

FOCUS: SUOLO E AVVERSITÀ ABIOTICHE



La biomassa vegetale prodotta dagli erbai da sovescio è risultata in media 6,5 volte superiore rispetto all'inerbimento permanente, con effetti positivi sulla sostanza organica, indicatore di fertilità globale del suolo in quanto contribuisce a migliorarne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche

2021-2022, GARDA: EFFETTI DI DIVERSI MISCUGLI
ERBACEI SULLA FERTILITÀ DEL SUOLO

La sostenibilità **DELL'ECOSISTEMA VIGNETO** aumenta col sovescio

>> **R. Morelli, R. Zanzotti,
M. Chiusole, R. Maines, D. Bertoldi,
E. Collier, D. Prodorutti**

In un'ottica di valorizzazione delle risorse ambientali, paesaggistiche e alimentari, il progetto «Chaos: Mille1 modi di favorire e monitorare la sostenibilità degli agrosistemi», finanziato dal Gal GardaValsabbia2020 nell'ambito del Psr 2014-2020 della Regione Lombardia (Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle zone rurali), ha mirato a promuovere azioni integrate e multidisciplinari orientate al miglioramento della sostenibilità ambientale e della cultura rurale dei territori del Garda Bresciano e della Valle Sabbia.

Il progetto è nato dalla collaborazione tra la Fondazione Edmund Mach e le aziende biologiche Pratello e Mille1, situate nella zona collinare di Padenghe sul Garda (Brescia). Le tematiche af-

frontate hanno riguardato il miglioramento dei cicli produttivi in vigneto mediante l'utilizzo di pratiche agronomiche sostenibili, il mantenimento della fertilità, della qualità e della biodiversità dei suoli, il potenziamento della resilienza dei sistemi produttivi ai cambiamenti climatici, in un'ottica di agricoltura sempre più compatibile con i cicli naturali degli ecosistemi.

VANTAGGI DEL SOVESCIO

Il sovescio in viticoltura può avere numerosi vantaggi. Le colture di copertura riducono l'erosione del suolo, l'insolazione diretta e la perdita di acqua per evaporazione. Rallentano la mineralizzazione della sostanza organica e riducono la perdita di nutrienti, temporaneamente immobilizzati nella biomassa delle colture di

copertura e resi disponibili per le viti dopo lo sfalcio. Le leguminose presenti nei miscugli di sovescio aumentano l'azoto disponibile nel suolo. La fissazione del carbonio nella biomassa del sovescio contribuisce al sequestro della CO₂, riducendo l'effetto serra e aumentando la riserva di carbonio organico nel suolo. Il sovescio rappresenta, inoltre, una pratica agricola in grado di valorizzare la biodiversità epigea e ipogea, contribuendo al mantenimento dell'equilibrio dell'ecosistema.

Nell'ambito progettuale è stato valutato, mediante l'utilizzo di indicatori chimici e biologici, l'effetto del sovescio in:

- un vigneto giovane della varietà Rebo, con l'obiettivo di mantenere e incrementare la fertilità del suolo;

T.1

CONTENUTO DI NUTRIENTI E SOSTANZA ORGANICA (SOM) DEL SUOLO CAMPIONATO AL TEMPO ZERO (2020) E A FINE STUDIO (2022) NEL VIGNETO FORNACI (PADENGHE SUL GARDA - BS) (1)

	C		T1		T1+L		T2	
	2020	2022	2020	2022	2020	2022	2020	2022
SOM (g/kg)	29 ± 2	32 ± 2	30 ± 2 b	37 ± 4 a	29 ± 4	34 ± 2	32 ± 3	38 ± 5
N tot. (g/kg)	1,9 ± 0,2	2,2 ± 0,1	2,0 ± 0,1 b	2,3 ± 0,1 a	1,9 ± 0,3	2,2 ± 0,1	2,0 ± 0,1	2,4 ± 0,2
K scamb. (mg K₂O/kg)	133 ± 17	129 ± 10	183 ± 16 a	143 ± 4 b	150 ± 26	133 ± 9	194 ± 47	184 ± 10
Mg scamb. (mg MgO/kg)	215 ± 37	279 ± 49	257 ± 38	283 ± 22	203 ± 34 b	283 ± 13 a	238 ± 53	304 ± 44

(1) I valori sono riferiti alla sostanza secca. Lettere diverse (a, b) indicano differenze significative nel tempo all'interno di una stessa tesi. I valori rappresentano la media ± deviazione standard.

