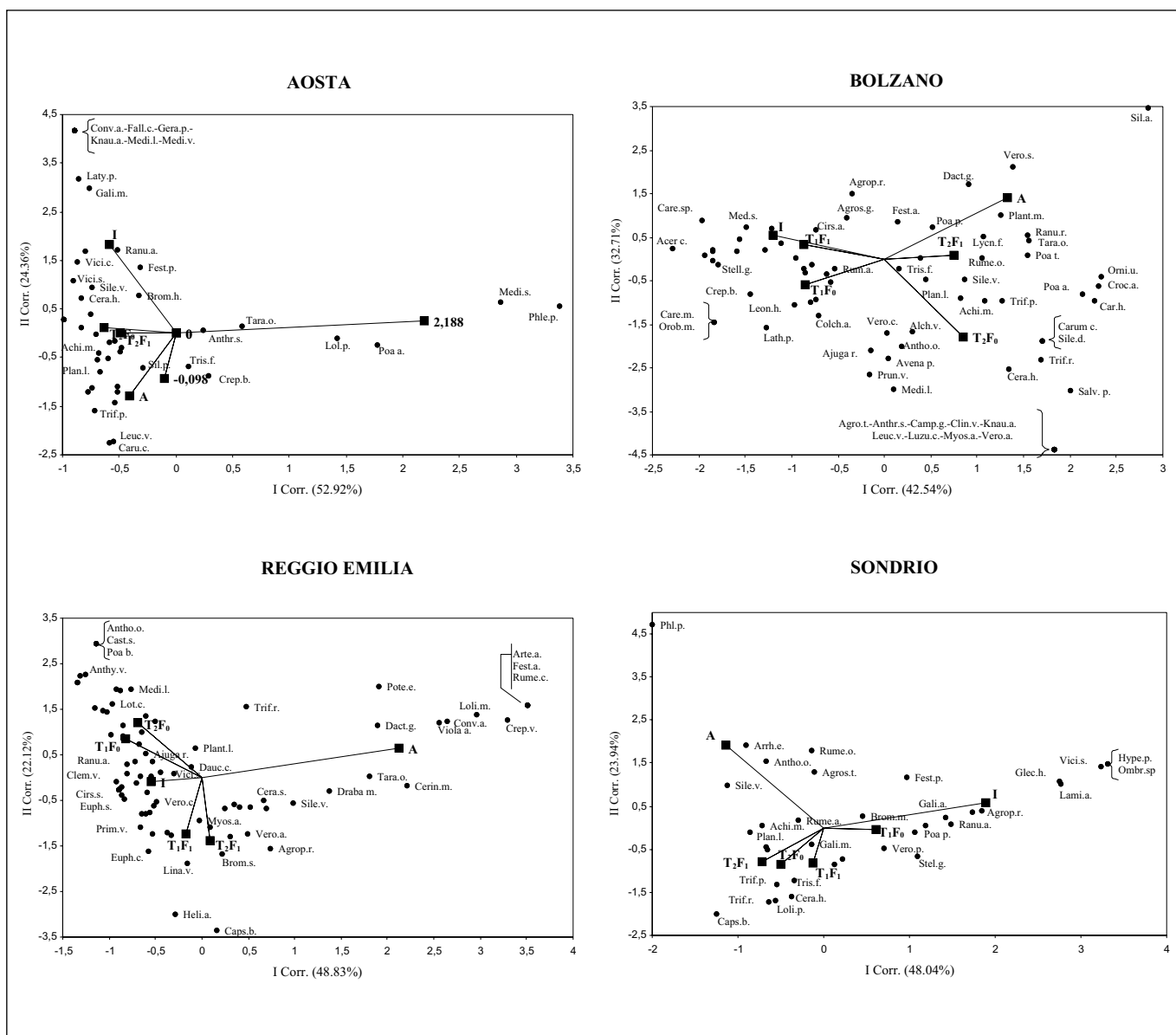
		Media	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
<i>Trattamenti</i>									
A	G	52,4	29,6	67,7	60,1	56,1	51,0	59,9	42,0
	L	8,0	34,1	2,3	2,5	0,4	13,5	0,3	3,1
	A	39,6	36,3	30,0	37,3	43,5	35,5	39,7	54,9
T ₂ F ₁	G	48,9	38,5	58,7	53,2	58,7	46,2	35,5	51,3
	L	4,2	3,9	3,7	3,5	3,2	6,8	4,6	3,4
	A	47,0	57,7	37,6	43,2	38,2	47,0	59,9	45,3
T ₂ F ₀	G	42,9	45,2	46,3	38,5	47,5	53,2	27,4	42,5
	L	10,1	14,6	9,5	17,8	8,1	1,4	14,1	5,6
	A	46,9	40,2	44,1	43,7	44,5	45,5	58,5	51,9
T ₁ F ₁	G	57,0	46,8	72,3	53,2	59,4	57,6	44,8	65,0
	L	4,4	11,7	4,4	8,5	1,9	2,2	0,0	2,0
	A	38,6	41,5	23,3	38,4	38,6	40,2	55,2	33,0
T ₁ F ₀	G	50,8	49,0	61,7	40,7	57,0	52,4	38,5	56,5
	L	5,9	13,7	4,5	11,3	2,4	2,8	3,4	3,4
	A	43,2	37,3	33,8	48,0	40,6	44,8	58,1	40,1
I	G	49,7	45,7	66,9	44,7	39,7	49,1	32,1	70,0
	L	3,8	10,3	3,3	6,1	1,9	0,7	1,3	2,7
	A	46,5	44,0	29,9	49,2	58,4	50,2	66,6	27,2
<i>Tagli</i>									
T ₂	G	46,5	46,0	52,5	45,9	53,1	49,7	31,5	46,9
	L	7,3	10,6	6,6	10,6	5,6	4,1	9,4	4,5
	A	46,2	43,4	40,9	43,5	41,3	46,3	59,2	48,6
T ₁	G	53,7	46,6	67,0	46,9	58,2	55,0	41,6	60,7
	L	4,8	10,4	4,5	9,9	2,2	2,5	1,7	2,7
	A	41,4	43,0	28,6	43,2	39,6	42,5	56,7	36,5
<i>Fertilizzazione</i>									
F ₁	G	53,3	44,9	65,5	53,2	59,0	51,9	40,2	58,1
	L	4,3	7,9	4,1	6,0	2,6	4,5	2,3	2,7
	A	42,4	47,2	30,4	40,8	38,4	43,6	57,5	39,1
F ₀	G	47,0	47,7	54,0	39,6	52,2	52,8	33,0	49,5
	L	7,9	13,0	7,0	14,6	5,2	2,1	8,7	4,5
	A	45,1	39,2	39,0	45,8	42,5	45,1	58,3	46,0
Media gen.	G	50,29	42,46	62,26	48,41	53,06	51,57	39,70	54,56
	L	6,07	14,70	4,62	8,28	2,97	4,56	3,96	3,38
	A	43,64	42,84	33,12	43,30	43,97	43,87	56,34	42,07

