



LA SOSTANZA ORGANICA NEI SUOLI VITATI TARENTINI: EVOLUZIONE E SOSTENIBILITÀ

La diffusione dell'inerbimento permanente, dove le condizioni idriche lo consentono, ha contribuito a migliorare gli apporti di sostanza organica al suolo, ma non risulta sufficiente a compensare le annuali perdite per mineralizzazione cui va incontro la frazione organica del terreno. I rilievi effettuati in Trentino confermano l'impossibilità di mantenere stabile il contenuto di humus nel vigneto senza l'apporto di fertilizzanti organici.



Di
Enzo Mescalchin
Roberto Zanzotti
Marino Gobber
Daniela Bertoldi
 Centro Trasferimento Tecnologico FEM,
 San Michele all'Adige (TN)

Fabio Tonioli
 Valli del Sarca Sca

Luca Conte
 Consulente in agricoltura biologica

(Da sinistra: Enzo Mescalchin e Roberto Zanzotti)

INTRODUZIONE

■ La coltivazione della vite nella generalità del nord Italia è stata caratterizzata negli ultimi tre decenni dalla progressiva diffusione dell'inerbimento permanente dell'interfilare mentre nel sottofila l'erba viene controllata col diserbo o con lavorazioni meccaniche. Questa situazione rappresenta un innegabile vantaggio rispetto alle modalità di gestione del suolo praticate negli anni '80, quando era ancora diffusa la lavorazione dell'intera superficie. La pratica del diserbo totale, adottata ad esempio in Francia nello stesso periodo, non ha invece mai trovato molto seguito né in Trentino

né in altre zone dell'Italia settentrionale (Mescalchin et al. 2009a). L'inerbimento permanente dei vigneti, dove la disponibilità idrica lo permette, è ritenuto utile perché protegge il terreno dall'erosione, consente una migliore transitabilità con i mezzi meccanici, limita il compattamento provocato dal passaggio delle macchine, migliora l'arieggiamento con l'azione degli apparati radicali, rende possibile una migliore trattenuta delle precipitazioni, aumenta la biodiversità e apporta sostanza organica, contribuendo a ripristinare la frazione organica annualmente mineralizzata e migliorando l'attività microbiologica del suolo (Valenti et al. 2012). Altri vantaggi dell'inerbimento

sono la diminuzione delle clorosi nei terreni calcarei (Bavaresco et al. 2010) e la minore incidenza di danni da gelate invernali poiché un terreno inerbito gela meno in profondità.

■ In questo articolo si vuole verificare se la gestione del vigneto applicata correntemente negli ultimi 30 anni sia realmente "sostenibile", ovvero capace di mantenere almeno in pareggio il bilancio della sostanza organica dei terreni vitati. Per rispondere a questo interrogativo si è operato su 63 vigneti già oggetto di monitoraggio nel 1980 e coltivati a vite senza interruzione fino al 2011, valutando gli effetti sulla sostanza organica della gestione del suolo nel trentennio intercorso.



LA SITUAZIONE DEL 1980

■ Nel 1980, il 55% dei suoli campionati era lavorato, il 40% era inerbito e solo sul 5% della superficie si praticava il diserbo totale (Fig. 1), che prevedeva prima il sistematico utilizzo di prodotti residuali e dissecanti e negli anni successivi del Glifosate. Questa ripartizione nelle modalità di gestione del suolo nella viticoltura degli anni '80 si può ritenere rappresentativa della realtà trentina. La Fig. 2 bene evidenzia l'inevitabile maggiore mineralizzazione della sostanza organica che le lavorazioni comportavano rispetto ai suoli inerbiti mentre nel caso dei pochi vigneti diserbati integralmente il contenuto di sostanza organica risultava più basso (2,3%), sia rispetto ai suoli lavorati (3,1%) che a quelli inerbiti (3,4%).

In quegli anni la viticoltura trentina era prevalentemente orientata a ottenere rese elevate, attorno ai 150 q.li/ha, a fronte dei 115 q.li/ha ca. degli anni più recenti e si sosteneva con periodici ricorsi a fertilizzazioni organiche con letame, la cui disponibilità era diffusa sul territorio. La modalità di fertilizzazione dei vigneti praticata nel 48% dei casi comprendeva (Fig. 3) una concimazione organica da sola (4%) o più frequentemente integrata con una concimazione minerale (44%). Nel 47% dei casi si ricorreva alla sola concimazione minerale e solo nel 5% dei vigneti non si effettuava nessuna fertilizzazione.