C = controllo con inerbimento spontaneo; **T1** = miscuglio di graminacee;

T1+L = graminacee + letame; **T2** = miscuglio ricco in leguminose.

L'AZOTO TOTALE DEL SUOLO, COSTITUITO IN PREVALENZA DA AZOTO ORGANICO È AUMENTATO STATISTICAMENTE NELLA TESI T1 NEL CORSO DELLA PROVA, MENTRE I VALORI MEDIAMENTE PIÙ ALTI RISCONTRATI PER LE ALTRE TESI DOPO DUE ANNI DI STUDIO NON SONO RISULTATI SIGNIFICATIVI

- un vigneto arido della varietà Chardonnay, con l'obiettivo di mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici sulla perdita di fertilità del suolo.

SOVESCIO E FERTILITÀ DEI SUOLI IN VIGNETO

Lo studio ha previsto la valutazione dell'effetto del sovescio sul mantenimento e sull'incremento della fertilità del suolo mediante l'utilizzo di indicatori chimici e biologici in vigneto. Il sito in esame è rappresentato da un vigneto biologico coltivato a Rebo, situato in una zona pianeggiante dell'azienda in località Fornaci. Nel biennio di studio 2021-2022 alcuni interfilari del vigneto sono stati seminati con due miscugli di sovescio autunno-primaverile: un mix ricco in graminacee, in grado di implementare la componente carboniosa del terreno (**tesi T1**) e un mix arricchito in leguminose, in grado di arricchire il terreno in azoto (**tesi T2**). In alcuni interfilari della tesi T1

è stato distribuito letame come fonte di nutrienti (**tesi T1+L**). Gli interfilari a inerbimento spontaneo sono stati utilizzati come controllo (**tesi C**).

La biomassa vegetale prodotta dagli erbai da sovescio è risultata in media 6,5 volte superiore rispetto all'inerbimento permanente al secondo anno di studio (*tabella 3*). Ciò si è tradotto in un effetto positivo sulla sostanza organica, indicatore di fertilità globale del suolo in quanto contribuisce a migliorarne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche. Diversamente dalle tesi C e T1+L, il sovescio ricco in graminacee e quindi in biomassa carboniosa (tesi T1) ha determinato un incremento significativo di sostanza organica in soli due anni, pari al 23%, e il mix della tesi T2 ha mostrato un aumento sensibile, seppure non significativo, di sostanza organica nello stesso intervallo di tempo (*tabella 1*).

L'azoto totale del suolo, costituito in prevalenza da azoto orga-



Analizzatore del flusso di anidride carbonica emessa dal suolo per la misura della respirazione

nico che, attraverso il processo di mineralizzazione della sostanza organica, viene progressivamente trasformato in azoto minerale utilizzabile dalle piante, è aumentato statisticamente nella tesi T1 nel corso della prova, mentre i valori mediamente più alti riscontrati per le altre tesi dopo due anni di studio non sono risultati significativi (*tabella 1*). L'incremento temporale di azo-



T.2 ATTIVITÀ ENZIMATICHE DEL SUOLO CAMPIONATO DOPO UNO (2021) E DUE (2022) ANNI DI STUDIO NEL VIGNETO FORNACI (PADENGHE SUL GARDA - BS)