Tra le altre formazioni si coglie maggiore omogeneità. La cotica indisturbata tende, seppur con accenti diversi da sito a sito, a separarsi di più, dislocandosi di norma nella posizione più lontana dalla tesi artificiale. Le specie distintive sono quelle dei primi stadi della rinaturalizzazione, ovvero nella quasi totalità ancora erbacee, ma non più collegate alla pratica dello sfalcio. Il resto del corredo è condiviso maggiormente, come atteso, con le due cenosi a ritmo di taglio ridotto, con una rarefazione per altro delle spe-

cie più spiccatamente foraggere. L'effetto dei due fattori agronomici non è univoco: in talune stazioni predomina il fattore Tagli, in altre la concimazione, in altre ancora vi è equilibrio, sempre tuttavia entro una cornice di variabilità modesta. Fa eccezione la località di Bolzano, nella quale l'intensità di taglio rivendica maggiore incisività, raggruppando da un parte le due comunità ad utilizzazione estensiva con l'indisturbata, dall'altra le due comunità ad utilizzo ordinario con l'artificiale.

Il valore pabulare delle cotiche, espresso per mezzo dell'indice foraggero (tab. 11), conferma la tendenza al deterioramento delle formazioni abbandonate. L'orientamento medio non è però suffragato da unanimità tra le località. La riduzione delle frequenze di taglio non è invece colta, in linea di massima, come negativa, diversamente dalla sospensione della concimazione, che sembra modificare sfavorevolmente i rapporti tra buone e cattive foraggere. Anche per questo secondo aspetto non vi è tuttavia uniformità di risposta tra i siti sperimentali. La fitocenosi artificiale, infine, in coerenza con uno stato di spontaneizzazione già avanzato, non mostra più, se non in un numero minoritario di località, quella superiorità sulle cotiche permanenti propria delle fasi giovanili.

Figura 7 - Diagrammi di ordinamento delle matrici trattamenti x specie sui primi due assi dell'analisi delle corrispondenze (Trattamenti ■; Specie ●). Per motivi grafici non sono indicati i nomi di tutte le specie) / *Biplot ordinations of the matrices treatments x species according the first two canonical axes of the correspondance analysis (Treatments ■; Species ●. For graphycal causes not all species names are indicated)*



