



Fertilizzazione ed equilibri tra nutrienti nella pianta di vite

Antagonismi, sinergie, addizioni

di Duilio Porro, Cinzia Dorigatti
(da *Phytomagazine* n. 21 del 29/09/2003)

L'influsso delle variabili pedologiche e ambientali sul reale effetto della somministrazione di elementi nutritivi in vigneto, sia essa per via radicale o per via fogliare, rende spesso difficoltosa la previsione dei risultati e, di conseguenza, la messa a punto di piani di concimazione finalizzati all'ottenimento di produzioni di qualità. Le condizioni variano da vigneto a vigneto e spesso da filare a filare, se non addirittura da pianta a pianta. Partendo dalla valutazione dello stato nutrizionale della pianta tramite diagnostica fogliare, occorre quindi impostare prove sperimentali i cui risultati, per essere significativi, devono essere correlati a varietà, terreno e annata. Le due prove descritte nel presente lavoro mostrano come l'apporto di singoli elementi nutritivi possa influenzare in modo anche importante l'intero equilibrio nutrizionale di una pianta in virtù di fenomeni di sinergia, addizione o antagonismo, cui si vanno a sommare le variabili pedologiche e ambientali di cui sopra.

La vite è una specie che risente particolarmente dell'influenza di svariati fattori (genotipo, clima, terreno e tecniche colturali) per svolgere la propria funzione fisiologica inerente la nutrizione minerale. Gli elementi, trovandosi nel terreno, vengono assorbiti normalmente per via radicale, anche se possono arrivare via foglia grazie all'intervento dell'agricoltore.

La normale dotazione in elementi minerali di un terreno, frutto di alterazioni chimico-fisiche delle rocce originarie, delle trasformazioni di natura biotica ed abiotica della sostanza organica (mineralizzazione) e dell'alternarsi di eventi climatici (temperature e piogge), può solo in parte essere modificata dall'uomo tramite la fertilizzazione.

Basti pensare che pesanti apporti di fertilizzanti possono anche non modificare sostanzialmente la composizione dei terreni, intervenendo solo parzialmente nella disponibilità degli elementi stessi e nel loro assorbimento. Proprio per tale ragione appare di difficile valutazione la risposta della pianta in termini di stato nutrizionale modificato in seguito ad apporti fertilizzanti.

La quantificazione dell'effetto relativo all'intervento di fertilizzazione da parte della pianta in termini sia quantitativi che qualitativi, inoltre, è operazione piuttosto ardua.

Molti lavori sono stati effettuati sulla fertilizzazione della vite in generale, ma troppo spesso i legami esistenti tra i parametri qualitativi e gli elementi minerali presenti nei tessuti vegetali appaiono poco correlati tra loro e scarsamente predittivi degli effetti della fertilizzazione stessa sull'ottenimento di produzioni altamente qualificate.

Non è facile interpretare i risultati agronomici differenti che si ottengono in vigneti inseriti in contesti pedologico-ambientali diversi in seguito ad apporti di elementi nutritivi, siano essi forniti per via radicale che per via fogliare, poiché le condizioni del suolo ed i sistemi di produzione possono variare notevolmente da vigneto a vigneto.

A tale scopo non è possibile fornire formule predeterminate valide per i più svariati contesti, ma si possono ricercare modelli interpretativi degli effetti della fertilizzazione al fine di migliorare le basi di conoscenza e i consigli di intervento per la gestione del sistema vigneto.

Un approccio basato su dati nutrizionali e quanti-qualitativi della produzione potrebbe sicuramente costituire un valido supporto per tecnici e agricoltori.

Valutazioni dello stato nutrizionale

Il modo più semplice e rapido per valutare il reale stato nutrizionale di una pianta è, a tutt'oggi, la diagnostica fogliare, ovvero la determinazione del contenuto in elementi minerali delle foglie, specchio dell'intero stato nutrizionale della pianta stessa. Ciascun organo, comunque, può essere analizzato per quantificarne la composizione in elementi minerali. Tralasciando volutamente una discussione che meriterebbe più spazio in relazione alle metodiche precise di campionamento -utili per la determinazione di standard di riferimento attendibili a fini interpretativi (tabella 1)- e alla scelta del tipo di organo da analizzare, ci si addentra nella descrizione della modificazione degli equilibri dei nutrienti nella pianta in seguito a fertilizzazioni differenziate, frutto di anni di osservazioni e sperimentazioni.

Prima di tutto va fatta una precisazione metodologica importantissima che nella lettura di risultati di prove di concimazione spesso viene tralasciata o volutamente omessa. La variabilità esistente tra pianta e pianta, all'interno di uno stesso filare di terreno è spesso talmente elevata da azzerare o rendere poco evidente l'effetto di una fertilizzazione radicale. Va inoltre ricordato che le diverse condizioni meteorologiche che si verificano negli anni hanno un effetto sullo stato nutrizionale di gran lunga superiore a quello delle differenti concimazioni effettuate.

Proprio per tale ragione potrebbe essere interessante valutare gli effetti della fertilizzazione standardizzando i dati raccolti in relazione alla prova (cultivar diverse e/o terreni diversi) e all'anno.

Un tale tipo di studio basato sull'utilizzazione congiunta di dati nutrizionali, quanti-qualitativi e analitico-sensoriali (insieme di dati standardizzati) potrebbe "quantificare" l'effetto degli elementi somministrati come fertilizzazione.

Nel presente lavoro si riportano esemplificazioni di quanto osservato in anni di sperimentazione e ricerca presso l'Istituto Agrario di San Michele all'Adige, utilizzando dati di prove di concimazione.

Prova sperimentale I

Il primo contributo deriva da una prova di fertilizzazione, effettuata in un vigneto della Valle dell'Adige nel biennio 1997-1998, coltivato a Chardonnay in collina su terreno limo-sabbioso.

24 viti (2 repliche di 6 viti ciascuna) di Chardonnay sono state fertilizzate con 25 e 100 kg di azoto/ettaro (tesi in seguito denominate come "Basso" e "Alto"), fornendolo al suolo come nitrato ammonico, poco prima della fioritura.

Al fine di bilanciare la crescita dei germogli e di stabilizzare la risposta delle viti ai fattori agronomici imposti, nel 1997 le viti in prova sono state cimate al momento dell'allegagione. Le misure quanti-qualitative, quelle nutrizionali e quelle relative alla ripartizione della sostanza secca sono state effettuate ogni anno al momento della raccolta, ma si riportano solo quelle del 1998 poiché solo in tale anno le viti hanno mostrato il puro effetto relativo al diverso apporto di azoto.

In ciascun organo della parte aerea della pianta [bacche, rachidi, foglie, piccioli, germogli (legno di un anno) e legno (di due anni) – foto 1, 2, e 3] e nel legno accumulato nel corso dell'anno sono state misurate rispettivamente al momento della raccolta e nel riposo invernale, la sostanza secca e la concentrazione di elementi minerali.

Il diverso regime azotato ha modificato gli equilibri tra i diversi organi aerei della pianta (grafico 1): in particolare, a parità di biomassa aerea prodotta nel corso dell'annata vegetativa (221,7 e 226,7 grammi di sostanza secca prodotta rispettivamente dalle tesi Basso e Alto) le piante fertilizzate con più azoto presentavano meno bacche ma più foglie e germogli rispetto all'altra tesi a confronto.

L'effetto relativo al maggior apporto di azoto si è tradotto pertanto in una più elevata vigoria delle piante con modificazione sostanziale del rapporto sink-source.