Attività enzimatiche	Tesi	2021		2022	
		estate	autunno	estate	autunno
Idrolasi totale ($\mu\text{mol FDA/g s.s./ora}$)	C	80 \pm 21	102 \pm 3	85 \pm 7 b	107 \pm 5 b
	T1	96 \pm 11	108 \pm 6	100 \pm 12 ab	118 \pm 2 a
	T1+L	77 \pm 21	103 \pm 4	96 \pm 8 ab	112 \pm 5 ab
	T2	84 \pm 19	103 \pm 3	106 \pm 4 a	114 \pm 3 ab
β-glucosidasi ($\mu\text{mol pNP/g s.s./ora}$)	C	174 \pm 6	142 \pm 10	187 \pm 3	194 \pm 3
	T1	186 \pm 8	165 \pm 20	193 \pm 7	198 \pm 4
	T1+L	180 \pm 15	146 \pm 18	194 \pm 10	193 \pm 6
	T2	167 \pm 13	134 \pm 9	194 \pm 3	193 \pm 1
Fosfatasi acida ($\mu\text{mol pNP/g s.s./ora}$)	C	195 \pm 4	187 \pm 4 ab	186 \pm 5 b	201 \pm 7
	T1	194 \pm 6	177 \pm 6 b	190 \pm 1 ab	192 \pm 3
	T1+L	203 \pm 1	180 \pm 5 ab	202 \pm 4 a	199 \pm 2
	T2	195 \pm 3	189 \pm 1 a	189 \pm 3 ab	200 \pm 5
Fosfatasi alcalina ($\mu\text{mol pNP/g s.s./ora}$)	C	187 \pm 13	172 \pm 3	199 \pm 0	197 \pm 1
	T1	183 \pm 9	171 \pm 5	195 \pm 4	197 \pm 5
	T1+L	192 \pm 2	173 \pm 5	202 \pm 5	198 \pm 3
	T2	188 \pm 4	163 \pm 5	196 \pm 5	199 \pm 2
β-glucosaminidasi ($\mu\text{mol pNP/g s.s./ora}$)	C	37 \pm 3 b	61 \pm 5	49 \pm 3	47 \pm 4
	T1	50 \pm 5 ab	74 \pm 19	61 \pm 8	53 \pm 2
	T1+L	44 \pm 5 ab	58 \pm 5	53 \pm 12	48 \pm 4
	T2	51 \pm 6 a	62 \pm 9	50 \pm 3	57 \pm 6

Lettere diverse (a, b) indicano differenze significative nel tempo all'interno di una stessa tesi. I valori rappresentano la media \pm deviazione standard.

C = controllo con inerbimento spontaneo; **T1** = miscuglio di graminacee; **T1+L** = graminacee + letame; **T2** = miscuglio ricco in leguminose.

COMPLESSIVAMENTE IN SOLI DUE ANNI DI INDAGINE È STATO RISCONTRATO UN TENDENZIALE O SIGNIFICATIVO AUMENTO DELL'ATTIVITÀ BIOLOGICA DEI TERRENI SOVESCIATI RISPETTO AL CONTROLLO INERBITO. L'ATTIVITÀ IDROLASICA TOTALE NEL SECONDO ANNO DI PROVA HA MOSTRATO VALORI PIÙ ELEVATI DEL CONTROLLO NELLE TESI T1 E T2

to totale nella tesi T1 può essere attribuito all'aumento della sostanza organica e alla maggiore capacità dei microrganismi del suolo di organizzare l'azoto minerale fissato a livello delle radici delle leguminose presenti nel miscuglio, seppure in percentuale minore rispetto al mix della tesi T2.

Il potassio scambiabile è diminuito in maniera significativa nel suolo della tesi T1, sottolineando che si tratta di un elemento che viene sottratto temporaneamente al sistema da

parte della biomassa dell'erbaio, oltre che dalle viti. L'utilizzo dello stesso miscuglio abbinato al letame di cavallo (T1+L) ha compensato l'asportazione di potassio, mantenendosi stabile nel tempo. Nella stessa tesi ammendata, inoltre, il magnesio è aumentato dopo due anni, evidenziando la capacità degli ammendanti organici di fornire nutrienti (tabella 1).

ATTIVITÀ ENZIMATICA

Nel biennio di studio sono state monitorate alcune attività enzimatiche del suolo, indicatori di fertilità biologica in quanto responsabili dei processi di decomposizione della sostanza organica e di liberazione dei nutrienti.

Questi parametri danno indicazione sullo stato di salute dei suoli e rispondono rapidamente alle variazioni ambientali e alle tecniche colturali.

Complessivamente, in soli due anni di indagine è stato riscontrato un tendenziale o significativo aumento dell'attività biologica dei terreni sovesciati rispetto al controllo inerbito.

L'attività idrolasica totale nel secondo anno di prova ha mostrato valori più elevati del controllo nelle tesi T1 e T2.

L'attività β -glucosidasi e l'attività fosfatasica non hanno evidenziato particolari differenze tra tesi nel corso dello studio.