INCIDENZA DEL SISTEMA DI ALLEVAMENTO

■ La viticoltura trentina nel 1980 era caratterizzata dall'adozione generalizzata di sistemi di allevamento a pergola, con prevalenza, nel campione di riferimento, della pergola doppia (63% dei casi) rispetto alla semplice (Fig. 4). Si tratta di sistemi di allevamento relativamente espansi, che richiedono sestri di circa 2,8-3 metri tra le file nel caso della pergola semplice e di 5,0-5,5 per le pergole doppie. Questo comporta che nei vigneti a pergola inerbiti l'incidenza del sottofilare (diserbato o lavorato) risulta ridotta rispetto a sistemi di allevamento con file ravvicinate come le spalliere. Si veda a questo proposito la Tab. 1, redatta considerando una larghezza della fascia diserbata o lavorata di 70-

Fig. 1 - Confronto nella gestione del vigneto su un campione di 63 vigneti trentini (1980-2011)

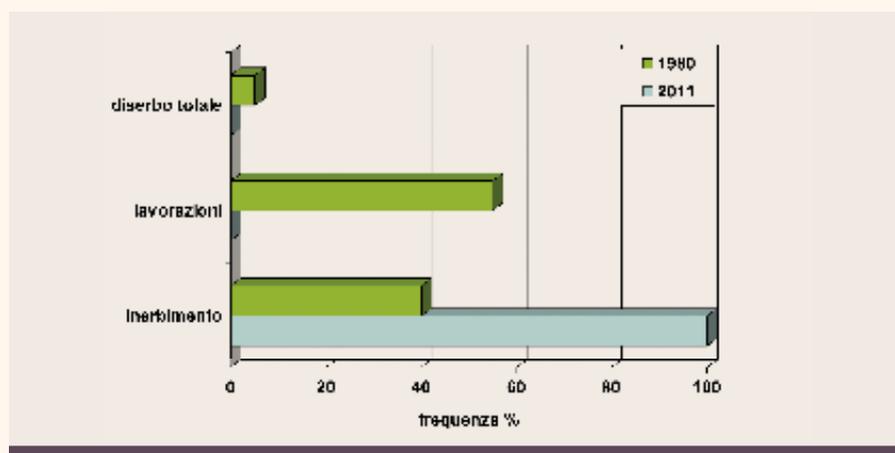


Fig. 2 - Confronto nel contenuto di sostanza organica su un campione di 63 suoli vitati trentini (1980-2011)

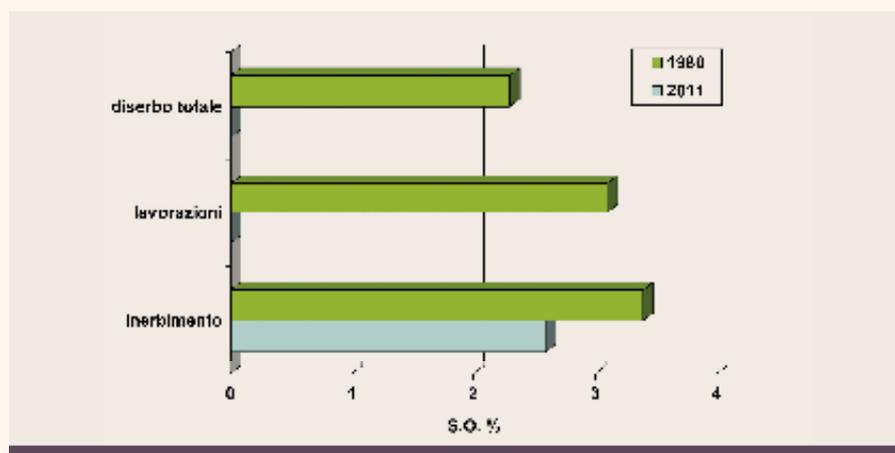
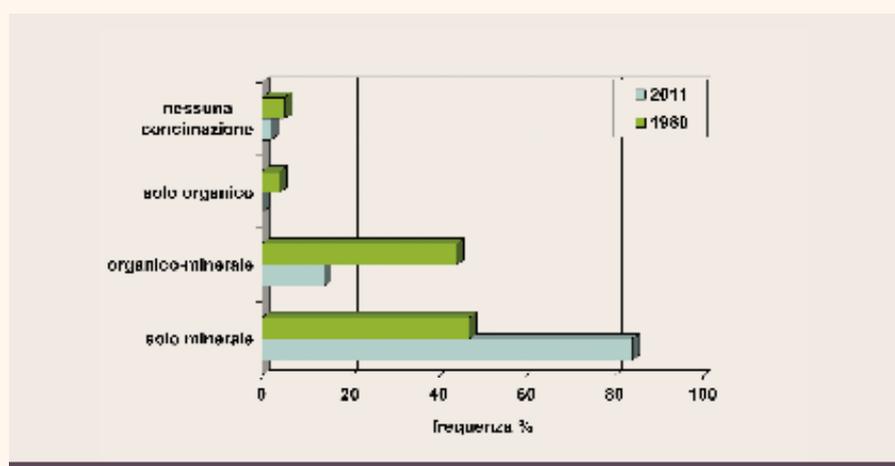