Apporti differenziati di azoto possono anche modificare gli equilibri dei nutrienti della pianta di vite: infatti, come mostrato in tabella 2, le concentrazioni degli elementi minerali nei tralci prodotti nel corso dell'annata vegetativa e campionati durante il riposo invernale hanno presentato variazioni significative tra le due tesi a confronto, oscillanti dal 5 al 67%; in particolare i contenuti di azoto, potassio, calcio, zolfo, ferro, manganese, boro e zinco sono apparsi statisticamente superiori nei tralci delle piante fertilizzate con Alto azoto. Pur presentando un minor valore di sostanza secca i tralci delle piante fertilizzate con più azoto hanno mostrato un quantitativo superiore di elementi accumulati (grafico 2). Tali dati mostrano chiaramente come apporti fertilizzanti differenti possano modificare gli equilibri tra i diversi organi e tra i diversi nutrienti all'interno della pianta.

Prova sperimentale II

Il secondo contributo deriva da prove di fertilizzazione pluriennali effettuate sempre in vigneti della Valle dell'Adige dal 1988 al 2002, sulle cultivar Chardonnay (uno in collina su terreno limo-sabbioso ed uno in pianura su terreno sabbioso) e Lagrein (in collina su terreno limo-sabbioso).

Le prove di concimazione azoto-potassiche, sono state fatte in accordo a un disegno fattoriale 3 x 4 (N e K₂O-MgO con dosi di 0, 50 e 150 Kg/ettaro e 0-0, 0-30, 50-0 e 150-0 Kg/ettaro rispettivamente), ove si sono aggiunte dal 1994 anche tesi estreme di concimazione azotata e potassica (300 unità di azoto ad ettaro e 300 unità/ettaro di K₂O) per studiarne gli effetti a livello fisiologico (schema 1).

I controlli nelle diverse parcelle prevedevano campionamenti fogliari e peziolari (solo sulle tesi estreme) nei periodi di allegagione, invaiatura e vendemmia, la raccolta dei parametri quanti-qualitativi di 3 piante per parcella al momento della raccolta, del peso del legno di potatura in inverno e la valutazione organolettica dei vini ottenuti da microvinificazione a un anno dalla produzione.

Standardizzando i dati in relazione all'anno, alla cultivar e al sito di coltivazione è stato possibile valutare le diverse tesi a confronto (fertilizzazioni differenti), scorporando così l'effetto di variabilità imputabile alle condizioni microambientali.

Per quanto riguarda i dati analitico-sensoriali, la standardizzazione è stata effettuata sui valori dei fattori estratti tramite analisi fattoriale, in modo tale da diminuire la variabilità del numero di descrittori utilizzati tramite le schede parametriche non strutturate distinte per le cultivar a bacca bianca e rossa.

L'utilizzazione dei valori dei differenti parametri standardizzati ha permesso di "pesare" l'effetto degli elementi somministrati come fertilizzazione soprattutto per i dati nutrizionali, mostrando come i diversi apporti dei nutrienti modificano gli equilibri tra gli elementi all'interno della pianta.

Va comunque ricordato che generalmente i dati puri possono dare indicazioni interessanti pur risentendo fortemente dell'effetto legato alle diverse condizioni microambientali. Come evidenziato in grafico 3, l'effetto della fertilizzazione differente, infatti, è ben evidente correlando i valori di magnesio e potassio nei piccioli delle tesi estreme.

I valori derivanti dall'analisi dei tessuti vegetali in purezza, sia fogliari che peziolari, comunque hanno evidenziato come la concimazione, a base sia di azoto che di potassio, abbia influenzato in maniera univoca nei tre siti di indagine i contenuti di azoto, fosforo, potassio, calcio, magnesio e boro nei diversi prelievi.

A tale riguardo, pur ritenendo non esaustiva una tabella di dati, si riportano in tabella 3 a titolo esemplificativo i valori medi del periodo 1994-2002 di lamine e piccioli prelevati al momento dell'allegagione per la cultivar Lagrein.

Da tale tabella si evince che proporzionalmente alla dose:

- l'azoto apportato al terreno incrementa nei tessuti vegetali analizzati il contenuto di azoto, magnesio e calcio deprimendo, invece, quello di fosforo, potassio e boro;
- il potassio apportato al terreno fa aumentare nei tessuti vegetali analizzati il contenuto di potassio,

deprime quello di fosforo, calcio, magnesio e boro, mentre tendenzialmente sembrerebbe incrementare i tenori in azoto;

· inoltre, l'apporto di magnesio in purezza o in combinazione con l'azoto incrementa i livelli di magnesio e di calcio deprimendo quelli di potassio.

L'interazione dell'effetto di azoto e potassio può risultare in tal senso sinergica e/o competitiva in relazione all'effetto del singolo elemento in purezza.

L'analisi dei valori standardizzati dei tessuti vegetali conferma quanto emerge da queste indicazioni. Le variazioni percentuali sono state calcolate confrontando la massima oscillazione dei valori riscontrata nelle diverse tesi rispetto a quelli di parcelle non concimate (nessun apporto di azoto e di potassio-magnesio, ovvero 0-0-0).

Ai fini di poter meglio evidenziare l'effetto del singolo elemento apportato con la concimazione, le tesi a combinazione mista delle differenti dosi di azoto, potassio e magnesio sono state raggruppate in un'unica tesi, in seguito chiamata "Varie", escludendo la tesi che combinava azoto e potassio con 50 unità/ettaro, denominata "NK_050". Le parcelle che non hanno ricevuto alcun apporto di fertilizzante vengono invece indicate come "Test". Per una migliore lettura dei grafici e dei risultati commentati di seguito si rimanda allo schema 1, che riporta la legenda delle diverse tesi a confronto.

In particolare, come mostrato nel grafico 4, l'azoto apportato a dosi elevate (150-300 Kg/ettaro) incrementa il contenuto di azoto nei tessuti vegetali analizzati del 75%, mentre la dose di 50, invece, fa aumentare i valori del 32%; l'apporto di potassio al terreno, invece, manifesta un effetto depressivo dei valori di azoto variabile dal 6 al 25% proporzionalmente alla dose apportata, mentre la somministrazione del magnesio in purezza deprime i valori di azoto nell'ordine del 20%.

I contenuti di fosforo (grafico 5) subiscono una riduzione proporzionale e significativa in relazione alla dose di azoto apportata al terreno, facendo riscontrare variazioni del 44,66 e 88%; anche la somministrazione di potassio fa registrare una riduzione dei valori di fosforo fino all'11% solo alla dose estrema, mentre a dosi inferiori le variazioni non si discostano significativamente dalle parcelle non concimate; l'apporto di magnesio al suolo, per contro, aumenta i contenuti di fosforo dell'11%.

I tenori di potassio (grafico 6) vengono depressi dalla somministrazione di azoto in modo proporzionale, passando dal 14, al 35, sino al 78%. Diversamente da quanto emerso dai dati riportati nella tabella precedentemente commentata, i contenuti di potassio nei tessuti non aumentano proporzionalmente alle dosi apportate al terreno, dimostrando così la scarsa mobilità dell'elemento nella soluzione circolante per i tre siti indagati; la dose di 50 unità risulta quella in grado di far riscontrare valori più elevati (21%).

La fertilizzazione con magnesio, elemento antagonista, riduce i tenori di potassio del 14 %.