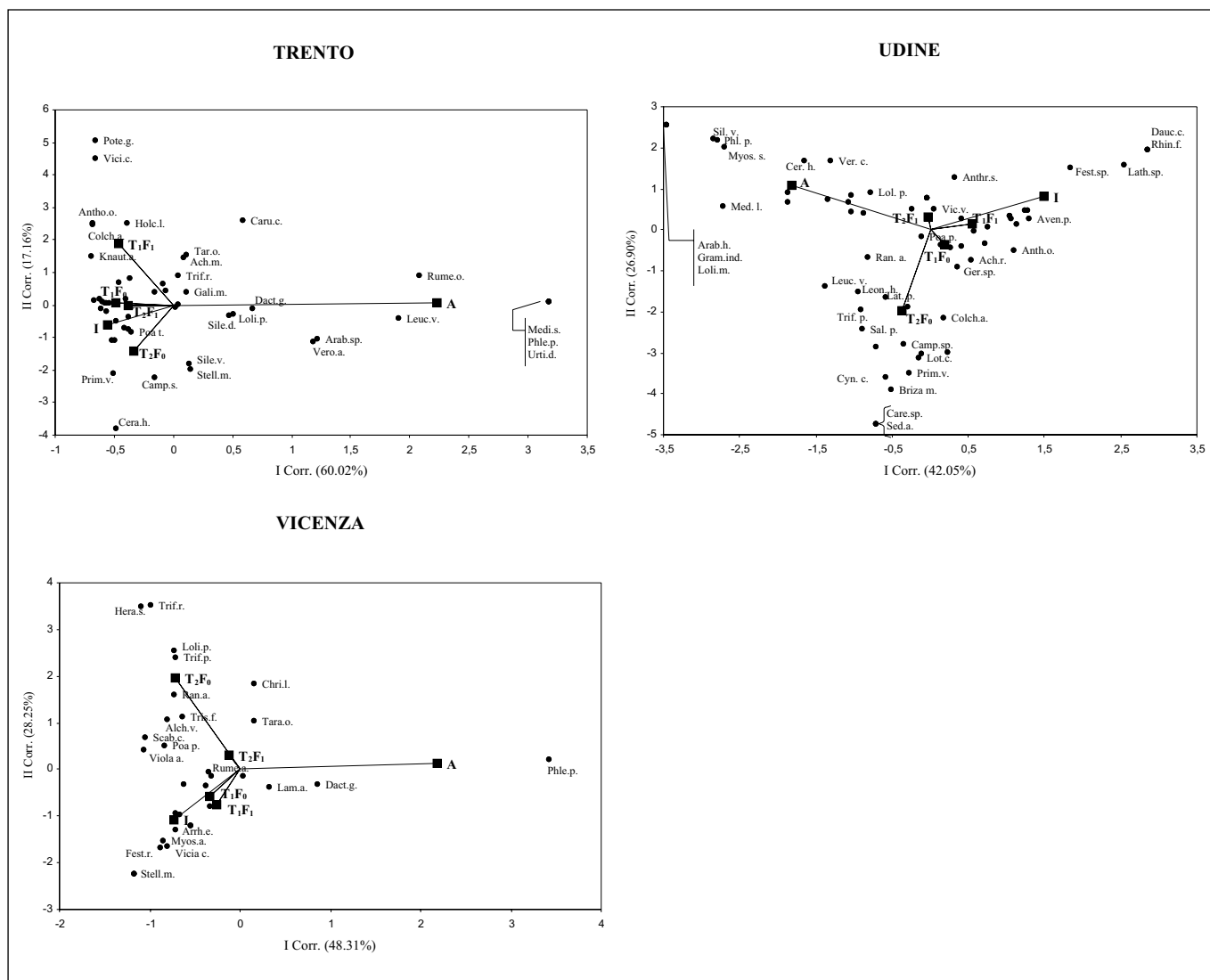


Tabella 11 - Indici foraggeri medi sul primo taglio al termine del quinquennio / Mean forage indexes on the first cut at the end of the five year-trial

	Media	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
<i>Trattamenti</i>								
A	4,84	3,41	5,99	4,45	4,70	4,98	4,78	5,56
T ₂ F ₁	4,89	5,11	5,20	4,45	4,95	4,71	5,13	4,66
T ₂ F ₀	4,70	5,62	4,91	3,39	4,79	4,65	4,58	4,98
T ₁ F ₁	5,01	5,62	5,87	4,17	4,82	4,86	5,18	4,51
T ₁ F ₀	4,62	5,25	5,14	2,92	4,62	4,63	5,19	4,57
I	4,15	5,31	5,26	3,06	3,62	4,53	3,34	3,93
<i>Tagli</i>								
T ₂	11,82	5,36	14,18	10,71	12,99	13,97	11,58	13,98
T ₁	8,97	5,43	8,11	7,25	10,20	10,09	9,61	12,10
<i>Fertilizzazione</i>								
F ₁	4,95	5,36	5,54	4,31	4,89	4,78	5,15	4,59
F ₀	4,66	5,43	5,02	3,16	4,70	4,64	4,89	4,77
Media generale	4,70	5,05	5,39	3,74	4,58	4,72	4,70	4,70

4.5. Biodiversità specifica

L'azione delle variabili agronomiche a livello fitocenotico si ripercuote anche sulla dotazione floristica delle comunità. Al termine del quinquennio (tab. 12), nell'insieme delle stazioni tutti e tre i parametri di biodiversità indicano divergenze significative tra i trattamenti e tra le località, come significative sono le interazioni tra i due fattori. Per i trattamenti, i valori minimi sono accusati dalla compagine artificiale e dall'indisturbata, molto prossime tra loro nella ricchezza floristica e nell'indice di Shannon, più distanti nell'equiripartizione, con livello inferiore nella comunità artificiale a segnalare un maggior squilibrio quantitativo tra le specie. Il prato permanente garantisce dunque più elevati livelli di biodiversità. In esso, la riduzione delle frequenze di taglio peggiora la ricchezza floristica e l'indice di Shannon, mentre l'azzeramento degli apporti fertilizzanti li migliora. Se per la concimazione i dinamismi trovano conferma in numerose altre esperienze in aree montane (Thomet *et al.*, 1989; Jeangros, 1993; Thomet e Koch, 1993; Baumberger *et al.*, 1996; Carlen *et al.*, 1998) e sono riconducibili ad un allentamento dell'aggressività delle specie più competitive (Grime, 1977), per i tagli le variazioni sembrano contrastare con le evidenze teoriche che riconoscono ad utilizzazioni rade e tardive di favorire l'accumulo di riserve di semi (Vertès *et al.*, 2002). Evidentemente, questo vantaggio è sovrastato dall'abbassamento di competitività delle specie più eliofile e sensibili al taglio (Tappeiner e Cernusca, 1996). Nessuna perturbazione di rilievo affiora invece sull'equiripartizione.

Tabella 12 - Indici medi di biodiversità sul primo taglio al termine del quinquennio e analisi della varianza / *Mean biodiversity indexes on the first cut at the end of the five year-trial and variance analysis*

	Media	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
<i>Trattamenti</i>								
A	22,25 c	20,00 b	25,50 c	34,75 b	15,75 ab	25,25 ac	24,00 a	10,50
T ₂ F ₁	26,54 ab	33,25 a	32,25 ab	35,25 b	17,00 ab	29,00 a	25,00 a	14,00
T ₂ F ₀	29,04 a	33,75 a	40,75 bc	41,75 a	19,25 a	26,75 ab	26,75 a	14,25
T ₁ F ₁	23,79 bc	21,75 b	30,75 a	41,75 a	16,00 ab	23,75 bc	20,25 ab	12,25
T ₁ F ₀	26,64 ab	25,25 b	37,25 bc	40,00 a	20,00 a	26,75 ab	23,50 a	13,75
I	21,42 c	23,50 b	27,25 c	33,00 b	14,00 b	21,25 c	16,97 b	14,00
<i>Tagli</i>								
T ₂	27,79	33,50	36,50	38,50	18,13	27,88	25,88	14,13
T ₁	25,21	23,50	34,00	40,88	18,00	25,25	21,88	13,00
<i>Fertilizzazione</i>								
F ₁	25,16	27,50	31,50	38,50	16,50	26,38	22,63	13,13
F ₀	27,84	29,50	39,00	40,88	16,63	26,75	25,13	14,00
Media generale	25,40	26,25	32,29	37,75	17,00	25,46	22,74	13,13
CV %	11,39	1	0,52	11,58	8,18	13,37	8,92	14,88
<i>Significatività</i>								
A (Trattamenti)	0,001	0,001	0,001	0,01	0,05	0,01	0,05	n. s.
B (Località)	0,001							
AB	0,001							