Fig. 3 - Confronto nella modalità di fertilizzazione del vigneto su un campione di 63 vigneti trentini (1980-2011)





80 cm, misura questa adottata comunemente. Si può osservare che anche nei vigneti inerbiti, se si controlla l'erba sul sottofilare, l'apporto di sostanza organica del prato è limitato a una porzione di superficie che, nel caso di sistemi di allevamento a spalliera, si riduce fino al 40%. La riduzione della fascia diserbata o lavorata a una larghezza di 50 cm consente peraltro di aumentare significativamente la sostanza organica prodotta dall'erba.

LA SOSTANZA ORGANICA NEL 1980

■ Nel 1980 nella viticoltura trentina la gestione del suolo era prevalentemente costituita dalla lavorazione (55%) o dall'inerbimento (40%), con un frequente ricorso a sole fertilizzazioni chimiche (47%) o ad apporti di fertilizzanti organici, quasi sempre con integrazioni minerali (44% dei casi). Il contenuto medio di sostanza organica allora rilevato nei primi 30 cm di profondità del suolo era mediamente pari al 3,2%. Altri dettagli sui risultati del campionamento dei terreni nel 1980 sono riportati nella Fig. 5.

LA SITUAZIONE DEL 2011

■ La situazione, verificata sugli stessi suoli nel 2011, a 31 anni di distanza, è radicalmente diversa. Il 100% dei vigneti risulta infatti inerbito in permanenza sull'interfilare (Fig. 1) mentre il filare viene lavorato o diserbato. A fronte della presenza dell'inerbimento sulla totalità dei vigneti si può osservare tuttavia che nell'84% dei casi non viene più apportata sostanza organica e si utilizzano solo concimi minerali (Fig. 3), a causa della scomparsa della zootecnia dalle zone viticole ma anche nella convinzione che il contributo dell'erba, sommato agli apporti dei tralci e delle foglie, sia sufficiente a mantenere il bilancio della sostanza organica in equilibrio. Ma i dati non confermano tale convincimento.

LA SOSTANZA ORGANICA NEL 2011

■ Negli ultimi 31 anni, infatti, il contenuto medio di sostanza organica è passato dal 3,2% al 2,6% (Fig. 5). In dettaglio il conte-

Tab. 1 - Incidenza percentuale del sottofilare in funzione della distanza tra le file

Distanza tra le file	Sistema di allevamento	Incidenza % del sottofilare	
		larghezza 70-80 cm	larghezza 50 cm
5,5	Pergola doppia	13-15	9
5,0	Pergola doppia	14-16	10
3,0	Pergola semplice	23-27	17
2,8	Pergola semplice	25-29	18
2,2	Spalliera	32-36	23
2,0	Spalliera	35-40	25

Fig. 4 - Evoluzione del sistema di allevamento su un campione di 63 vigneti trentini (1980-2011)