L'effetto dell'apporto di azoto e di potassio al suolo si manifesta sul diverso assorbimento del calcio soprattutto a dosi elevate (grafico 7): infatti, si riscontrano valori più elevati (40%) e più bassi (60%) a dosi massicce di azoto e potassio rispettivamente. Anche in questo caso viene confermato il ruolo antagonista del potassio nei confronti dell'assorbimento di calcio.

Per quanto concerne i valori di magnesio (grafico 8) si registrano incrementi nell'ordine del 15, 37 e 68% in relazione alle dosi crescenti di azoto; la riduzione dei valori di magnesio, altro elemento antagonista del potassio, risulta invece variare rispettivamente da 15, 21 a 26% in funzione dell'apporto di potassio al terreno.

Il boro (grafico 9) fa riscontrare una riduzione dei valori in relazione sia all'apporto di azoto che a quello di potassio: nel caso dell'apporto di azoto si passa dal 40, al 50 sino al 90% in meno in proporzione alla dose, mentre nel caso della somministrazione potassica la depressione dei livelli di boro non appare significativamente calcolabile; anche la somministrazione di magnesio al terreno riduce i valori di boro del 10%.

Analizzando attentamente tutte le figure descritte, si evince che la dose combinata di 50 unità per ettaro di azoto e potassio ("NK_050") risulta quella più equilibrata, in quanto gli effetti dei singoli elementi appaiono talvolta sinergici o comunque additivi, risultando sempre superiori rispetto a quelli di parcelle non concimate, tranne che per il fosforo ed il boro.

Poiché i rapporti tra i nutrienti nella pianta influenzano i parametri quanti-qualitativi della produzione intervenendo sull'equilibrio metabolico delle diverse relazioni source-sink, è interessante verificare quanto accade in seguito a stati nutrizionali differenziati.

Nelle condizioni sperimentali delle prove oggetto d'indagine, nonostante gli equilibri tra i nutrienti della pianta in seguito ad apporti fertilizzanti differenziati fossero univoci, come precedentemente descritto, la dinamica del comportamento delle viti in relazione alle tesi nei diversi siti non è risultata influenzata in modo uniforme.

La rappresentazione grafica dei valori di zucchero accumulato (grafico 10) mostra che nelle zone collinari, in condizioni più ricche di limo ed argilla, il contenuto zuccherino viene notevolmente influenzato dal tipo di fertilizzazione. Infatti, apporti elevati di azoto deprimono in maniera significativa sia nel Lagrein che nello Chardonnay il contenuto di zuccheri. Ciò accade normalmente, in quanto la produttività delle piante viene fortemente modificata in proporzione alla dose di azoto apportato, mostrando valori decisamente elevati nelle dosi superiori.

L'incremento di zuccheri nelle tesi a maggior produttività si riscontra solo nelle tesi a più elevato apporto di potassio. Anche l'apporto al terreno di solo magnesio fa riscontrare contenuti zuccherini elevati, a causa della notevole depressione produttiva che si verifica.

Dal momento che l'effetto dell'azoto influenza fundamentalmente l'aumento del vigore vegetativo delle piante modificando l'equilibrio vegeto-produttivo, la depressione dei livelli zuccherini dei mosti, accompagnata dall'innalzamento dei tenori acidi in modo proporzionale alla dose apportata, si traduce anche con differenze apprezzabili a livello sensoriale sul profilo analitico dei vini ottenuti.

Nella descrizione dei fattori caratterizzanti i profili dei vini, per comodità non comparirà la tesi a combinazione mista di azoto e potassio con 50 unità/ettaro, denominata "NK_050".

In particolare nella cultivar Lagrein (grafico 11) dosi elevate di azoto deprimono fortemente il colore, la struttura e le componenti fenoliche del vino ed in minor misura le note da frutti rossi; infatti, per tale

parametro, si verifica un incremento anche sino alla dose di 150 unità ad ettaro, mentre alla dose estrema i vini assumono valori di frutti rossi piuttosto bassi.

Il ruolo del potassio sui parametri dei vini Lagrein appare piuttosto netto: per la struttura e la componente fenolica esso tende a deprimere i valori al crescere delle dosi, mentre per la nota fruttata ed il colore ciò si verifica solo nella tesi estrema. L'apporto di magnesio in purezza ha un comportamento simile a quanto mostrato dalla bassa dose (50 unità) di potassio.

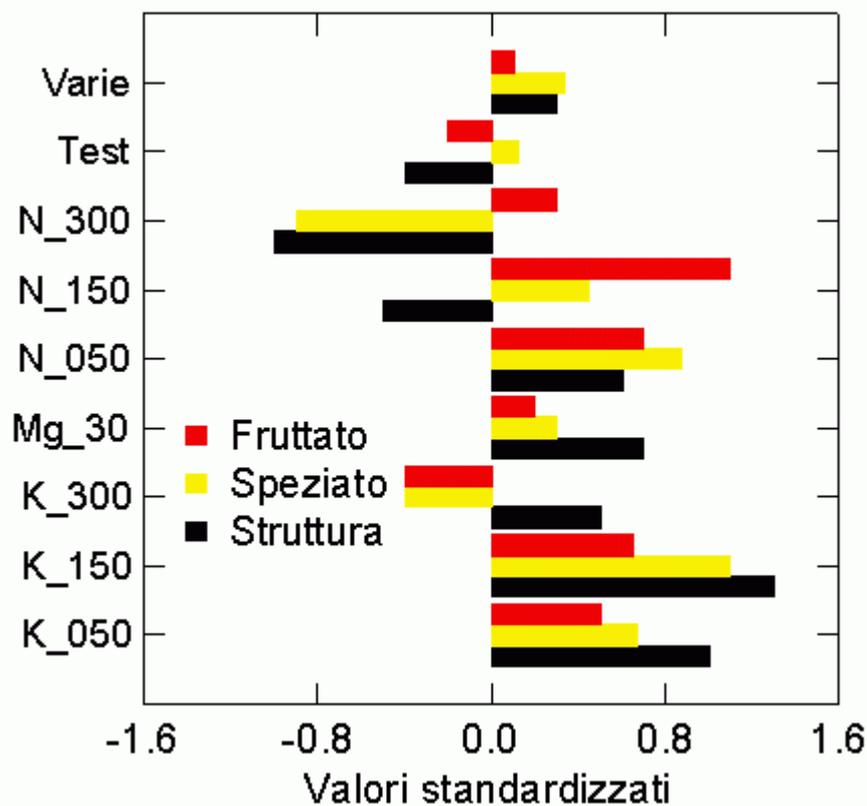
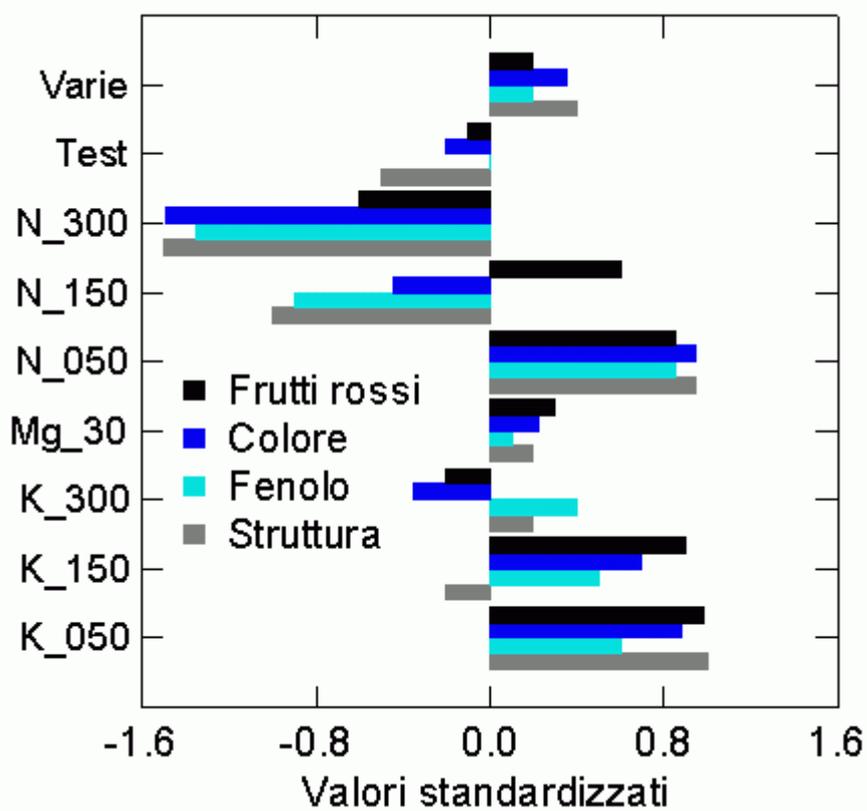
Per la cultivar Chardonnay, nel sito collinare (grafico 12), l'effetto della somministrazione di azoto si traduce in una depressione della struttura e delle note speziate dei vini e in un aumento delle componenti fruttate in relazione al crescere della dose apportata. Per quanto riguarda l'apporto di potassio, invece, l'effetto sui vini si manifesta generalmente in una struttura piuttosto sostenuta a tutte le dosi somministrate; si assiste, invece, ad un calo delle note fruttate e speziate alla dose estrema.

