

● EFFETTO DEGLI AMMENDANTI SUI VIGNETI

Letame e compost validi surrogati nella concimazione viticola

di S. Pedò, D. Porro,
A. Cristoforetti, D. Bona,
M. C. C. Ippolito, R. Zanzotti,
D. Trainotti

Il Trentino è una delle regioni viticole che presenta lo stock più elevato di sostanza organica nel suolo a causa in primo luogo del suo clima, più fresco e meno favorevole alla mineralizzazione della sostanza organica del suolo. Tuttavia, **i dati disponibili ci indicano che nei vigneti trentini il tenore di sostanza organica è in lenta diminuzione: in 30 anni dal 1980 al 2011, il contenuto medio di sostanza organica in 63 suoli vitati trentini è passato da 3,2 a 2,6%** (Mescalchin et al., 2014).

Da qualche anno, in provincia di Trento, diversi progetti hanno avuto come risultato l'aumentata disponibilità di ammendanti per il comparto agricolo locale. Tra questi, una capillare raccolta differenziata della frazione organica dei rifiuti solidi urbani convertita in compost in un impianto bi-stadio (digestione anaerobica e successivo compostaggio del digestato) e i processi di maturazione controllata del letame bovino che residua dai numerosi allevamenti sul territorio.

La disponibilità di compost e di letame maturato e la necessità di mantenere almeno il tenore in sostanza organica dei suoli ci ha suggerito di verificare per un triennio l'effetto della somministrazione di soli ammendanti ottenuti sul territorio, per fertilizzare il vigneto, in confronto con la normale gestione della fertilità aziendale.

Ammendanti e vigneti

Dall'analisi dei dati ottenuti nei tre anni di sperimentazione (2016-2018) emergono due diversi effetti generali relativi ai suoli: un incremento significativo del contenuto di alcuni elementi nutritivi (fosforo, potassio e magnesio) nei soli due vigneti di Maso Toresella (Sarche, Trento) e Maso Romani (Volano, Trento) (tabella 1) e nessuna varia-

In conseguenza del calo di sostanza organica dei suoli trentini e della disponibilità di matrici organiche, la Fondazione Mach ha avviato una sperimentazione triennale (2016-2018) per verificare gli effetti della somministrazione di ammendanti ottenuti sul territorio, per fertilizzare il vigneto, in confronto con la normale gestione della fertilità aziendale

zione in termini quantitativi di sostanza organica e azoto (dati non mostrati) nelle tesi ammendate a confronto con quelle testimone.

La dotazione naturalmente buona in termini di sostanza organica e la pratica del sovescio possono aver fatto sì che l'apporto di ammendanti, nel breve periodo, non abbia influenzato il tenore in azoto.

Ammendamento e biodiversità

I campionamenti dei suoli per la caratterizzazione chimica sono stati effettuati sempre nel periodo autunnale, prima dell'apporto degli ammendanti e nel triennio successivo con cadenza annuale, mentre i prelievi per l'indice di Qualità Biologica del Suolo basata sui micro-

artropodi (QBS-ar), sono stati compiuti in tarda estate/inizio autunno. Questa metodica focalizza la propria attenzione sulle comunità di artropodi (insetti, miriapodi, aracnidi) presenti nel terreno, per il loro ruolo indispensabile nel riciclo dei nutrienti. Accanto a questo indice, ne sono stati elaborati altri:

- le cenosi, presenze demografiche di artropodi rilevabili per m², fondamentali in quanto alla base delle effettive prestazioni ecologiche disponibili nei terreni oggetto d'analisi;
- le classi di qualità, ottenute dall'armonizzazione dei valori QBS-ar con la verifica della presenza di alcuni gruppi tassonomici chiave. In questi casi, i valori sono però contingentati tra 0 e 7, rendendo semplice un'immediata contestualizzazione dei livelli qualitativi dei siti;



Veduta dei vigneti di Maso Romani, in Vallagarina (Trento)

Come sono state impostate le prove

Gli ammendanti utilizzati nelle prove sono stati il letame bovino con lettiera di paglia maturato per 90 giorni in cumulo rivoltato e il compost ottenuto dalla trasformazione biossodativa di digestato e residui lignocellulosici. Entrambi i prodotti, distribuiti in una sola volta nell'autunno 2015, presentano buone caratteristiche agronomiche e sono disponibili a livello locale con costi compatibili per impieghi a dosi elevate. In *tabella A* si riportano le caratteristiche analitiche di compost e letame utilizzati nelle prove e i quantitativi distribuiti. Le dosi da appor-

re in campo sono state determinate in modo tale che la quantità di sostanza secca totale tra i due ammendanti risultasse piuttosto simile, soprattutto in termini di azoto. Invece, gli apporti di fosforo e potassio forniti dal letame risultano decisamente più elevati rispetto al compost.