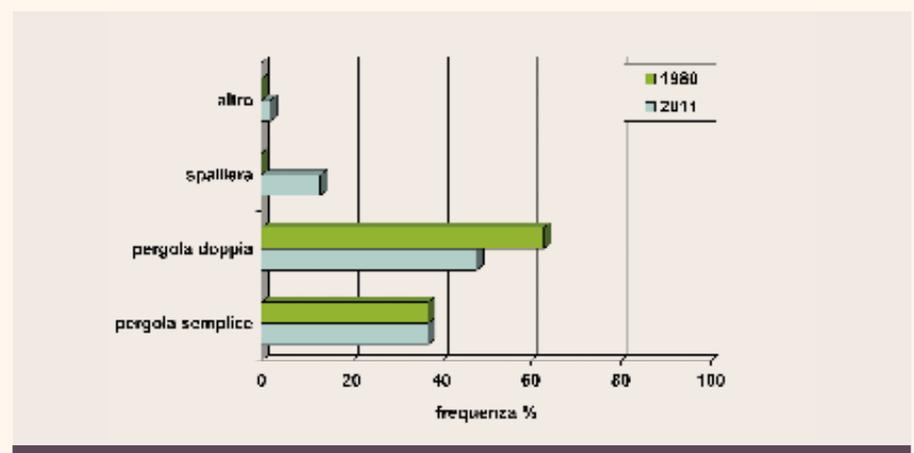
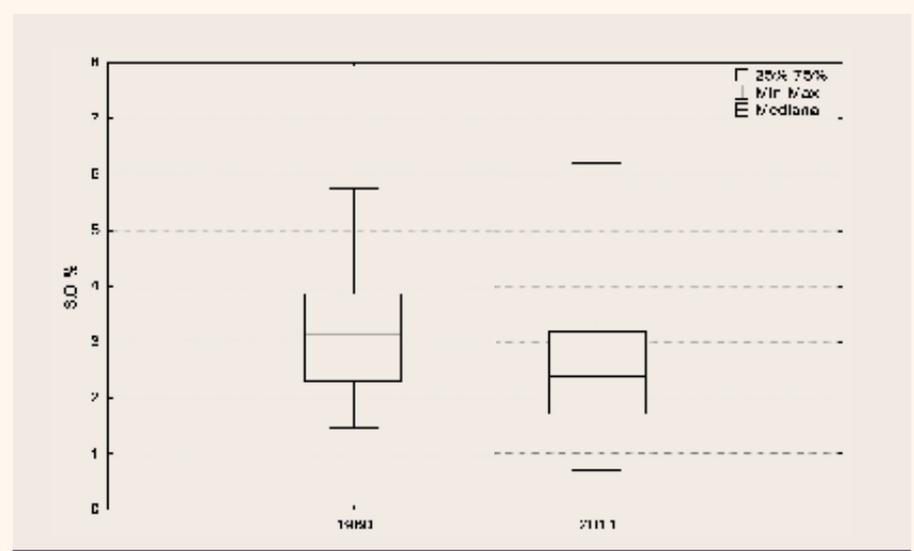


Fig. 5 - Evoluzione del contenuto di sostanza organica su un campione di 63 suoli vitati trentini (1980-2011)





Tab. 2 - Variazione del contenuto percentuale di sostanza organica in 63 vigneti trentini rilevata nel 2011 rispetto ai dati relativi agli stessi vigneti nel 1980

Entità della variazione	Numero casi	% Casi	Variazione media
Maggiore di +1%	5	10	+1,9%
Tra +0,3% e +1%	5	8	+0,5%
Tra +0,3% e -0,3%	14	22	-0,01%
Tra -0,3% e -1%	17	27	-0,7%
Minore di -1%	21	33	-1,8%

Tab. 3 - Esempio di calcolo delle perdite annue di humus dovute a mineralizzazione

Densità apparente terreno medio impasto	1,25 kg/dm ³
Volume/ha per 40 cm profondità	4.000.000 dm ³
Peso suolo corrispondente	5.000.000 kg
Peso sostanza organica nei 40 cm (2,2%)	110.000 kg
Peso sostanza organica mineralizzata/anno (1,8%)	1.980 kg

nuto di sostanza organica è aumentato nel 18% dei 63 vigneti considerati, è rimasto pressoché costante nel 22% dei casi mentre è diminuito nel 60% dei vigneti (Tab. 2). Sono considerati stabili i valori che nel trentennio sono variati di \pm lo 0,3%.