L'attività β -glucosaminidasi ha risposto in maniera signifi-

ATTIVITÀ BIOLOGICA DEL SUOLO (ATTIVITÀ ENZIMATICHE)

Grazie alla capacità di decomporre la materia organica morta, i microrganismi del suolo sono i principali responsabili della riconversione di sostanze organiche complesse in composti semplici ed elementi assimilabili dalle piante.

L'attività biologica dei microrganismi non è uniformemente distribuita nel suolo; esistono «hot spots» caratterizzati da attività particolarmente intensa, come siti di accumulo di materia organica o la rizosfera. L'attività microbica coinvolge una molteplicità di reazioni enzimatiche responsabili: dell'ossidazione dei composti organici con liberazione di CO₂ attraverso i processi respiratori; della degradazione di molecole complesse in molecole più semplici; della sintesi di molecole umiche.

Le varie specie di decompositori sono generalmente specializzate nella degradazione di un gruppo di sostanze organiche specifiche, per le quali hanno sviluppato appositi sistemi enzimatici. Substrati anche molto complessi vengono attaccati da particolari enzimi prodotti da batteri, funghi, radici, nonché dal tratto digerente di animali della pedofauna. **Il tessuto enzimatico del suolo risulta costituito da: enzimi intracellulari di cellule attive; enzimi legati alla superficie esterna delle cellule; enzimi associati a cellule quiescenti, come spore fungine, endospore batteriche, semi di piante; enzimi extracellulari, secreti da cellule attive o rilasciate nell'ambiente in seguito a lisi cellulare**, che vengono inglobate nei complessi argillo-umici e protette dalla degradazione microbica e dalla denaturazione termica, svolgendo la loro funzione anche in condizioni sfavorevoli per l'attività microbica.

Nonostante gli enzimi del suolo provengano anche da cellule vegetali,

essi sono in massima parte di origine microbica e, pertanto, la loro determinazione è stata assunta come indice di attività della microflora e di fertilità biologica del suolo. Le attività enzimatiche rispondono rapidamente ai cambiamenti ambientali e perciò sono considerate buoni indicatori precoci di modificazioni delle proprietà del suolo indotte dalle modalità di gestione.

L'attività idrolasica totale è legata alle attività demolitive di tipo idrolitico di funghi e batteri, indice del potenziale di rilascio di nutrienti da matrici organiche e accurato indicatore dell'attività eterotrofica totale dei microrganismi del suolo.

Le idrolasi sono in grado di idrolizzare il diacetato di fluorescina (FDA), pertanto questo composto viene utilizzato come substrato per la misura di questa attività enzimatica.

L'attività fosfatase è un indice del potenziale di mineralizzazione del fosforo organico. Le fosfatasi sono enzimi principalmente accumulati nel terreno e partecipano al ciclo del fosforo in quanto catalizzano il rilascio del fosfato o del pirofosfato da matrici organiche, rendendo l'elemento disponibile per la nutrizione minerale delle piante. L'attività β-glucosidase è operata dalle β-glucosidasi, enzimi chiave del ciclo del carbonio, che idrolizzano la sostanza organica liberando glucosio utile ai microrganismi come fonte energetica. Sono prodotte da piante, animali, funghi e batteri e si trovano accumulate nel terreno.

L'attività N-acetil-β-D-glucosaminidasi è relacionada alla mineralizzazione a lungo termine dell'azoto. Infatti, l'enzima coinvolto, una chitinasi, catalizza l'idrolisi della chitina, uno dei biopolimeri più abbondanti nel suolo e riconosciuta come frazione significativa dell'azoto legato all'humus.

microbica, che rappresenta l'insieme dei processi di decomposizione della sostanza organica. La respirazione cumulativa nel 2021 è risultata statisticamente maggiore nella tesi T2 rispetto al controllo inerbito (C), mentre le tesi col mix a prevalenza di graminacee (T1 e T1+L) pur non mostrando differenze significative sembravano esprimere valori di respirazione tendenzialmente maggiori rispetto a C.

Nel 2022, a causa della stagione molto arida, non sono risultate evidenti diversificazioni tra tesi (*grafico 1a*).