Su quattro vigneti, facenti parte del mondo Cavit, tre dei quali coltivati con Chardonnay e uno (Maso Romani) con Marzemino, le strategie di solo ammendamento sono state messe a confronto con la consuetudinaria conduzione aziendale (*tabella B*). ●

TABELLA A - Caratteristiche analitiche degli ammendanti, quantitativi distribuiti in termini di sostanza organica e macroelementi di fertilità

Ammendanti	Umidità (% t.q.)	pH	CES (μS/cm)	C.O. (% s.s.)	Sost. org. (‰)	C/N	N tot. (% s.s.)	P tot. (% s.s.)	K tot. (% s.s.)
Compost	32,02	8,8	2800	20,6	3,6	11,3	1,82	0,33	1,89
Letame	72,94	8,35	1080	29,8	5,1	10,9	2,72	1,49	6,26
Quantità/ha	Sostanza secca (q)	Sostanza organica (q)	Azoto (kg)	Fosforo (kg)	Potassio (kg)				
Compost 200 q	136	48,3	247	45	257				
Letame 400 q	108	55,4	294	160	676				

t.q. = tal quale; CES = conducibilità elettrica; C.O. = carbonio organico; C/N = rapporto carbonio/azoto.

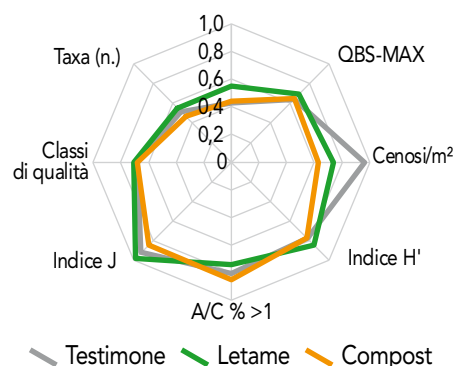
TABELLA B - Dati essenziali dei vigneti selezionati

Vigneto	Forma di allevamento (sesti)	Tesi	Fertilizzazione chimica annuale	Sovescio
Maso Toresella	Guyot (1,1 × 2 m)	Letame	Nessuna	A file alterne
		Compost		
		Testimone		
Maso Romani	Guyot (0,9 × 2 m)	Letame	Nessuna	A file alterne
		Compost		
		Testimone		
Volano	Pergola semplice trentina (0,9 × 2,8 m)	Letame	12-12-17 (2 q/ha)	Nessuno
		Compost		
		Testimone		
Cavedine	Guyot (0,8 × 2 m)	Letame	Concime organico 80% sost. org.; titolo 7-3-2 (3 q/ha)	Tra le file (a file alterne)
		Compost		
		Testimone		

- il QBS-MAX, che rappresenta la biodiversità complessiva rilevabile nella tesi, ottenuta dall'armonizzazione delle sue repliche nei rispettivi anni. Il QBS-MAX è riferito alle sole annate 2017-18, in quanto le uniche aventi un sufficiente numero di repliche;
- il numero di taxa, cioè i gruppi tassonomici rilevati nel sito;

- gli indici ecologici J e H' che tengono rispettivamente conto del grado di equilibrio tra le popolazioni presenti e del numero di gruppi tassonomici presenti sul totale raggiungibile;
- la percentuale di siti con rapporto acari/collemboli (A/C) maggiore di 1. Questo rapporto in contesti naturali è tipicamente maggiore di 1; pertanto vie-

GRAFICO 1 - Parametri qualitativi dei suoli



Indici J e H' = indici ecologici che tengono rispettivamente conto del grado di equilibrio tra le popolazioni presenti e del numero di gruppi tassonomici presenti sul totale raggiungibile. **A/C** = rapporto acari/collemboli; **QBS-ar** = qualità biologica del suolo basata sui microartropodi; **QBS-max** = biodiversità complessiva rilevabile nella tesi, ottenuta dall'armonizzazione delle sue repliche nei rispettivi anni.