ELEMENTI DI RIFLESSIONE

■ Il confronto 1980-2011 risente naturalmente di alcuni fattori di debolezza legati al lungo intervallo trascorso tra i 2 campionamenti; esso pone tuttavia legittimi dubbi sul fatto che l'attuale gestione dei vigneti - basata sull'inerbimento dell'interfilare e sul controllo delle erbe sul filare sia sufficiente a far fronte all'annuale mineralizzazione cui va incontro la sostanza organica. Alcune osservazioni forniscono ulteriori elementi di riflessione. Le coperture vegetali che si riscontrano nel vigneto sono costituite prevalentemente da graminacee a ridotto sviluppo vegetativo che, meglio di altre essenze, sopportano il calpestamento e resistono alla pacciamatura. L'apporto di sostanza organica di questa tipologia di inerbimento spontaneo permanente nella situazione del Trentino ammonta a cir-

ca 0,4-0,6 kg di ss/m² (questo tipo di erba se sfalciata fresca ha circa il 77% di umidità). Va inoltre ricordato che col progressivo passaggio dalle pergole semplici o doppie alle spalliere (che interessano circa il 50% dei rinnovi in Trentino) la striscia diserbata o lavorata, anche a parità di larghezza, rappresenta una porzione di terreno crescente (Tab. 1).

BILANCIO DELLA SOSTANZA ORGANICA

■ A seguito di queste osservazioni, si ritiene utile presentare un esempio di calcolo del bilancio annuo del contenuto di sostanza organica di un terreno vitato determinato in base a condizioni rilevate in Trentino che possono essere considerate comuni a buona parte dei vigneti dell'Italia settentrionale. In premessa va ricordato, facendo nostra una osservazione di Costantini (1995), che sostanza organica e humus riferiti ad un suolo non sono sinonimi, "ma le differenze, ai nostri fini, sono trascurabili". Per impostare il bilancio della sostanza organica viene preliminarmente determinato il peso specifico del suolo. La generalità dei vigneti considerati nell'indagine possono essere considerati di medio impa-

sto. Presentano infatti circa il 50% di sabbia, 40% di limo e 10% di argilla. In questa situazione la densità apparente è di circa 1,2-1,3 kg/dm³. Sempre utilizzando i dati del campione analizzato si considera che nei primi 30 cm la sostanza organica rilevata è stata pari a 2,6%, e si stima che sia dell'1% nello strato tra 30 e 40 cm. Ne risulta un contenuto medio di sostanza organica del 2,2% nei primi 40 cm di suolo, che corrispondono alla profondità nella quale la presenza di radici della vite è maggiore. Il calcolo delle perdite di sostanza organica dovuto alla mineralizzazione risulta relativamente semplice seguendo la Tab. 3 e viene presentato a titolo puramente indicativo, dovendosi considerare i singoli casi aziendali. Il coefficiente di mineralizzazione, che esprime la quota annua di humus che viene persa dal suolo, tende a diminuire con la profondità ed è stimato a 2% nello strato più superficiale e a 1,5 nello strato più profondo, con un valore medio di 1,8% (Monico, 1981; Costantini, 1995 e 2005; Soltner, 2005).

■ Su un ettaro di vigneto, in base all'esempio riportato la perdita annua di humus, che rappresenta la parte passiva del bilancio, è circa 1.980 kg. Gli apporti, ovvero la parte attiva del bilancio, sono costituiti dalle parti vegetali della vite che tornano al suolo, in particolare foglie e tralci. Secondo Monico (op. cit.) le foglie di vite che cadono al suolo apportano circa 1.250 kg di sostanza secca con un coefficiente di trasformazione in humus (definito coefficiente isoumico e indicato con K_i) pari al 10%. Per Champagnol (1980) il coefficiente di trasformazione in humus delle foglie è maggiore (0,3), mentre Fregoni (2005) stima in 0,2-0,4 ton/ha di humus l'apporto delle foglie al bilancio della sostanza organica nel vigneto. Utilizzando dati elaborati su vigneti trentini, si è stimata in 23 q.li/ha la produzione di foglie (peso fresco) che corrispondono a circa 8 q.li di sostanza secca considerando un vigneto a spalliera. Applicando un coefficiente isoumico di 0,15 si ottiene un apporto stimato di 120 kg humus/ha/anno, molto simile a quello indicato da Monico per la Svizzera.