	Media	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
<i>Indice di Shannon</i>								
<i>Trattamenti</i>								
A	3,27 c	2,89 a	3,37 c	3,90	3,17 c	3,33 c	3,76 a	2,47 b
T ₂ F ₁	3,86 a	4,28 a	4,06 ab	4,14	3,28 bc	4,09 a	3,83 a	3,36 a
T ₂ F ₀	4,06 a	4,46 a	4,42 a	4,42	3,79 a	3,71 b	4,15 a	3,44 a
T ₁ F ₁	3,72 ab	3,76 a	4,11 ab	4,22	3,14 bc	3,77 b	3,64 a	3,25 a
T ₁ F ₀	3,89 a	4,08 a	4,33 a	4,36	3,65 ab	3,77 b	3,81 a	3,20 a
I	3,52 bc	3,92 a	3,73 bc	4,14	3,04 c	3,23 c	3,15 b	3,39 a

		Media	AO	BZ	RE	SO	TN	UD	VI
Indice di Shannon	<i>Tagli</i>								
	T ₂	3,96	4,37	4,24	4,28	3,54	3,90	3,99	3,40
	T ₁	3,81	3,92	4,22	4,29	3,48	3,77	3,72	3,23
	<i>Fertilizzazione</i>								
	F ₁	3,79	4,02	4,09	4,18	3,30	3,93	3,73	3,30
	F ₀	3,97	4,27	4,38	4,39	3,72	3,74	3,98	3,32
	Media generale	3,79	3,90	4,00	4,20	3,38	3,65	3,72	3,18
	CV %	6,23	5,44	6,26	5,80	6,65	5,23	7,15	7,11
	<i>Significatività</i>								
	A (Trattamenti)	0,001	0,001	0,001	n. s.	0,01	0,001	0,01	0,001
B (Località)	0,001								
AB	0,001								
Equiripartizione	<i>Trattamenti</i>								
	A	0,75 b	0,67 b	0,72	0,76	0,80 b	0,71 b	0,82 ab	0,73 b
	T ₂ F ₁	0,83 a	0,85 a	0,81	0,81	0,80 b	0,84 a	0,82 ab	0,89 a
	T ₂ F ₀	0,86 a	0,88 a	0,83	0,82	0,89 a	0,78 a	0,88 a	0,90 a
	T ₁ F ₁	0,84 a	0,85 a	0,83	0,79	0,83 b	0,83 a	0,84 a	0,90 a
	T ₁ F ₀	0,84 a	0,88 a	0,83	0,82	0,85 ab	0,80 a	0,84 a	0,85 a
	I	0,81 a	0,86 a	0,78	0,82	0,80 b	0,73 b	0,77 b	0,89 a
	<i>Tagli</i>								
	T ₂	0,84	0,86	0,82	0,82	0,85	0,81	0,85	0,90
	T ₁	0,84	0,86	0,83	0,80	0,84	0,81	0,84	0,88
	<i>Fertilizzazione</i>								
	F ₁	0,84	0,85	0,82	0,80	0,82	0,84	0,83	0,89
	F ₀	0,85	0,88	0,83	0,82	0,87	0,79	0,86	0,88
	Media generale	0,83	0,83	0,80	0,80	0,83	0,78	0,83	0,86
	CV %	4,63	4,08	5,40	5,49	4,31	4,03	3,94	4,82
<i>Significatività</i>									
A (Trattamenti)	0,001	0,001	n. s.	n. s.	0,05	0,001	0,05	0,001	
B (Località)	0,001								
AB	0,001								

N.B. Medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test di Newman-Keuls per P=0.05

Il picco massimo di diversità floristica è appannaggio quindi dalla combinazione T₂F₀, con scarti talvolta significativi, talvolta casuali, sugli altri trattamenti. Merita qui di essere ricordato come vi sia un legame positivo tra la copertura erbosa e l'entomofauna, per cui a maggiore ricchezza della prima viene a corrispondere un aumento della varietà di microfauna (Guilbot, 1999).

Per quanto concerne il fattore Località, rispetto alla ricchezza floristica e all'indice di Shannon si possono identificare due stazioni, Sondrio e Vicenza, con espressioni chiaramente sotto la media e altre due, Reggio Emilia e Bolzano, abbondantemente superiori. Rispetto all'equiripartizione, tali gerarchie mutano, collocando all'estremo superiore la località di Vicenza e all'estremo inferiore quella di Trento. Le interazioni sono esplorate con l'analisi AMMI, i cui esiti sono riportati nella nota B.

4.6. Fioriture e valore estetico delle cotiche

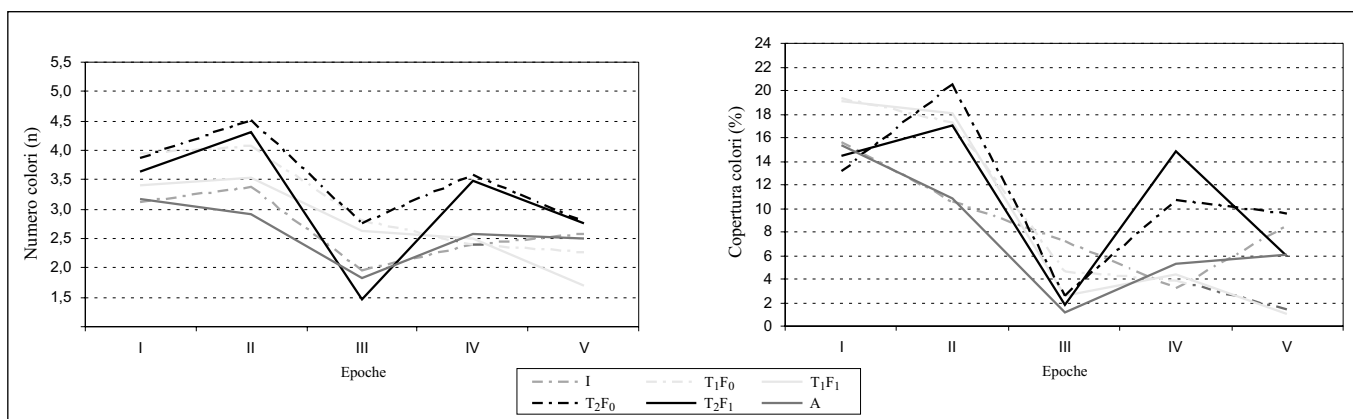
La tabella 13 rappresenta la situazione osservata al termine del quinquennio nelle fioriture delle specie, in termini di numero e coperture di colori. Complessivamente, la variabilità sembra richiamare gli andamenti della biodiversità, con il popolamento artificiale e l'indisturbato posizionati inferiormente, il trattamento T₂F₀ al vertice superiore ed effetti positivi della riduzione degli sfalci e negativi dell'annullamento degli apporti fertilizzanti, indipendenti l'uno dall'altro. Tre località (Aosta, Trento e Udine) delineano per altro scenari in netto contrasto con la media. Nella successione delle epoche (fig. 8) emerge da un lato un maggior cromatismo generale delle fioriture nella prima parte della stagione vege-

tativa e in prossimità dei raccolti; dall'altro un andamento altalenante delle tesi, che dà luogo a gerarchie piuttosto mutevoli tra le epoche.