La tesi Letame ha restituito valori QBS-ar tendenzialmente migliori della tesi Compost in tre dei 4 siti di confronto. Ciò ha trovato conferma anche nei valori di cenosi/m², nelle classi di qualità e nel numero di taxa ospitati.

ne riportata la percentuale di siti che rispettano tale condizione.

Le analisi effettuate hanno restituito profili qualitativi e cenotici statisticamente non differenti per le differenti tesi. I punteggi suggeriscono livelli tendenzialmente superiori per la tesi letame, come indicato nel *grafico 1*, riportante i valori espressi quali percentuali di saturazione rispetto ai valori medi ideali.

La tesi Letame ha restituito valori QBS-ar tendenzialmente migliori della tesi Compost in tre dei 4 siti di confronto. Ciò ha trovato conferma anche nei valori di cenosi/m², nelle classi di qualità e nel numero di taxa ospitati. Si segnala altresì come la tesi Letame sia l'unica ad aver restituito, in tre dei quattro siti, valori QBS-ar mediani superiori sia alla soglia qualitativa di riferimento indicata per suoli generici sia alla soglia di riferimento indicata per vigneti.

Parametri vegetativi e nutrizionali

Per valutare l'effetto delle diverse gestioni si sono effettuate misure relative allo stato vegetativo e nutrizionale in tutti e tre gli anni di prova, durante il periodo primaverile-estivo, nonché rilievi relativi alla produttività in fa-

TABELLA 1 - Parametri chimici significativi variati nel triennio per Maso Romani e Maso Toresella

Tesi	P assimilabile (mg/kg P ₂ O ₅)		K scambiabile (mg/kg K ₂ O)		Mg scambiabile (mg/kg MgO)	
	Maso Romani	Maso Toresella	Maso Romani	Maso Toresella	Maso Romani	Maso Toresella
T 2015	13	30	85	78	665	152
C 2015	17	40	95	124	597	139
L 2015	12	45	101	143	575	152
T 2016	40 b	37 a	144 a	65,25 b	674	134
C 2016	33,3 b	49 a	185 a	105,5 b	625	145
L 2016	68,5 a	123 b	310 b	402 a	667	203
T 2017	29	28 b	111	53,5 b	626	132 b
C 2017	30	37 b	144	83,5 b	641	145 b
L 2017	45	99,5 a	168	166 a	711	215 a
T 2018	19,5	26,3 b	105	60 b	596	139 b
C 2018	27	28,5 b	159	64 b	637	146 b
L 2018	41,3	75,7 a	166	155 a	705	196 a

T = testimone, C = compost, L = letame.

A lettere differenti corrispondono medie statisticamente diverse entro lo stesso anno. L'assenza di lettere indica che i valori sono da considerarsi uguali (Test di Tukey, p = 0,05).

se vendemmiale (numero di germogli, di grappoli, fertilità e produzione/pianta) nel solo 2018.

La stima dell'espressione vegetativa delle piante è stata fatta tramite misure di NDVI (Greenseeker Handheld®), che è un indicatore della biomassa fotosinteticamente attiva, su tutte le piante delle diverse tesi a confronto, in due momenti: luglio e agosto (i valori dell'indice sono compresi tra -1 e +1; in presenza di vegetazione assume valori maggiori di 0,2).

L'intensità di colore verde delle foglie (SPAD), indice indiretto del contenuto in clorofilla, è stata misurata tramite lo strumento SPAD 502 su quattro repliche di almeno 15 piante ciascuna, con due letture per pianta e in due momenti: chiusura grappolo (BBCH 77) e post-invaiaitura (BBCH 85). In post-invaiaitura, per i soli vigneti di Maso Romani e Maso Toresella, le stesse foglie su cui sono state effettuate le letture SPAD sono state destinate ad analisi minerali per determinarne la concentrazione dei principali macro e micronutrienti (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Mn, Cu e Zn).