È, infine, stato valutato il grado di colonizzazione micorrizica arbuscolare dell'apparato radicale delle piante, al fine di monitorare lo stato fisiologico delle viti. I funghi interessati alla simbiosi appartengono all'ordine *Glomales* e contribuiscono a implementare l'assorbimento di acqua e nutrienti, soprattutto fosforo, da parte della pianta. I prelievi, effettuati in autunno del 2021 e del 2022, hanno interessato le radici più sottili delle viti, ovvero quelle maggiormente coinvolte nei meccanismi di assorbimento. L'indice e l'intensità di micorrizzazione calcolate hanno mostrato valori simili tra tesi e tendenzialmente bassi, indicando una buona fertilità del terreno del vigneto. Infatti, laddove i suoli sono ricchi di nutrienti in forma disponibile e hanno una buona capacità di ritenzione idrica la pianta non trae vantaggio dall'instaurare relazioni simbiotiche con organismi che, a loro volta, ricaverebbero biosintetati dall'organismo ospite.

DISPONIBILITÀ DI NUTRIENTI

La pratica del sovescio in vigneto ha contribuito all'incremento di sostanza organica del suolo e alla modulazione temporale della di-

cativa all'apporto al suolo della biomassa derivante dal miscuglio T2, già dopo soli due mesi dallo sfalcio del primo anno (*tabella 2*). Durante il ciclo vegetativo in vigneto è stata misurata la di-

namica della respirazione totale del suolo, come flusso di CO₂, che comprende tutti i processi ossidativi del suolo, ovvero la respirazione delle radici e della fauna edafica e la respirazione

T.3

**BIOMASSA VEGETALE SECCA (KG S.S./M²)
 PRODOTTA NEI VIGNETI FORNACI E BRUSADILI
 (PADENGHE SUL GARDA - BS)
 DALL'INERBIMENTO E DALLE COVER CROPS
 NELLE TESI DI STUDIO NEI DUE ANNI
 DI INDAGINE 2021-2022**

VIGNETO	TESI	2021	2022
FORNACI	C	0,12 ± 0,02	0,14 ± 0,02 c
	T1	0,12 ± 0,02	0,65 ± 0,06 b
	T1+L	0,13 ± 0,02	0,67 ± 0,12 b
	T2	0,15 ± 0,03	1,19 ± 0,14 a
BRUSADILI	C	0,09 ± 0,02 b	0,10 ± 0,02 b
	M1	0,52 ± 0,11 a	0,54 ± 0,11 a
	M2	0,43 ± 0,04 a	0,51 ± 0,05 a

Lettere diverse (a, b, c) indicano differenze significative nel tempo all'interno di una stessa tesi. I valori rappresentano la media ± deviazione standard. **C** = controllo con inerbimento spontaneo; **T1** = miscuglio di graminacee; **T1+L** = graminacee + letame; **T2** = miscuglio ricco in leguminose; **M1** = mix di graminacee arricchito in leguminose; **M2** = mix di graminacee, leguminose, brassicacee e borraginacee.

LA BIOMASSA VEGETALE PRODOTTA
 DAGLI ERBAI DA SOVESCIO È RISULTATA
 IN MEDIA 6,5 VOLTE SUPERIORE RISPETTO
 ALL'INERBIMENTO PERMANENTE
 AL SECONDO ANNO DI STUDIO

sponibilità di nutrienti per la vite. L'implementazione della pratica con matrici organiche può garantire l'apporto di nutrienti che vengono allontanati o temporaneamente sequestrati al sistema suolo. Lo studio ha dimostrato che il sovescio è in grado di conservare e/o incrementare l'attività biologica del suolo, in funzione delle condizioni meteorologiche e del contenuto di macro e microelementi, quali prodotti di reazione, componenti strutturali degli enzimi o cofattori enzimatici, a prescindere dal mix di sovescio. Complessivamente i sovesci hanno contribuito a migliorare e a mantenere la fertilità chimica e biologica del vigneto.