Tabella 13 - Fioriture per numero medio di colori e percentuali medie di ricoprimento al termine del quinquennio / *Flowering time by mean number of colours and mean cover percentage, at the end of the five year-trial*

	Media		AO		BZ		SO		TN		UD		VI	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Trattamenti</i>														
A	2,60	7,74	2,95	13,51	1,80	4,56	2,20	12,62	3,25	1,66	3,80	12,79	1,60	1,33
T ₂ F ₁	3,13	10,79	4,60	12,38	2,80	14,78	2,50	11,81	2,80	2,80	3,60	18,64	2,47	4,37
T ₂ F ₀	3,50	11,29	4,65	9,87	3,20	18,28	3,55	18,59	3,00	1,27	3,75	14,65	2,87	5,11
T ₁ F ₁	2,76	9,01	3,55	16,59	2,20	6,02	1,80	5,90	3,25	1,37	3,70	20,96	2,07	3,23
T ₁ F ₀	3,10	9,32	4,05	16,35	3,20	11,12	2,40	9,52	2,80	1,35	3,50	14,33	2,67	3,27
I	2,69	9,03	4,18	13,82	2,00	6,58	1,90	7,89	2,60	2,11	2,70	20,56	2,73	3,21
<i>Epoche</i>														
I	3,5	16,2	6,0	57,4	1,2	5,4	2,8	14,5	2,6	2,4	4,8	10,5	3,8	6,7
II	3,8	15,7	4,8	4,9	4,0	16,2	2,9	20,8	3,6	1,8	4,5	44,5	2,9	6,2
III	2,2	3,3	2,9	1,0	2,0	5,8	1,7	1,4	1,6	0,8	2,9	8,1	2,4	3,0
IV	2,8	7,0	3,4	4,6	3,3	14,5	2,2	5,6	3,5	2,0	2,7	14,7	1,8	0,9
V	2,4	5,4	3,0	0,9	2,2	9,2	2,4	13,0	3,4	1,7	2,6	7,2	1,1	0,4
<i>Tagli</i>														
T ₂	3,32	11,04	4,63	11,12	3,00	16,53	3,03	15,20	2,90	2,03	3,68	16,64	2,67	4,74
T ₁	2,93	9,17	3,80	16,47	2,70	8,57	2,10	7,71	3,03	1,36	3,60	17,64	2,37	3,25
<i>Fertilizzazione</i>														
F ₁	2,94	9,90	4,08	14,49	2,50	10,40	2,15	8,86	3,03	2,08	3,65	19,80	2,27	3,80
F ₀	3,30	10,31	4,35	13,11	3,20	14,70	2,98	14,05	2,90	1,31	3,63	14,49	2,77	4,19

Figura 8 - Andamento delle fioriture, per numero medio di colori e percentuali di ricoprimento, nelle varie epoche per l'insieme delle località / *Trend of flowering time, by mean number of colours and cover percentage, during periods in all sites*



Per il valore estetico, i punteggi medi e le analisi della varianza sono illustrati in tabella 14. Gli effetti principali sono riconosciuti significativi per tutti e quattro i fattori sperimentali (Tesi, Epoche, Giudici e Località), nonostante la presenza di varie interazioni. Tra le tesi, la cotica indisturbata è valutata decisamente peggio delle coltivate, con scarti rimarchevoli rispetto alle tre compagini trattate secondo le consuetudini locali (A, T₂F₁ e T₂F₀). Le formazioni coltivate non danno invece luogo a scostamenti di rilevanza statistica. È per altro evidente un'azione negativa della riduzione delle frequenze di taglio, cui è soprattutto la difformità di valutazione tra i giudici ad impedire di approdare a soglie di attenzione statistica. Gli apporti fertilizzanti paiono per contro totalmente indifferenti. Per le epoche si pongono divergenze non banali tra le prime due rilevazio-

ni e le due seguenti, con l'ultimo controllo in posizione intermedia. Il valore estetico è dunque giudicato mediamente superiore in fase primaverile, inferiore nell'epoca del ricaccio dopo il primo utilizzo e al momento del secondo taglio ed intermedio in epoca successiva a questo. Correlando i punteggi medi dei trattamenti con i corrispettivi valori medi delle fioriture, non traspare alcun legame tra le due serie di dati ($r = -0,11$ e $+0,06$, nell'ordine, sul numero di colori e sulle coperture). Viceversa, notevole (e più scontata) è la correlazione riferita alle epoche ($r = +0,90$ e $+0,94$). I giudici hanno dunque attribuito poca importanza alle fioriture nella distinzione delle tesi, non cogliendone evidentemente le differenze o riservando più peso ad altri fattori (cromatismi del verde o di altro tipo, struttura e tessitura della vegetazione, portamento delle piante etc), mentre sono stati fortemente condizionati da esse nelle valutazioni delle singole epoche. La variabilità di parere espressa appare piuttosto ampia, oscillando da punteggi medi di 1,89 per il soggetto più severo a 3,59 per il più generoso. Questi si distinguono da tutti gli altri, mentre il primo risulta aggregato nel test statistico ad altri nove giudici. Per le località, infine, Bolzano e Udine evidenziano valori significativamente superiori a Trento. Aosta e Sondrio, molto vicine tra loro, si collocano in zona mediana. Per l'analisi delle interazioni si rimanda alla metodologia AMMI di cui alla nota B.