Per quel che concerne i parametri vegetativi, sia a Maso Romani sia a Maso Toresella, i valori delle medie trienna-

li di NDVI e SPAD sono risultati superiori per le tesi ammendate rispetto al testimone aziendale (grafici 2 e 3).

Questo tipo di risposta è confermata anche a Volano per quel che riguarda il colore della vegetazione, descritto dallo SPAD, meno per l'indice NDVI che risente del sistema di acquisizione del dato; ricordiamo che questo è l'unico vigneto a Pergola trentina e lo strumento, su tale sistema di potatura, misura in uno strato di vegetazione più basale, caratterizzato da foglie più mature.

Per avere un quadro generale si so-

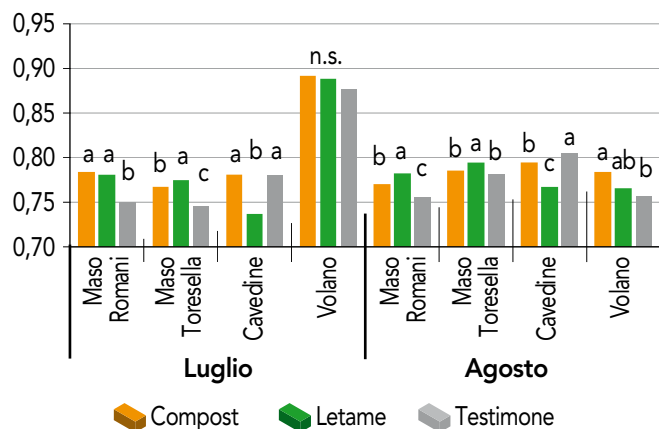
no integrati tutti i dati nutrizionali triennali in relazione all'effetto delle diverse tesi (grafico 4).

La tesi ammendata con letame ha presentato valori di azoto, al limite della significatività statistica, e potassio fogliare significativamente più elevati rispetto alla tesi testimone, mentre quella ammendata con compost per questi due parametri mostrava valori intermedi, comunque, significativamente superiori rispetto al test. In seguito al minor assorbimento di potassio e alla nota relazione di antagonismo tra i cationi potassio e magnesio, la tesi testimone fa rilevare valori statisticamente più elevati di magnesio fogliare. Entrambe le tesi

ammendate, inoltre, presentano generalmente una maggior concentrazione di zolfo e ferro rispetto al test. L'analisi dei dati produttivi di tutti i vigneti dimostra che nessun effetto generale sulla produttività è imputabile alle diverse forme di ammendamento. Solo dall'elaborazione effettuata per vigneto si evidenzia qualche effetto specifico.

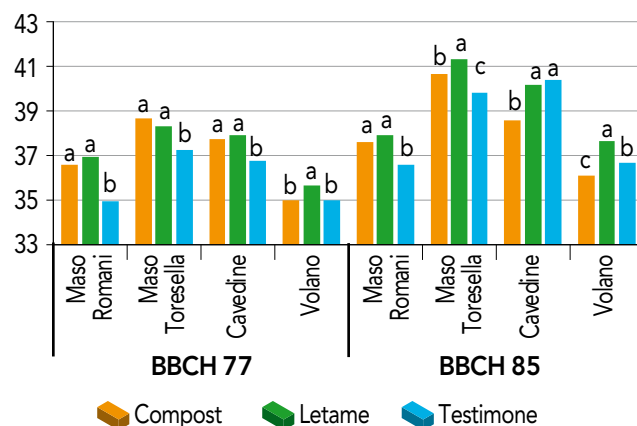
In primo luogo a Maso Romani le piante non ammendate hanno prodotto significativamente di più rispetto a quelle ammendate (3,26 kg/pianta contro i 2,35 e 2,48 kg/pianta delle te-

GRAFICO 2 - Valori medi dell'indice NDVI nel triennio, distinti per vigneto e data di rilievo



n.s. = non significativo. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) = indice di vegetazione normalizzato. A lettere differenti corrispondono medie statisticamente diverse entro la stessa data.

GRAFICO 3 - Valori medi dell'indice SPAD nel triennio, distinti per vigneto e data di rilievo



SPAD = indice del contenuto di clorofilla. BBCH 77 = fase chiusura grappolo. BBCH 85 = fase post-invaiaitura. A lettere differenti corrispondono medie statisticamente diverse entro la stessa data.