■ Per un vigneto a pergola il quantitativo stimato di foglie fresche è pari a circa 54 q.li corrispondenti a 19 q.li di sostanza secca. Con questo sistema di allevamento l'apporto in sostanza organica da parte delle foglie risulta più che doppio rispetto a quello della



spalliera. I tralci (Fasolo Fabbri Malavasi et al. 1983; Mescalchin et al. 2009b) variano da 25 a 35 q.li/ha di sostanza fresca, col 47-50% di umidità che corrisponde a circa 12,5-17,5 q.li/ha di sostanza secca, con un coefficiente isoumico del 30%.

■ I tralci compensano quindi una quota di humus variabile da 375 a 525 kg/ha. Nel caso in esame si considera un apporto di 450 kg/ha. La restituzione da parte della vegetazione ammonta quindi a circa 120 + 450 = 570 kg/ha per un impianto a spalliera. L'apporto dell'inerbimento permanente, considerando una produzione di erba nei 2 sfalci di 0,5 kg/m² di sostanza secca e una copertura vegetale che interessa circa il 65-80% della superficie vitata in funzione del sistema di allevamento, è pari a circa 3.750 kg/ha di sostanza secca con un coefficiente isoumico del 10% nel caso di erba sfalciata fresca e del 20% con tagli ritardati e steli più maturi. Nella generalità delle situazioni verificate in Trentino si considera un coefficiente isoumico per il prato del 15%. L'inerbimento permanente in un ettaro di vigneto comporta quindi una restituzione in humus di circa 600 kg per un vigneto a pergola, che scendono a 490 nel caso di un vigneto a spalliera. L'apporto delle vinacce, che non sempre tornano al suolo, comporterebbe una ulteriore restituzione di circa 200-250 kg/ha/anno di humus (Champagnol e Monico, op. cit.) che per Fregoni (op. cit.) possono variare da 100 a 400 kg. Anche l'utilizzo dei raspi in vigneto comporterebbe un ulteriore apporto di circa 50-100 kg di humus.

■ Nel bilancio per un vigneto a spalliera le perdite ammontano quindi a 1.980 kg/ha/anno di sostanza organica (humus) mentre gli apporti del vigneto inerbito variano da 1.189 a 1.867 kg/ha/anno in funzione della natura delle restituzioni (Tabb. 4/6) e risultano comunque insufficienti a mantenere inalterata nel tempo la dotazione di sostanza organica stabile del suolo. Inserendo il sovescio nella gestione del suolo, gli apporti aumentano (Costantini, 2005; Mescalchin et al., 2009) anche se non si raggiunge comunque la parità del bilancio. Nell'esempio si considera un apporto del sovescio di circa 0,7 kg s.s./m², dato che risulta dalla media di oltre 80 casi rilevati nei vigneti trentini negli anni 2009-2013. A questo vanno aggiunti altri 0,2 kg s.s./m² apportati dall'erba che si sviluppa da giugno a fine stagione, dopo lo sfalcio o la trinciatura

Tab. 4 - Possibili apporti di sostanza organica in un vigneto inerbito e sovesciato

Apporti annuali	
Caso 1	Foglie + tralci + inerbimento
Caso 2	Foglie + tralci + inerbimento + sovescio
Caso 3	Foglie + tralci + inerbimento + vinacce + raspi
Caso 4	Foglie + tralci + inerbimento + sovescio + vinacce + raspi

Tab. 5 - Esempio di calcolo degli apporti di sostanza organica in un vigneto inerbito con sottofilare lavorato (75 cm) allevato a spalliera (2.2 x 0.7), produzione 110 q.li/ha