Tabella 14 - Punteggi medi di gradimento estetico delle cotiche al termine del quinquennio e analisi della varianza / *Mean scores of aesthetic value of swards at the end of the five year-trial and variance analysis*

	Media ¹	AO	BZ	SO	TN	UD	VI
<i>Trattamenti</i>							
A	2,57 a	2,35 bc	2,77 a	2,66 a	2,40 a	2,65 bc	2,44 a
T ₂ F ₁	2,64 a	2,46 b	2,93 a	2,56 a	2,47 a	2,80 b	2,08 b
T ₂ F ₀	2,64 a	2,78 a	2,85 a	2,66 a	1,82 c	3,09 a	1,89 bc
T ₁ F ₁	2,20 ab	2,12 c	2,16 c	2,11 b	2,15 b	2,47 c	1,70 c
T ₁ F ₀	2,25 ab	2,18 c	2,46 b	2,08 b	2,16 b	2,39 c	1,84 bc
I	1,84 b	1,78 d	2,03 c	1,48 c	2,0 b	1,81 d	1,67 c
<i>Epoche</i>							
I	2,63 hi	2,56 h	2,83 i	2,38 h	2,50 h	2,88 h	2,83 h
II	2,74 h	2,53 h	3,29 h	2,30 h	2,77 h	2,81 h	1,51 i
III	2,04 i	2,14 h	2,37 j	2,17 hi	1,34 j	2,16 i	1,73 i
IV	2,09 i	1,64 i	2,38 j	1,96 i	1,85 i	2,63 h	1,68 i
V	2,28 hi	2,51 h	1,78 k	2,48 h	2,44 h	2,19 i	
<i>Giudici</i>							
1	2,15 qr	2,08 qr	2,10 st	2,20 r	1,92 qr	2,43 qr	2,10 qs
2	2,08 qr	2,00 qr	2,13 st	1,99 rs	2,07 qr	2,24 qr	1,85 rs
3	2,38 qr	2,67 q	1,81 t	2,15 r	1,99 qr	3,29 p	1,34 s
4	2,32 qr	1,95 qr	2,85 qr	2,18 r	2,02 qr	2,62 pr	1,96 rs
5	2,70 q	2,69 q	2,53 rs	2,42 r	2,73 q	3,15 p	2,80 pq
6	2,07 qr	1,29 r	2,76 qr	2,27 r	2,09 qr	1,91 r	1,88 rs
7	1,89 r	1,78 qr	2,11 st	1,51 s	1,83 r	2,25 qr	1,52 s
8	2,16 qr	2,37 qr	2,29 st	2,1 r	1,70 r	2,30 qr	1,89 rs
9	2,22 qr	2,65 q	2,29 st	2,10 r	1,73 r	2,30 qr	1,47 s
10	2,25 qr	2,29 qr	2,20 st	1,97 rs	2,41 qr	2,38 qr	1,29 s
11	2,09 qr	1,83 qr	2,88 qr	1,79 rs	1,66 r	2,27 qr	1,62 rs
12	3,59 p	3,79 p	3,85 p	3,85 p	3,45 p	3,00 pq	2,93 p
13	2,74 q	2,23 qr	3,10 q	2,81 q	2,73 q	2,81 pq	2,53 pr
Media gen.	2,37	2,28	2,62	2,26	2,18	2,53	1,94
CV %	19,17	18,56	16,30	20,56	22,38	18,00	18,00
<i>Significatività</i>							
A (Trattam.)	0,05*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
B (Epoche)	0,05*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
C (Giudici)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
AB	0,05*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
AC	0,001	0,001	0,001	0,001	0,05	0,001	0,001
BC	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
ABC	0,05						
D (Località)	0,05						
AD	0,001						
BD	0,001						
ABD	0,001						

¹E' esclusa la località VI perché incompleta

* Test approssimativo

Medie contrassegnate con lettere uguali sono statisticamente non diverse al test di Newman-Keuls per P=0.05

5. Conclusioni

I risultati emersi consentono di puntualizzare quanto segue:

1. I prati permanenti esaminati, gestiti secondo le consuetudini locali, sono in grado nella maggioranza dei casi di fornire produzioni comparabili a quelli dei prati artificiali oligofiti concimati agli stessi livelli NPK. Più raramente le rese risultano inferiori.
2. Essi garantiscono sempre maggiore biodiversità specifica e mostrano pabularità e valori estetici non diversi dalle cotiche artificiali di quarto-quinto anno.
3. La loro estensificazione colturale, realizzata attraverso la riduzione delle utilizzazioni annue dalle ordinarie 3-4 a 1-2 e la sospensione della concimazione, comporta un ridimensionamento delle rese e della qualità dei foraggi. Le perdite di produzione si aggirano, in media, attorno al 30% per entrambe le pratiche agronomiche. Sui tenori proteici, i cali sono circa dello stesso ordine di grandezza rispetto alla riduzione dei raccolti, mentre sono trascurabili rispetto alla sospensione della concimazione.
4. Riguardo ai potenziali rischi di rilasci azotati nell'ecosistema, la diminuzione degli sfalci ha una notevole azione amplificante, mentre l'assenza di apporti nutritivi annulla, ovviamente, il problema.
5. Sulla biodiversità specifica vegetale gli effetti dell'estensificazione sono opposti: incentivanti per la sospensione della fertilizzazione, deprimenti per la riduzione degli sfalci.
6. Il valore estetico delle cotiche sembra invece beneficiare di raccolte più sporadiche, anche se una marcata disparità di valutazione fra gli osservatori impedisce di riconoscere significato statistico al risultato. Ininfluenza si mostra per contro la concimazione.
7. L'abbandono del prato determina in pochi anni degrado floristico, con arretramento delle migliori foraggere, abbattimento della biodiversità specifica e del valore estetico del manto.

Il prato permanente, governato secondo criteri agronomici consolidati, sembra dunque conciliare meglio esigenze produttive, ambientali e paesaggistiche.

Le formazioni artificiali non paiono sempre costituire una valida alternativa, neppure sotto il profilo produttivo, considerando anche i costi d'impianto, i rischi d'insuccesso delle semine, i vincoli topografici e pedologici alla loro diffusione e la rapidità dei processi di spontaneizzazione. Naturalmente esse conservano un preciso ed insostituibile ruolo negli avvicendamenti colturali, nel recupero di cotiche molto degradate e allorché vi sia la necessità di spingere le produzioni prative ai massimi livelli.