Sia a Maso Romani sia a Maso Toresella, i valori delle medie triennali di NDVI sono risultati superiori per le tesi ammendate rispetto al testimone aziendale.

Sia a Maso Romani sia a Maso Toresella, i valori delle medie triennali di SPAD sono risultati superiori per le tesi ammendate rispetto al testimone aziendale.

TABELLA 2 - Valori medi dei parametri qualitativi in relazione alle tesi Masi Romani e Toresella

Parametro	Significatività	Tesi		
		compost	letame	testimone
Maso Romani				
Zuccheri (°Brix)	n.s.	20,07	20,01	20,2
pH	n.s.	3,34	3,36	3,32
Acidità titolabile (g/L)	***	5,22 b	5,62 a	4,46 c
Acido malico (g/L)	***	2,84 b	3,34 a	2,06 c
Acido tartarico (g/L)	*	4,44 b	4,34 b	4,74 a
Ione potassio (g/L)	*	1,47 ab	1,54 a	1,39 b
APA (mg/L)	n.s.	70	73	69
Maso Toresella				
Zuccheri (°Brix)	*	19,90 a	18,55 b	19,40 ab
pH	***	3,28 a	3,32 a	3,22 b
Acidità titolabile (g/L)	**	7,82 b	8,46 a	7,21 b
Acido malico (g/L)	***	3,88 b	4,87 a	3,14 c
Acido tartarico (g/L)	*	7,80 a	7,64 ab	7,51 b
Ione potassio (g/L)	***	1,74 a	1,84 a	1,51 b
APA (mg/L)	*	308 ab	333 a	274 b

Significatività statistica: n.s.= non significativo; * ** e *** riportano rispettivamente significatività per $p \leq 0,05$, $p \geq 0,01$, $p < 0,01$ e $p \geq 0,001$, $p < 0,001$ (test di Tukey).

A Maso Romani l'acidità totale è risultata significativamente minore nella tesi testimone, in confronto alle tesi ammendate. Gli effetti dei trattamenti ammendanti sulla qualità dei mosti a Maso Toresella hanno evidenziato una significativa minore gradazione zuccherina della tesi trattata con letame rispetto alle altre due tesi, nonché significativi innalzamenti dell'acidità dei mosti rispetto al testimone.

si compost e letame rispettivamente), mentre a Maso Toresella le piante di controllo presentavano pesi medi dei grappoli superiori (143 g contro i 127 g/grappolo delle tesi ammendate), ma un numero di grappoli inferiore, sicché la produttività era la medesima delle tesi ammendate. Le piante ammendate con letame hanno mostrato valori significativamente superiori di fertilità delle gemme rispetto a quelle non trattate.

Nei siti di Volano e Cavedine, invece, non è stata rilevata nessuna differenza. A tale proposito si rimarca che le tesi controllo dei Masi Romani e Toresella erano gestite con semina di essenze per sovescio e mulching a filari alterni; ciò può giustificare una spinta produttiva superiore di tale tesi nei confronti delle rispettive degli altri due vigneti.

Parametri qualitativi dei mosti

Per quel che riguarda i parametri qualitativi dei mosti, l'elaborazione dei dati d'insieme di tutti i vigneti mostra che le tesi ammendate tendono ad avere un'acidità superiore, in misura maggiore per la tesi letamata. L'apporto di letame, a fronte di un incremento di acidità, in seguito a un aumento dell'acido malico, determina altresì un incremento dello ione potassio. Tale dinamica, sebbene, in minor misura viene rilevata anche per la tesi ammendata con compost (dati non mostrati).

L'analisi dei dati qualitativi distinta per vigneto permette di evidenziare maggiori differenze a Maso Romani e a Maso Toresella (tabella 2).

In particolare a Maso Romani l'acidità totale è risultata significativamente minore nella tesi testimone, in confronto alle tesi ammendate che mostravano generalmente più elevati contenuti di acido malico e minori di tartarico nei confronti del test. I contenuti in ione potassio provenienti da piante trattate con letame sono risultati significativamente più elevati rispetto a quelli del controllo.