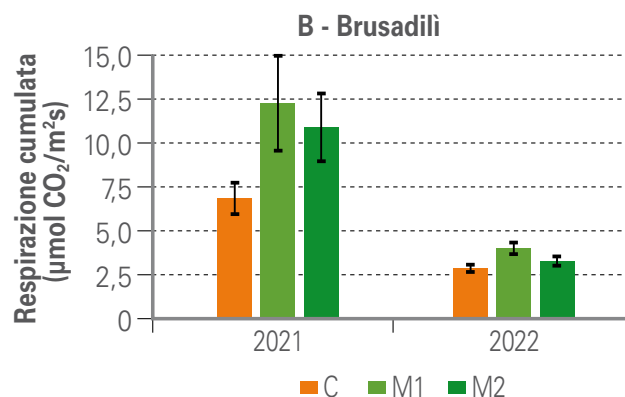
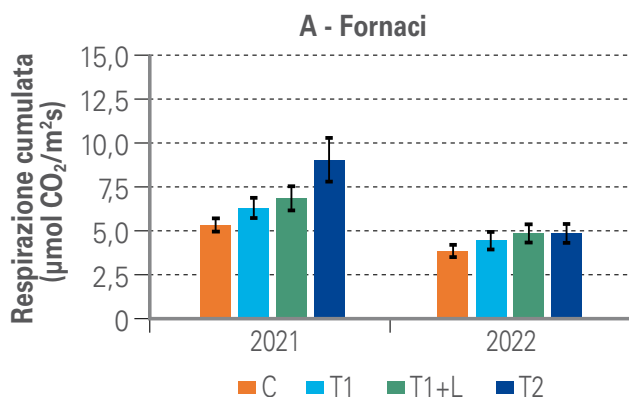
MITIGAZIONE E RESILIENZA DEI SUOLI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Una strategia testata nel corso di questo studio per mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici e aumentare la resilienza delle colture all'aridità è stata quella di impiegare cover crops/sovesci, allo scopo di ridurre l'insolazione diretta e l'evapotraspirazione del suolo e limitarne la perdita della qualità e della fertilità. L'appezzamento oggetto di studio è un vi-

Sovescio prossimo
 allo sfalcio

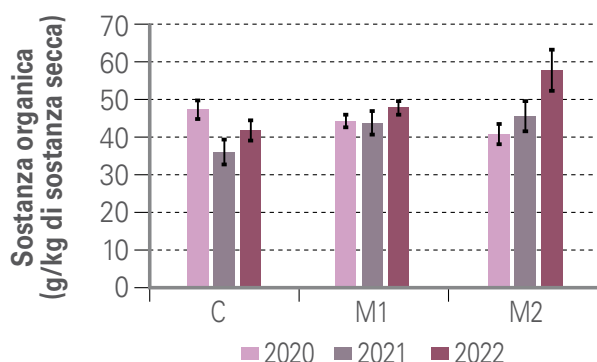


G.1 RESPIRAZIONE CUMULATA DEL SUOLO MONITORATA NELL'ARCO DELLA STAGIONE PRODUTTIVA 2021-2022 NEI VIGNETI FORNACI E BRUSADILI (PADENGHE SUL GARDA - BS)



I valori rappresentano la media ± deviazione standard. **C** = controllo con inerbimento spontaneo; **T1** = miscuglio di graminacee; **T1+L** = graminacee + letame; **T2** = miscuglio ricco in leguminose; **M1** = mix di graminacee arricchito in leguminose; **M2** = mix equilibrato.

G.2 CONTENUTO DI SOSTANZA ORGANICA DEL SUOLO CAMPIONATO AL TEMPO ZERO (2020) E NEL BIENNIO D'INDAGINE 2021-2022 NEL VIGNETO BRUSADILI (PADENGHE SUL GARDA - BS) (1)



(1) I valori sono riferiti alla sostanza secca. I valori rappresentano la media ± deviazione standard.

C = controllo con inerbimento spontaneo; **M1** = mix di graminacee arricchito in leguminose; **M2** = mix equilibrato.

PER LA TESI M2 SOVESCIATA È STATO EVIDENZIATO UN INCREMENTO SIGNIFICATIVO DI SOSTANZA ORGANICA IN DUE ANNI DI PROVA PARI AL 42%

gneto di Chardonnay situato in una zona collinare arida dell'azienda, in località Brusadili. Tra i filari del vigneto sono stati seminati due diversi miscugli di sovescio: un mix di graminacee arricchito in leguminose (**tesi M1**) e un mix equilibrato di graminacee, leguminose, brassicacee e borraginacee (**tesi M2**). Le due tesi sovesciate sono state confrontate con un