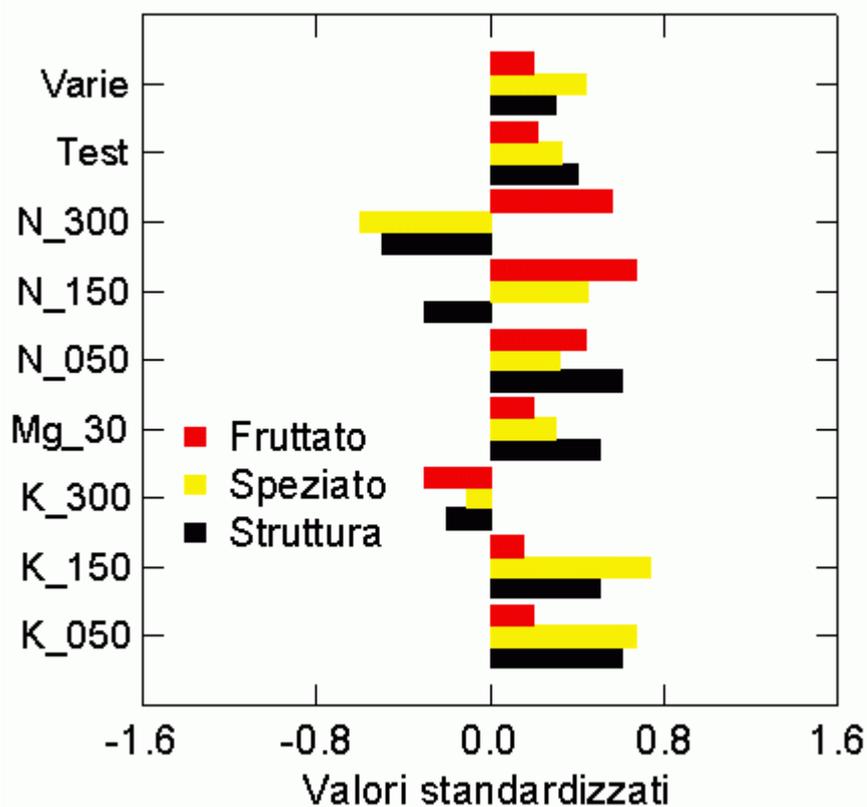
In pianura, invece, in situazioni di terreno più leggero, l'effetto della concimazione sia azotata che potassica fa aumentare il contenuto zuccherino rispetto al "Test" (grafico 10). Le dosi più elevate di azoto, in tale contesto, riducono tale aumento al limite della significatività, mentre tutti gli altri apporti sono in grado di migliorare significativamente il contenuto zuccherino delle bacche. In tali condizioni di suolo più sciolti e leggeri le ricadute a livello sensoriale, pur presentando andamento analogo a quanto verificatosi nel sito collinare in relazione all'effetto di azoto e potassio, appaiono meno marcate (grafico 13).