	Materiale apportato				
	Tralci	Foglie	inerbimento*	sovescio**	vinacce
Quantità annua prodotta (q.li/ha s.s.)	15	8	33	28	4,8
Coefficiente isoumico (K _i)	0.3	0.15	0.15	0.17	0.4
kg/ha/humus/anno apportati	450	120	495	476+120 ***	192
kg/ha/humus/anno apportati dalle radici delle erbe (25% parte epigea)			124	149	

*calcolato su 6.600 m² - ** calcolato su 4.000 m² - ***al sovescio vanno aggiunti 120 kg dovuti all'erba che si sviluppa dopo l'eliminazione del sovescio autunno-primaverile (0,2 kg/m² s.s. x 4.000 m² x 0,15 coeff. isoumico)

Tab. 6 - Esempio di calcolo del bilancio della sostanza organica in un vigneto inerbito con sottofilare lavorato (75 cm) allevato a spalliera (2.2 x 0.7), produzione 110 q.li/ha

Tipo di apporti	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Foglie	120	120	120	120
Tralci	450	450	450	450
Inerbimento	619	310*	619	310*
Sovescio	-	745		745
Vinacce	-		192	192
Raspi	-		50	50
Totale apporti humus (kg/ha)	1.189	1.625	1.431	1.867
Totale perdite (kg/ha)	1.980	1.980	1.980	1.980
Differenza (kg/ha)	- 791	- 355	- 549	- 113

* nel caso sia presente il sovescio, l'apporto dell'inerbimento va ridotto del 50%

del sovescio, che nei nostri ambienti si verifica verso la metà di maggio. Sulla base di specifici rilievi condotti in Trentino nel 2013 è stato valutato anche l'apporto degli apparati radicali delle essenze erbacee, la cui inciden-

za risulta variabile in funzione della composizione del prato o del sovescio (Tab. 7). Ad esempio nel caso di prevalenza di sovesci a base di leguminose (veccia, favino) le radici consentono un incremento dal 6 al 19% di



Tab. 7 - Apporto in sostanza secca di alcune essenze da sovescio distinta in parte aerea e radici*

	Sostanza secca (gr/pianta)			Incremento % da considerare rispetto al peso della parte epigea
	Totale	Parte aerea	Radici	
Veccia	1,8	1,7	0,1	6
Facelia	1,9	1,7	0,2	12
Favino	7,0	5,9	1,1	19
Senape	4,7	3,9	0,8	21
Orzo	2,9	2,1	0,8	38
Triticale	4,0	2,2	1,8	82
Segale	4,0	1,9	2,1	111

* dati derivati da misurazioni su un totale di 555 piante singole delle diverse specie

Tab. 8 - Esempio di fertilizzazione organica integrativa finalizzata al pareggio del bilancio umico nella tipologia di gestione 3 della Tab. 6

Fonte di sostanza organica	s.s. (%)	K ₁	Quantità tal quale interrata (kg/ha/anno)	Resa in humus (kg/ha)
Letame bovino	25	0,35	5712	499
Compost *	50	0,35	2856	508
Stallatico **	80	0,30	2100	504

* la percentuale di sostanza secca del compost è molto variabile in funzione delle matrici da cui proviene e della gestione del compostaggio - ** miscela di letami compostati disidratati, disponibile sotto forma di pellets, scaglie, polvere

sostanza organica, mentre nel caso di graminacee da sovescio l'aumento da apportare al peso della parte epigea varia da 38% per l'orzo, 82% per triticale fino al 111% per segale. Ai fini del bilancio si è considerato un apporto medio degli apparati radicali del 25% applicato sia al sovescio che al prato permanente. Per semplicità il coefficiente isoumico delle radici rispetto alla parte aerea viene mantenuto costante al 15%.