Gli effetti dei trattamenti ammendanti sulla qualità dei mosti a Maso Toresella hanno evidenziato una signifi-

ficativa minore gradazione zuccherina della tesi trattata con letame rispetto alle altre due tesi, nonché significativi innalzamenti dell'acidità dei mosti rispetto al testimone, più forte nel caso del letame e di minore entità nel caso del compost, comunque sempre superiore rispetto al testimone. Analogamente a quanto osservato a Maso Romani, il dato relativo al potassio nel mosto è risultato significativamente

minore nel controllo nei confronti delle tesi trattate con letame e compost. Tale effetto, in entrambi i vigneti, sembra riflettere comunque quanto evidenziato precedentemente in merito alle significative maggiori disponibilità di potassio (a livello fogliare e quindi anche a livello di pianta) riscontrate nelle tesi ammendate rispetto al testimone. Per quanto riguarda l'azoto prontamente assimilabile a Maso Toresella, va evidenziato che il trattamento con letame ha provocato un significativo innalzamento dei valori nei confronti del testimone, mentre quello con compost ha mostrato valori intermedii. Questi dati riflettono coerentemente le maggiori disponibilità di azoto in pianta registrate attraverso l'analisi fogliare, dei più elevati livelli di SPAD e di biomassa fotosinteticamente attiva misurati nelle tesi ammendate. Nel vigneto di Cavedine nessuna differenza qualitativa è stata riscontrata, mentre a Volano solo l'acido malico è risultato significativamente inferiore nella tesi controllo, in confronto alla tesi ammendata con letame.