Duilio Porro

Cinzia Dorigatti

Istituto Agrario di San Michele all'Adige - Unità Operativa di Viticoltura

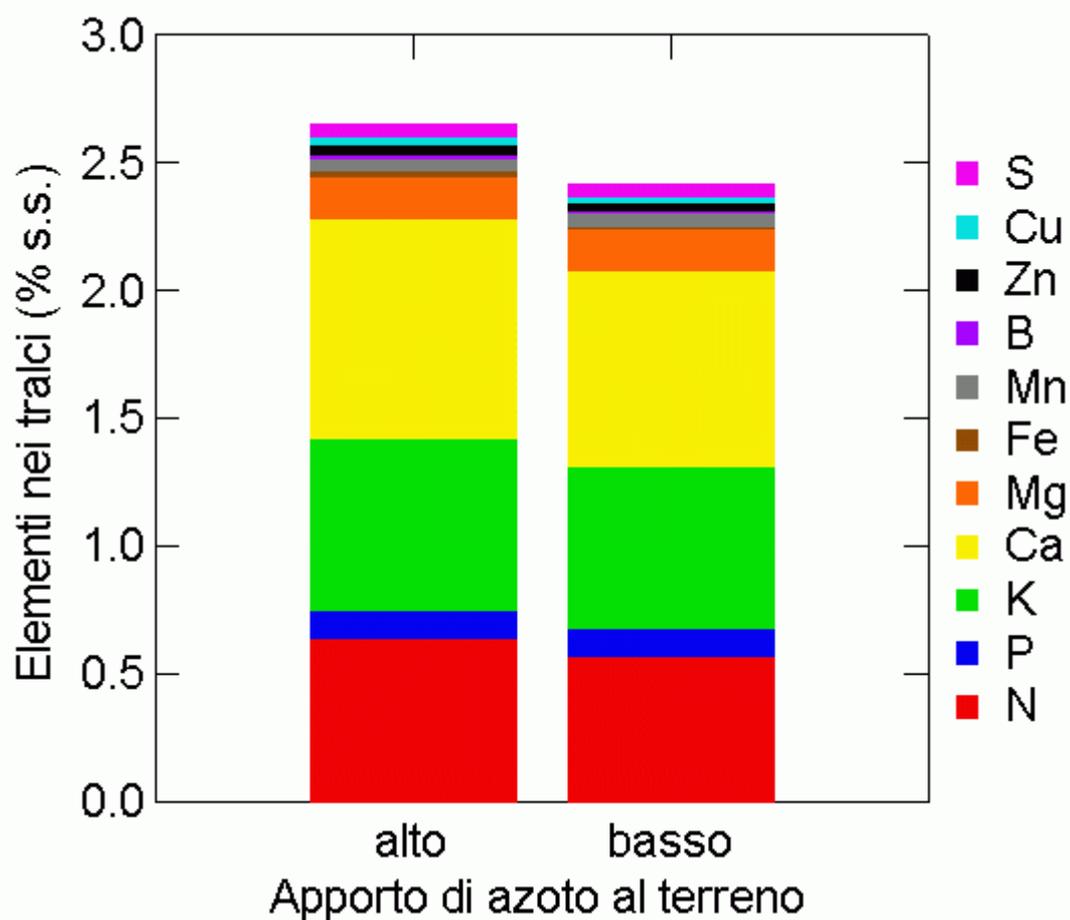




Parametro	Unità di misura	Apporto di azoto al terreno		% di variazione tra Alto e Basso
		Alto	Basso	
Sostanza secca	%	53.90 b	54.88 a	- 1.82
Azoto	% sulla sostanza secca	0.642 a	0.572 b	+ 12.24
Fosforo		0.111	0.108	+ 2.78
Potassio		0.671 a	0.638 b	+ 5.17
Calcio		0.857 a	0.763 b	+ 12.31
Magnesio		0.168	0.162	+ 3.70
Zolfo		0.048 a	0.043 b	+ 11.63
Ferro		ppm sulla	20.56 a	12.33 b
Manganese	sostanza secca	51.11	48.56	+ 5.26
Boro		11.33 a	10.33 b	+ 9.68
Zinco		40.44 a	29.44 b	+ 37.36

Lamine							
Apporto al terreno		Contenuto di elementi					
Azoto N	Potassio- Magnesio K ₂ O-MgO	Azoto	Fosforo	Potassio	Calcio	Magnesio	Boro
		% s.s.					ppm s.s.
0	0-30	2.63	0.19	1.16	2.00	0.30	35
0	0-0	2.72	0.19	1.15	2.00	0.30	35
0	50-0	2.67	0.19	1.29	1.99	0.26	33
0	150-0	2.73	0.19	1.38	1.98	0.25	32
0	300-0	2.66	0.18	1.28	1.93	0.25	38
50	0-30	2.80	0.18	1.07	1.96	0.33	30
50	0-0	2.76	0.18	1.07	2.01	0.31	31
50	50-0	2.86	0.18	1.24	2.06	0.31	28
50	150-0	2.79	0.18	1.33	1.94	0.26	30
150	0-30	2.92	0.18	1.02	2.04	0.34	31
150	0-0	2.91	0.18	1.05	2.05	0.34	34
150	50-0	2.91	0.17	1.20	2.01	0.32	27
150	150-0	2.91	0.17	1.41	1.98	0.30	26
300	0-0	2.92	0.17	0.82	2.22	0.38	30

Piccioli							
Apporto al terreno		Contenuto di elementi					
Azoto	Potassio	Azoto	Fosforo	Potassio	Calcio	Magnesio	Boro
		% s.s.					ppm s.s.
0	0	0.60	0.19	3.12	1.84	0.42	38
300	0	0.77	0.12	2.01	2.04	0.56	32
0	300	0.55	0.20	3.55	1.70	0.30	38



Organi	Epoca	Azoto (% s.s.)				Fosforo (% s.s.)			Potassio (% s.s.)				
		basso	normale		alto	basso	normale		alto	basso	normale		alto
Lamine	Allegagione	1,70	2,25	2,65	3,20	0,10	0,16	0,24	0,32	0,70	1,10	1,50	2,00
	Invaiaatura	1,40	1,75	2,25	2,80	0,10	0,16	0,24	0,32	0,60	1,00	1,40	1,90
Piccioli	Allegagione	0,55	0,80	1,00	1,20	0,16	0,20	0,30	0,60	1,50	2,40	3,00	5,00
	Invaiaatura	0,50	0,80	0,95	1,20	0,14	0,16	0,30	0,60	1,00	2,00	3,50	6,00

Organi	Epoca	Calcio (% s.s.)				Magnesio (% s.s.)			
		basso	normale		alto	basso	normale		alto
Lamine	Allegagione	1,50	2,00	2,70	3,50	0,12	0,20	0,34	0,50
	Invaiaatura	1,80	2,40	3,20	4,00	0,12	0,20	0,38	0,50
Piccioli	Allegagione	1,00	1,20	2,50	3,00	0,20	0,40	0,80	1,00
	Invaiaatura	1,20	1,40	2,80	3,30	0,30	0,50	1,00	1,20

Organi	Epoca	Ferro (ppm s.s.)				Manganese (ppm s.s.)			Boro (ppm s.s.)				
		basso	normale		alto	basso	normale		alto	basso	normale		alto
Lamine	Allegagione	40	45	70	120	20	25	40	120	12	18	32	60
	Invaiaatura	40	50	70	120	20	30	40	120	12	15	30	60
Piccioli	Allegagione	20	30	70	100	20	30	60	200	20	35	70	100
	Invaiaatura	25	35	70	100	20	30	70	200	15	25	60	80

Organi	Epoca	Zinco (ppm s.s.)				Rame (ppm s.s.)			Zolfo (% s.s.)				
		basso	normale		alto	basso	normale		alto	basso	normale		alto
Lamine	Allegagione	20	25	50	60	3	4	10	20	0,08	0,10	0,18	0,28
	Invaiaatura	15	20	40	60	3	4	10	20	0,08	0,10	0,18	0,28
Piccioli	Allegagione	15	25	35	50	4	6	11	15	0,05	0,10	0,18	0,23
	Invaiaatura	10	15	30	60	2	3	8	15	0,07	0,12	0,20	0,25

Tabella 1: Standard di riferimento di macro e micronutrienti per lamine e piccioli di vite in relazione al periodo di campionamento. Valori bassi o alti si intendono rispettivamente inferiori e superiori al valore riportato; nella colonna normale i due valori indicati servono come limiti per l'intervallo di nutrizione adeguata (da Porro e Dorigatti, 2003).