■ Per pareggiare il bilancio, si rendono necessari apporti di sostanza organica (letame, compost o altri prodotti organici) con un buon coefficiente isoumico ($K_1 > 0,25$). I quantitativi variano in funzione dei residui vegetali della vite e delle altre matrici organiche che vengono reimmesse nel suolo. Un esempio su come ripristinare il pareggio del bilancio umico del vigneto nella gestione considerata al caso 3 della **Tab. 6** è riportato nella **Tab. 8**.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

■ Un confronto condotto a distanza di 31 anni su 63 suoli vitati trentini ha permesso di valutare una perdita di sostanza organica da 3,2 a 2,6%. Questa diminuzione rilevata nell'intervallo 1980-2011 conferma, pur nei limiti legati alle difficoltà di paragonare due situazioni viticole profondamente diverse, il rischio di impoverimento del patrimonio di humus dei terreni viticoli, che rappresenta la sola possibilità per salvaguardare la fertilità fisica, biologica e chimica del suolo nel lungo periodo. La diminuzione della sostanza organica nei suoli è legata al progressivo abbandono di fertilizzazioni organiche che non vengono compensate dall'inerbimento permanente che pure è diffuso sulla totalità dei vigneti trentini. La sola restituzione

al suolo di foglie, tralci e erba non consente di mantenere in pareggio il bilancio della sostanza organica di un vigneto nelle condizioni dell'Italia settentrionale. L'ulteriore apporto di vinacce e raspi non è sufficiente a compensare il disavanzo ma solo a ridurlo. Il sovescio rappresenta un'ulteriore fonte di sostanza organica che, associata al recupero di altre matrici organiche prodotte dal vigneto, permette di limitare la perdita di humus. Il sovescio autunno-primaverile infatti, pur applicato a filari alterni e dunque su metà circa della superficie, nelle condizioni dell'Italia settentrionale, consente di compensare circa il 40% dell'intero fabbisogno annuo di humus. Tra le possibili modalità di ripristino di buoni contenuti di humus occorre riconsiderare il ritorno a forme di fertilizzazione organica. ■

RINGRAZIAMENTI

Un doveroso ringraziamento a tutti i viticoltori e ai tecnici che hanno contribuito al campionamento dei suoli e in particolare ai colleghi dell'Unità Viticoltura della FEM.

BIBLIOGRAFIA

- Bavaresco L., Van Zeller M.J., Civardi S., Gatti M., Ferrari F. 2010. Sustainable methods to overcome lime-induced chlorosis in grapevine. *Am. J. Enol. Vitic.* 61, 186-190.
- Champagnol F., 1980. La matière organique des sols de vignes du Midi de la France. *Le Progrès agricole et viticole* 8, 161-173.
- Costantini E., 1995. Sostanza organica: conti e bilanci. *Agricoltura Biologica*, supplemento al Notiziario ERSA Friuli Venezia Giulia n. 5, 3-27.
- Costantini E., 2005. L'azoto, i sovesci e altro. *Bioagricoltura* 2, 25-29.
- Fasolo Fabbri Malavasi F., Mazza A., Dodi S., 1983. Caratteristiche energetiche dei residui di potatura. *Rivista Ortoflorofruitticoltura Italiana* 67, 271-284.
- Fregoni M., 2005. *Viticoltura di qualità*. Phytoline Editore, 670.
- Mescalchin E., Gobber M., Aldrighetti C. 2009a. Il sovescio migliora i terreni nei vigneti. *L'Informatore Agrario* 38, 57-60.
- Mescalchin E., Cristoforetti A., Magagnotti N., Silvestri S., Spinelli R. 2009b. Utilizzo dei residui di potatura della vite a fini energetici. *Fondazione E. Mach. S. Michele all'Adige (Trento)* ISBN 978-88-7843-028-0.
- Monaco P., 1981. Restitution de la matière organique en viticulture. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 13(5), 279-286.
- Soltner D., 2005. *Les bases de la production végétale*. Tome I. Le sol et son amélioration. *Collection Sciences et techniques agricoles (www.soltner.fr)*.
- Valenti L., Ghiglieno I., Bravi M., Tonni M., Mescalchin E., Zanzotti R., Secchi M., Pecetti L. 2012. Dalle lavorazioni all'inerbimento, vecchie certezze e nuove tendenze in vigneto. *L'Informatore Agrario* 26, 36-45. Tome I. Le sol et son amélioration. *Collection Sciences et techniques agricoles (www.soltner.fr)*.
- Valenti L., Ghiglieno I., Bravi M., Tonni M., Mescalchin E., Zanzotti R., Secchi M., Pecetti L. 2012. Dalle lavorazioni all'inerbimento, vecchie certezze e nuove tendenze in vigneto. *L'Informatore Agrario* 26, 36-45.