L'estensificazione colturale del prato permanente, da parte sua, si rivela troppo penalizzante per la quantità e qualità delle produzioni e non sempre assicura vantaggi tangibili in termini di biodiversità e valore estetico. Anzi, la riduzione delle frequenze di taglio si risolve molte volte, come nel caso in oggetto, in un impoverimento floristico, oltre che in un innalzamento dei rischi di contaminazione azotata dell'ambiente. Meno problemi si hanno nei confronti della concimazione, soprattutto se abbinata a ritmi di taglio ordinari. Le ripercussioni produttive sono più sopportabili e si hanno convenienze di carattere ambientale e paesaggistico. Tuttavia, occorre tenere presente che laddove sopravvive l'attività zootecnica vi è il problema dello smaltimento delle deiezioni organiche e dunque, di norma, la fertilizzazione è imposta. Laddove, invece, l'allevamento non esiste più, cessa la richiesta di foraggio e il problema dello smaltimento si pone nei confronti della biomassa prativa.

Un governo estensivo del prato si giustifica pertanto, e va raccomandato, solo nei distretti dove la zootecnia è scomparsa e a meri scopi conservativi. Non si può prescindere, in ogni caso, da 1-2 interventi l'anno, pena un eccessivo deterioramento delle prerogative agronomiche e fitocenotiche. Nei comprensori zootecnici è senz'altro più opportuno mantenere la foraggicoltura tradizionale, sostenendo adeguatamente l'allevamento che, tra l'altro, attraverso la pratica della monticazione estiva assicura la conservazione di una risorsa altrettanto preziosa: i pascoli alti. I sistemi di gestione consueti non sono sconvenienti, oltretutto, nemmeno rispetto alle vigenti misure di sostegno agro-ambientale, rientrando in genere nei criteri di buona pratica agricola previsti dai vari regolamenti. Piuttosto, in questi distretti andrebbe valutata l'opportunità di modificare i calendari degli sfalci, anticipando in particolare il taglio maggengo e/o incrementando le utilizzazioni, dato che una conduzione sufficientemente intensiva è indispensabile per raccogliere foraggi adatti ai bisogni di una buona lattifera (Jeangros e Scehovic, 1996). Come verificato in altre esperienze (Gusmeroli *et al.*, 1998. Ciotti *et al.*, 2000), ne possono scaturire importanti vantaggi produttivi, ma, in linea teorica, a scapito dell'eterogeneità floristica e del pregio estetico delle formazioni.

Bibliografia

- Baumberger C., Koch B., Thomet P., Christ H., Gex P., 1996. *Entwicklung der Artenvielfalt im Langzeitversuch Eggenalp*. Agrarforschung, 3, 275-278.
- Bozzo F., Gusmeroli F., Marguerettaz O., Orlandi D., Parente G., 1996. *Valutazione di miscugli da prato-pascolo in ambienti alpini italiani*. Rivista di Agronomia, 2, 186-197.
- Buchgraber K., 2000a. *Ertragspotentiale und Artenvielfalt auf Grünlandstandorten im Berggebiet*. MAB - Forschungsbericht: Landschaft und Landwirtschaft im Wandel, Akademie der Wissenschaften, 22-23 September 2000, Wien, 181-189.
- Buchgraber K., 2000b. *Grünlandextensivierung unter besonderer Einbindung der Düngung und Nutzung*. Versuchsbericht LAKO Tulin, BAL Gumpenstein und NÖLLWK., 75.
- Ciotti A., Borreani G., Tabacco E., Della Marianna G., Gusmeroli F., 2000. *L'introduzione dell'insilamento dell'erba in vallate alpine e suoi riflessi sull'evoluzione dei sistemi foraggeri locali*. Rivista di Agronomia, 1 suppl., 206-212.
- Carlen C., Darbellay C., Gex P., 1998. *Effets à long terme de la fumure et de la fréquence des coupes sur une prairie permanente en montagne*. Revue suisse d'Agriculture, 30, 215-221.
- Cochran W.G., 1951. *Testing a linear relation among variances*. Biometrics, 7, 17-32.
- Daget P., Poissonet J., 1969. *Analyse phytologique des prairies: applications agronomiques*. Document 48, CNRS-CEPE, Montpellier, 67 pp.
- Dietl W., 1986. *Pflanzenbestand, Bewirtschaftungsintensität und Ertragspotential von Dauerwiesen*. Schweiz, landw, Monatshefte, 64, 241-262.
- Elsässer N., 1999. *Auswirkungen reduzierter Stickstoffdüngung auf Erträge, Futterwert und Botanische Zusammensetzung von Dauergrünland sowie Nährstoffverhältnisse im Boden*. Habilitationsschrift. Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen, 164 pp.
- Fleury P., 1995. *Les différentes composantes de la biodiversité spécifique dans les prairies: diversité intraspécifique, diversité spécifique et diversité fonctionnelle. Exemples dans les Alpes du Nord françaises*. FAO Regional Office for Europe. Mountain grassland: biodiversity and agricultural value. REU Technical Series, 39, 39-49.
- Gabriel K.R., 1971. *The biplot-graphical display of matrices with applications to principal component analysis*. Biometrika, 58, 453-467.
- Gabriel K.R., 1981. *Interpreting Multivariate Data*. Wiley, Chichester.
- Grime J.P., 1977. *Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory*. American Naturalist, 111, 1169-1194.
- Guilbot R., 1999. *Les insectes des prairies: un maillon essentiel de l'écosystème prairial*. Fourrages, 160, 403-416.
- Gusmeroli F., Gianoncelli C., Della Marianna G., 1994. *Il recupero di cotiche erbose degradate in ambiente di fondovalle alpino: effetti agronomici e riflessi ambientali della concimazione minerale*. Amministrazione Provinciale di Sondrio, Bonazzi Grafica Sondrio, 74 pp.
- Gusmeroli F., Della Marianna G., 1997. *Il recupero di cotiche erbose degradate in ambiente alpino: effetti agronomici e riflessi ambientali della concimazione minerale*. Amministrazione Provinciale di Sondrio, Tipografia Bettini Sondrio, 63 pp.