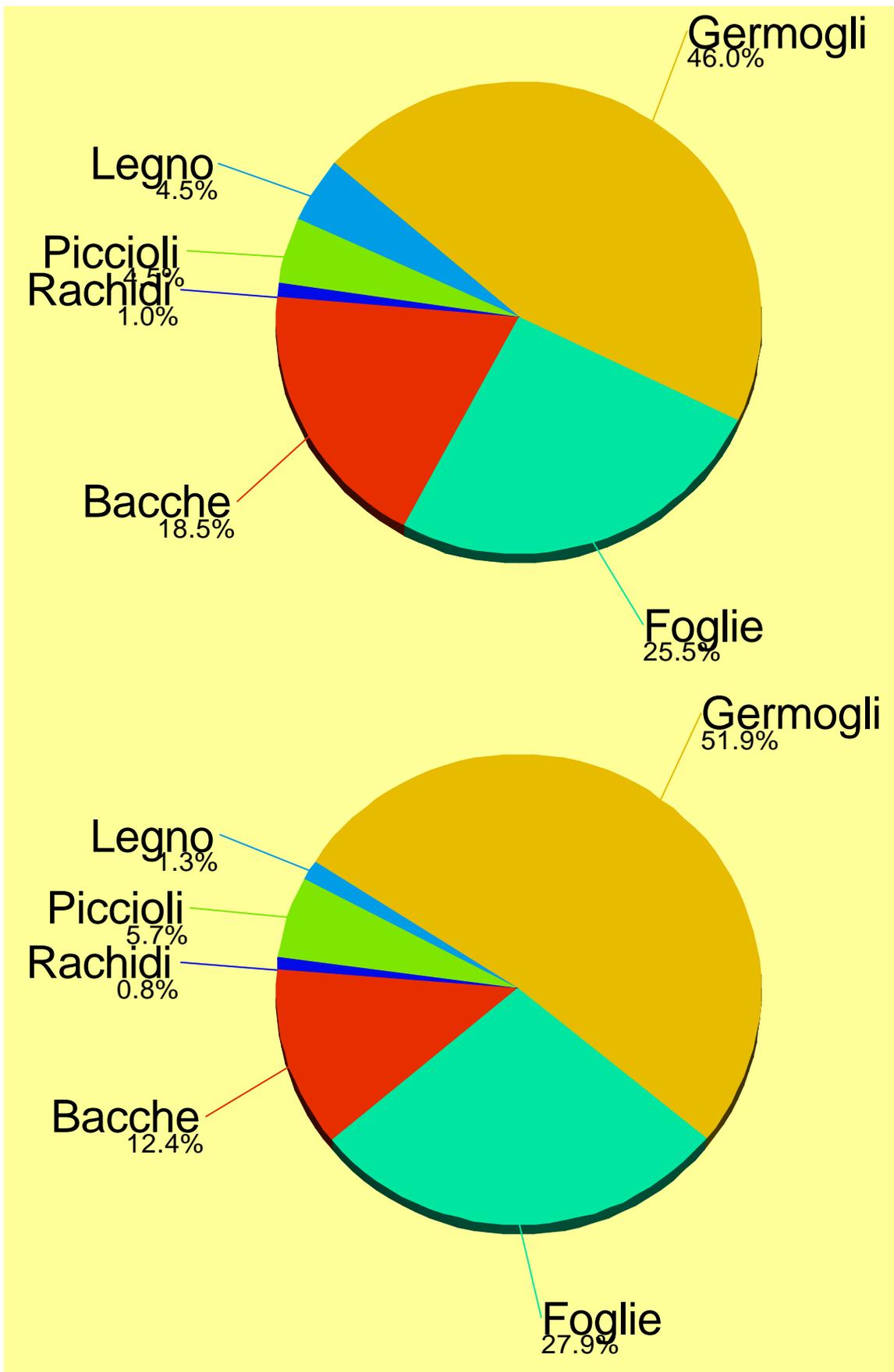


Figura 1: Ripartizione dei diversi organi prodotti dalla parte aerea delle piante (in percentuale rispetto al totale della sostanza secca prodotta) in relazione al diverso apporto di azoto al terreno: sopra "Basso" e sotto "Alto" (da Porro e Dorigatti, 2003).



Foto 1: Campioni di rachidi e bacche.