LA RESPIRAZIONE DEL SUOLO AUMENTA TENDENZIALMENTE O SIGNIFICATIVAMENTE NELLE TESI SOVESCIATE RISPETTO AL CONTROLLO INERBITO

controllo a inerbimento spontaneo (**tesi C**). Il suolo del vigneto aveva una bassa-moderata capacità di ritenzione idrica, un impasto franco-franco sabbioso, un'alta dotazione calcarea, una buona fertilità chimica in termini di disponibilità e riserva di nutrienti. La biomassa vegetale prodotta dagli erbai da sovescio è risultata significativamente più elevata nelle tesi M1 e M2 rispetto a C nel biennio di studio 2021-2022. Nonostante l'aridità della zona, la semina autunnale ha garantito condizioni ottimali di umidità e temperatura, assicurando un'adeguata crescita degli erbai da sovescio (*tabella 3*). Per valutare i cambiamenti relativi alle proprietà idrologiche del suolo dopo l'applicazione del sovescio è stata considerata a 20 cm di profondità l'Available water capacity (AWC), ovvero la quantità di acqua che può essere immagazzinata in un profilo del suolo ed essere disponibile per le colture in crescita.

Due anni di indagine non sono risultati sufficienti per riscontrare una variazione di questo parametro, che è risultato mediamente di 32 mm. Il contenuto di sostanza organica non ha mostrato variazioni temporali nella tesi C e nella tesi sovesciata con il miscuglio di graminacee arricchito in leguminose (M1), mentre per la tesi M2 sovesciata con un mix equilibrato è stato evidenziato un incremento significativo in due anni di prova pari al 42% (*grafico 2*). Questo risultato, confrontato con quello ottenuto

per il vigneto in pianura, evidenza che, a seconda delle condizioni ambientali e della tipologia di suolo, stessi miscugli possono generare risposte diverse. I sovesci non hanno contribuito ad aumentare o a diminuire la disponibilità dei nutrienti del suolo in vigneto e la presenza di leguminose non ha avuto un effetto di incremento dell'azoto.

SOVESCIO E SICITÀ

Per valutare l'effetto dei diversi mix di sovescio sulla fertilità biologica del suolo e sulla mitigazione della sua suscettibilità alla siccità è stata misurata la respirazione totale del suolo, indicatore biologico dell'attività metabolica. La respirazione cumulativa nel 2021 nelle tesi sovesciate M1 e M2 è risultata tendenzialmente più alta rispetto al controllo inerbato. Nel 2022 la tesi M1 ha espresso un flusso di CO₂ statisticamente maggiore rispetto al controllo e il mix M2 ha mostrato una situazione intermedia tra M1 e C (*grafico 1b*).

L'utilizzo del sovescio, seppur non mostrando variazioni nel breve periodo sull'idrologia del suolo, ha prodotto un effetto positivo sul sequestro di sostanza organica nel suolo e sull'attività biologica in soli due

anni di studio, implementando la fertilità del suolo, utile a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici e aumentare la resilienza degli agroecosistemi all'aridità.

**Raffaella Morelli, Roberto Zanzotti, Marco Chiusole
Romano Maines, Daniela Bertoldi, Emanuela Coller
Daniele Prodorutti**

Centro trasferimento tecnologico, Fondazione «E. Mach»
S. Michele all'Adige (Trento)

Gli autori ringraziano le aziende Pratello e Mille1 di Padenghe sul Garda e il dott. Simone Frusca (Coldiretti Brescia) per la collaborazione e per il sostegno nella realizzazione della ricerca.

Questa ricerca è stata finanziata dal Gal GardaValsabbia2020 nell'ambito del Psr 2014-2020 della Regione Lombardia (Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle aree rurali).

BIBLIOGRAFIA

Burns R.G. (1982) - Enzyme activity in soil: location and a possible role in microbial ecology. *Soil Biol. Biochem.*, 14: 423-427.

Nannipieri P, Greco S., Dell'Agnola G. e Nardi S. (1990) - Ciclo della sostanza organica nel suolo, aspetti agronomici, chimici, ecologici e selvicolturali. Patron (Ed).

Dick R.P. (1994) - Soil enzyme activities and indicator of soil quality. In: J.W. Doran et al. (ed.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Soil Science Society of America, Madison: 107-124.



www.viteevino.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.