- Gusmeroli F., Della Marianna G., Paoletti R., 1998. *Epoca di taglio e insilamento del foraggio nei prati di fondovalle della Provincia di Sondrio*. Amministrazione Provinciale di Sondrio, Bonazzi Grafica, Sondrio, 16 pp.
- Hausmann G., 1974-1975. *Foraggicoltura ed ecologia*. Annali dell'Accademia di Agricoltura di Torino, 117, 1-26.
- Jeangros B., 1993. *Prairies permanentes en montagne. I. Effects de la fréquence des coupes et de la fertilisation azotée sur la composition botanique*. Revue suisse d'Agriculture, 25, 345-360.
- Jeangros B., Scephovic J., 1996. *Prairies permanentes en montagne. III. Effects de la fréquence des coupes et de la fertilisation azotée sur la qualité du fourrage*. Revue suisse d'Agriculture, 28, 213-221.
- Klapp E., 1954 e 1971. *Wiesen und Weiden*. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, II e IV edizione.
- Legendre L., Legendre P., 1979. *Écologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques*. Masson, Paris, 197 pp.
- Nösberger J., Charles J.P., 1990. *Herbage production from less intensively managed permanent grassland*. Proceedings 13th EGF General Meeting, I, 103-113.
- Nösberger J., Lehmann J., Jeangros B., Diel W., Kessler W., Bassetti P., Mitchley J., 1994. *Grassland production systems and nature conservation*. Proceedings 15th EGF General Meeting, 255-265.
- Odoardi M., Gusmeroli F., Della Marianna G., Rosafio M.C., Paoletti R., 1998. *Production et qualité du fourrage vert et enrubanné d'une prairie naturelle subalpine selon les stades de fauche*. Fourrages, 56, 431-436.
- Parente G., Scimone M., 1986. *Effects de la fertilisation minérale sur la production et la composition de la flore d'une pelouse des Alpes Carniques*. Fourrages, 105, 77-96.
- Parente G., 1996. *Grassland and land use systems*. Proceeding 16th EGF General Meeting, 23-25.
- Paris P., Gavazzi C., Tabaglio V., 1992. *Risposta evolutiva di un prato stabile a prove di concimazione di lungo termine. Un dodicennio di indagini*. Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee, Facoltà di Agraria dell'Università Cattolica del S. Cuore di Piacenza, 126 pp.
- Rychnowska U., Fiala K., Kvet J., 1990. *Non-production functions of grassland*. Proceedings 13th EGF General Meeting, 88-102.
- Schmid C., Thöni E., 1990. *Wirkung von Schnitthäufigkeit und Stickstoffdüngung auf eine Naturwiese – Resultate eines 10jährigen Versuchs*. Recherche agronomique en Suisse, 29, 177-201.
- Schubiger F.X., Lehmann J., 1994. *Futterwert unterschiedlich genutzter Klee-Gras-Gemenge*. Agrarforschung, 1, 167-140.
- Shannon C.E., 1949. *The mathematical theory of communication*. Illinois University Press, Urbana, 29-125.
- Spatz G., 1988. *Ergebnisse aus dem Grünlandextensivierungsversuch am Versuchsgut der Universität Göttingen in Dassel-Relliehausen*. KTBL-Arbeitspapier 131, Auswirkungen von Naturschutzaufgaben auf die Grünlandbewirtschaftung, 36-43.
- Tappeiner U., Cernusca A., 1996. *Microclimate and fluxes of water vapour, sensible heat and carbondioxide in structurally differing plant communities in the central Caucasus*. Pl. Cell and Environm., 19, 403-417.
- Tarello C., Picart E., Pauthenet Y., Fleury Ph., 2001. *Integrare la gestione ambientale dei prati e l'utilizzazione agricola dei prati nelle aziende agricole delle Alpi Nord-Occidentali*. Doc. Institut Agricole Régional – GIS Alpes du Nord, Aosta, 55 pp.

- Thomet P., 1987. *Untersuchungen vom landwirtschaftlichen Wert von Kräutern in Naturwiesen*. Jahrestagung AG Grünland und Futterbau, Kleve-Kellen, 82-94.
- Thomet P., Elmer R., Zweifel F., 1989. *Einfluss der Stickstoffdüngung und des Schnittregimes auf Pflanzenbestand und Ertrag von Naturwiesen höherer Lagen*. Landwirtschaft Schweiz, 2, 67-75.
- Thomet P., Schmid W., 1989. *Untersuchungen zum landwirtschaftlichen und naturschutzereichen Wert artenreicher Wiesen in der Schweiz*. Jahrestagung AG Grünland und Futterbau, Zürich, 54-61.
- Thomet P., Schmid W., Daccord R., 1989. *Erhaltung von artenreichen Wiesen*. Bericht 37 des Nationalen Forschungsprogrammes "Boden", Liebefeld-Bern, 97 pp.
- Thomet P., Schmid W., Roux M., 1990. *Erhaltung von artenreichen Wiesen - eine neue Aufgabe der Landwirtschaft*. Landwirtschaft Schweiz, 3, 605-609.
- Thomet P., Koch B., 1993. *Längerfristige Auswirkungen von Düngung und Schnittregime auf eine Heumatte*. Landwirtschaft Schweiz, 6, 107-114.
- Vertès F., Loiseau P., Soussana J.F., 2002. *Conduite des prairies et conséquences sur les cycles biogéochimiques et la biodiversité*. Fourrages, 171, 265-276.
- Werner W., Paulissen D., 1987 - *Archivio Programma VegBase*. Istituto di Fisiologia Vegetale, Dipartimento di Geobotanica Università di Düsseldorf, 21 pp.
- Ziliotto U., Scotton M., 2001. *La gestione produttiva del prato di fondovalle*. Serie Contributi alla Conoscenza Scientifica, Piano Finalizzato MiPAF "Gestione delle Risorse Prato-pascolive Alpine", Aosta, Arti Grafiche E. Duc, 33-39.