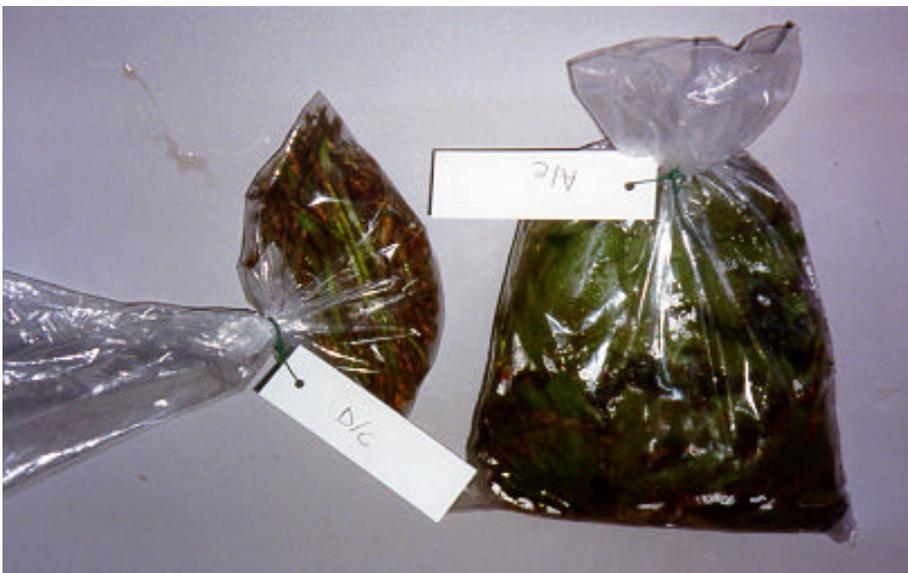
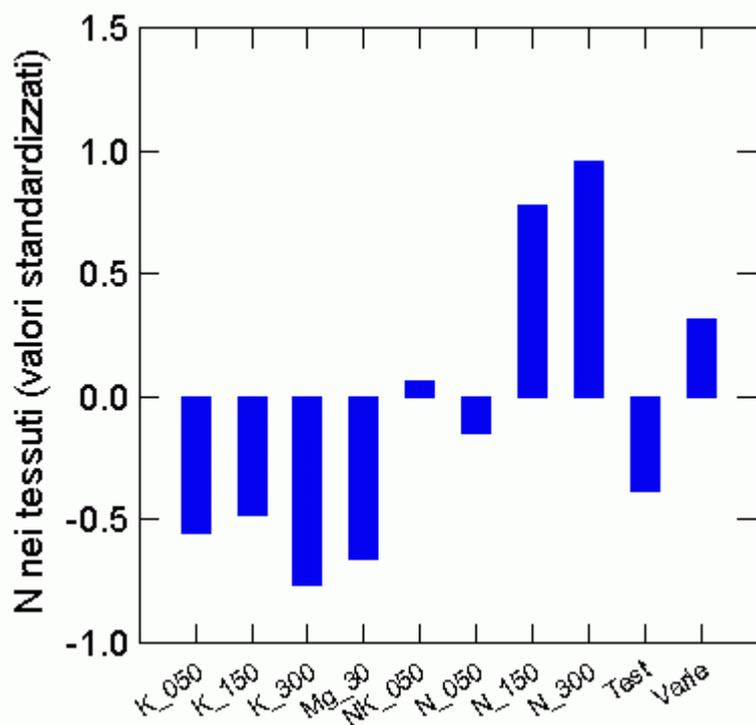
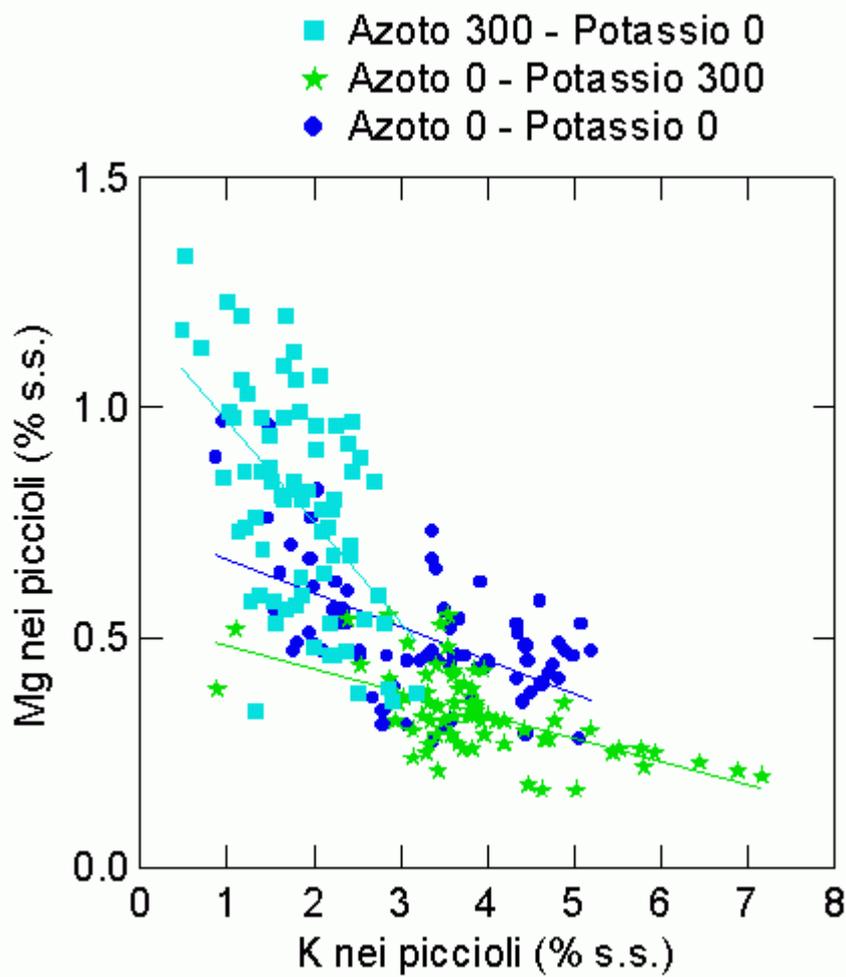
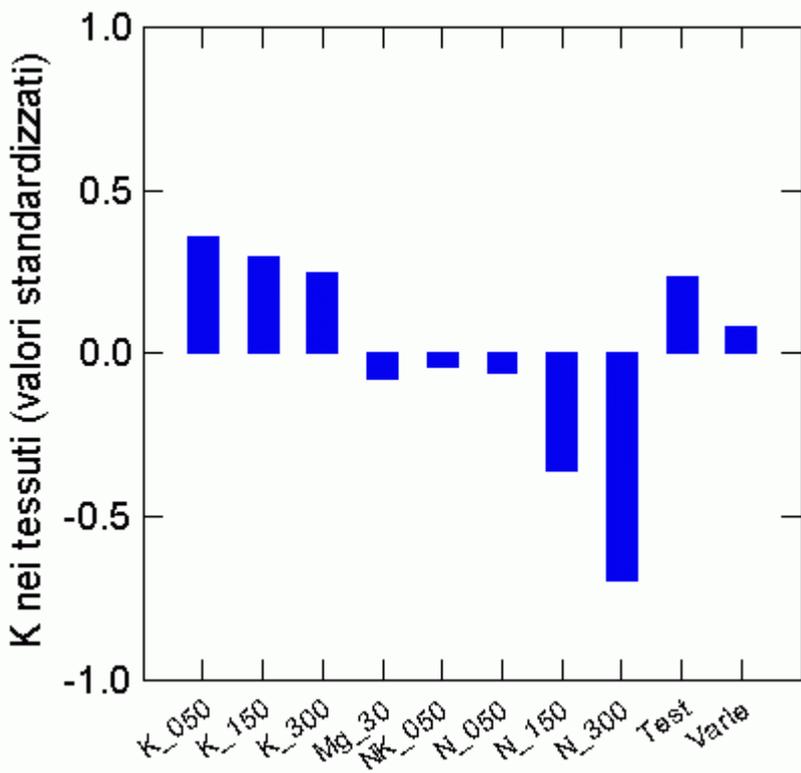
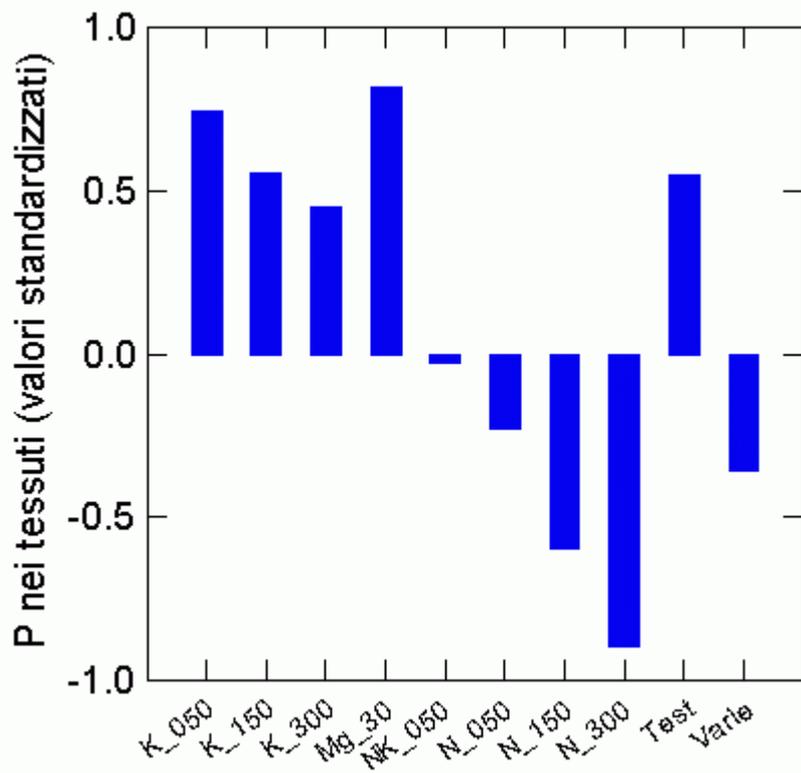