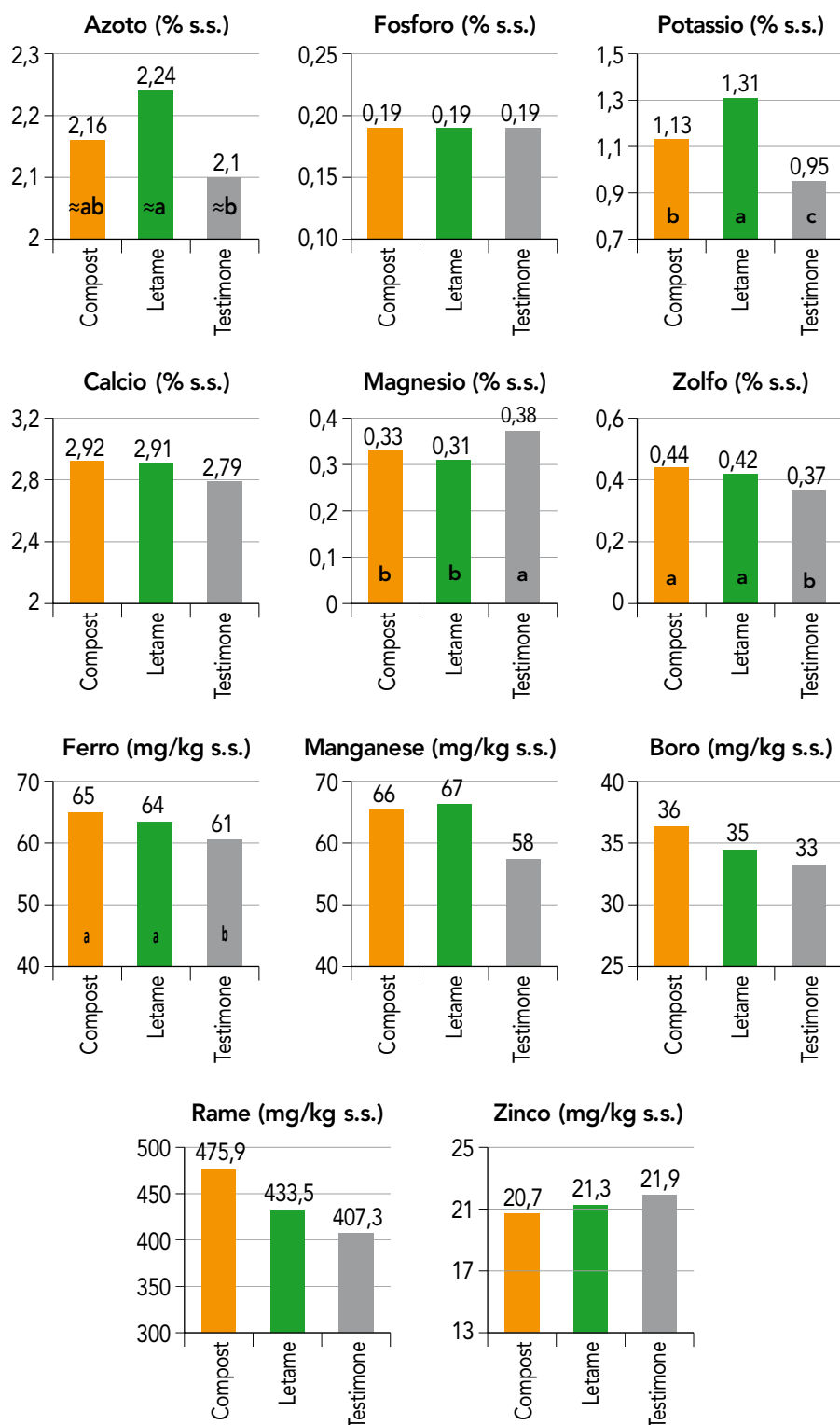
Qualità biologica e ammendanti

L'effetto dell'ammendamento sulle caratteristiche chimiche dei suoli è stato quello di un incremento significativo del contenuto di fosforo, potas-



Vigneti del Maso Toresella, nei pressi del lago di Toblino (Trento)

GRAFICO 4 - Valori medi triennali degli elementi di fertilità fogliare di tutti i vigneti in relazione alle tesi



≈ = quasi significativo; indica che è appena sopra la significatività per P = 5%.
A lettere differenti corrispondono medie statisticamente diverse.

La tesi ammendata con letame ha presentato valori di azoto al limite della significatività statistica e potassio fogliare significativamente più elevati rispetto alla tesi testimone, mentre quella ammendata con compost per questi due parametri mostrava valori intermedi, comunque, significativamente superiori rispetto al test.

sio e magnesio e di nessuna variazione in termini quantitativi di sostanza organica e azoto nelle tesi ammendate rispetto a quelle testimoni.

L'effetto sulla qualità biologica è solo tendenziale e riferirebbe, comunque, di una miglior prestazione ecologica dei vigneti ammendati con letame, come indicato da diversi indici di biodiversità.

Per quanto riguarda invece la dinamica degli elementi nutritivi, il quadro che emerge evidenzia che l'impiego periodico di ammendanti, in particolare di letame maturo, è in grado di surrogare le concimazioni minerali per apportare elementi nutritivi al suolo, incrementandone addirittura il tenore rispetto alla tesi controllo sia per macroelementi (N, P, K) sia per microelementi (Mn, Fe, B). Questo avviene tramite un apporto netto dall'ammendante, ma anche in seguito alla decomposizione della sostanza organica, che determina la produzione di composti acidi funzionali a diminuire il pH che, soprattutto nei terreni sub-alcalini, risulta particolarmente utile al fine di aumentare la solubilità dei metalli quali ferro, manganese, zinco, ecc.

In senso generale la produttività delle tesi ammendate è risultata pari, e in certi casi superiore, rispetto al confronto con le fertilizzazioni aziendali, a fronte di un risultato sulla qualità dei mosti che sembra suggerire più un quadro di ritardo di maturazione, compatibile con i parametri vegetativi, che di vera differenza qualitativa.

**Stefano Pedò, Duilio Porro
Andrea Cristoforetti, Daniela Bona
Marco Cristiano, Cersosimo Ippolito
Roberto Zanzotti**

Centro trasferimento tecnologico
Fondazione Edmund Mach
S. Michele all'Adige (Trento)

Diego Trainotti
Cavit s.c.
Ravina (Trento)

Si ringrazia Cavit s.c. di Ravina (Trento) per il supporto e la collaborazione forniti.

Mari F. (2017) - Evoluzione della domanda di fertilizzanti in Italia. *L'Informatore Agrario*, 25: 11-16.

Mescalchin E., Zanzotti R., Gobber M., Bertoldi D., Tonioli F., Conte L. (2014) - La sostanza organica nei suoli vitati trentini: evoluzione e sostenibilità. *L'Enologo*, 5: 75-80.

L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.