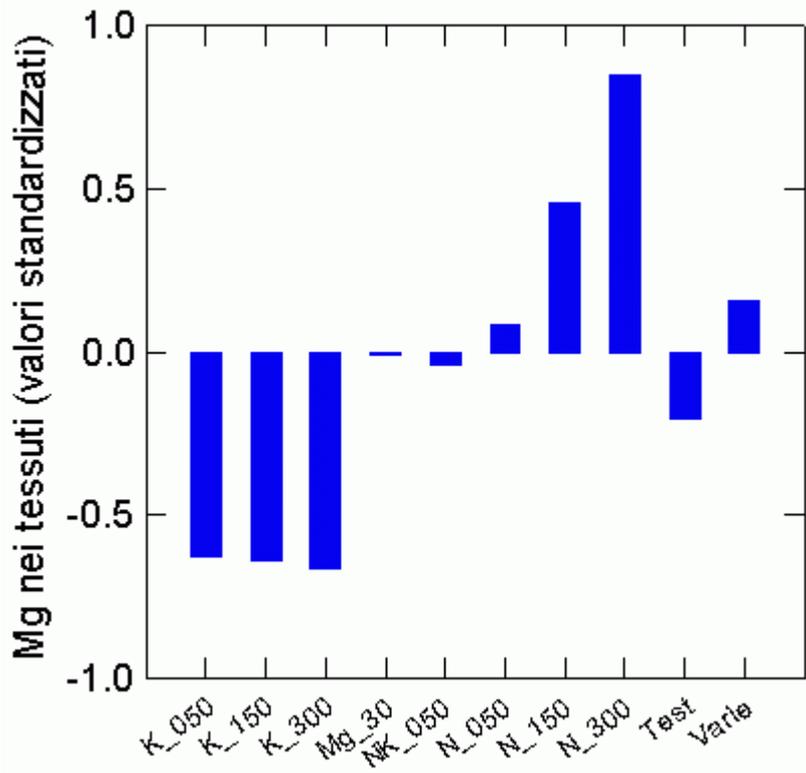
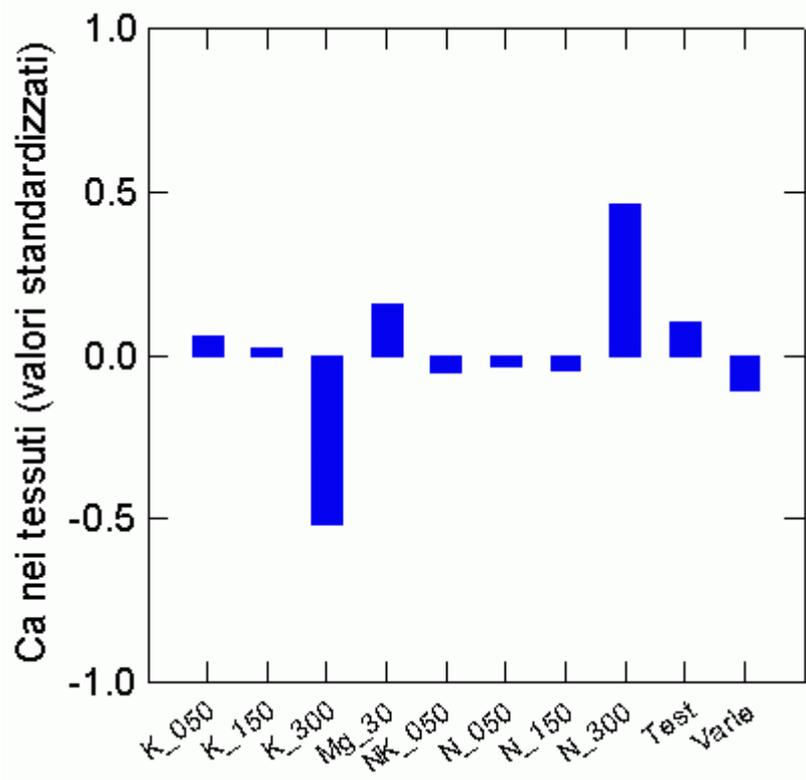
Foto 2: Campioni di piccioli e foglie.

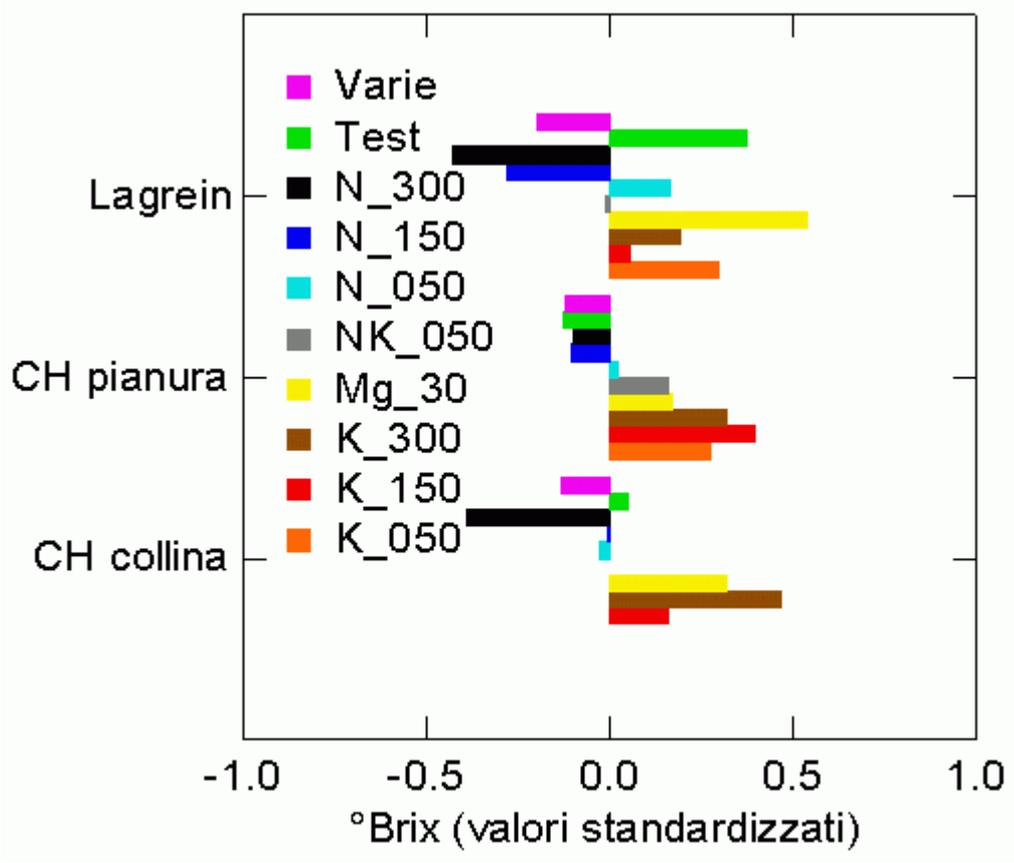
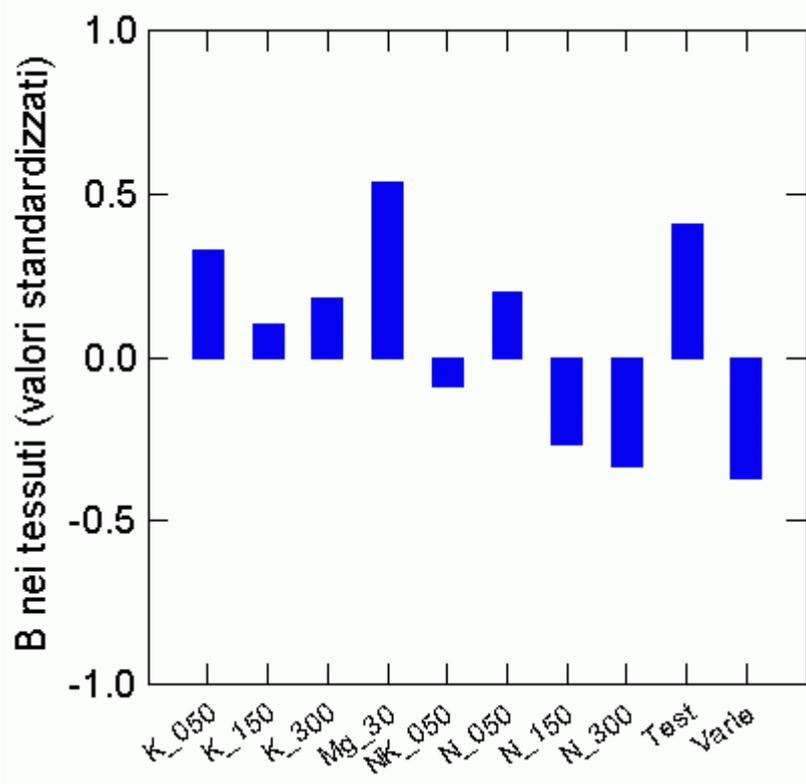


Foto 3: Campioni di legno e germogli.









		dose di azoto N (unità/ha)			
		0	50	150	300
dose di	0-0	x	x	x	x
potassio-magnesio	50-0	x	x	x	
K ₂ O-MgO	150-0	x	x	x	
(unità/ha)	300-0	x			
	0-30	x	x	x	

Legenda: **Test**

Varie

NK_050

N_050

N_150

N_300

Mg_30

K_050

K_150

K_300