

di ISABELLA GHIglieno¹, ANNA SIMONETTO¹, LUCA FACCIANO¹, MARTA DONNA¹, PIERLUIGI DONNA¹, MARCO TONNI², GIANNI GILLOLI¹ e LEONARDO VALENTI³

¹Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e Matematica, Università degli Studi di Brescia, - Agrofood Research Hub
²Sata Studio Agronomico
³Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano



Biodiversità del suolo a servizio del vigneto

La valutazione degli effetti delle pratiche di gestione del suolo sull'evoluzione della sostanza organica, qualità della biodiversità nel terreno, qualità del prodotto, uve e vino. Focus sui risultati relativi alle variabili QBS-ar e indici Shannon Funghi-Batteri

www.agronomisata.it

Per secoli la viticoltura è stata parte di un sistema agricolo multifunzionale che comprendeva campi coltivati, aree boscate e alberi da frutto con un conseguente elevato livello di biodiversità. Negli ultimi decenni la viticoltura, in linea con il settore agricolo, ha subito un'intensificazione guidata da un'elevata meccanizzazione. Nelle regioni di produzione viticola, spesso si assiste ad una consistente omogeneità e semplificazione dei paesaggi coltivati; la redditività dovuta alla denominazione,

infatti, incoraggia la conversione dell'uso del suolo dall'habitat naturale alla produzione di uva da vino (Stefanucci et al., 2018). La perdita sia dell'agro-biodiversità che degli ambienti naturali che circondano gli agroecosistemi può portare alla perdita di molteplici servizi ecosistemici, intesi come i benefici multipli forniti dagli ecosistemi, quali il supporto alla vita, la regolazione climatica-ambientale e l'approvvigionamento primario (Hassan et al., 2005). In questo contesto, la conservazione della biodiversità diviene fondamentale non solo per mantenere, o

umentare, la sostenibilità e la stabilità dei sistemi agricoli, ma anche per la produttività agricola e la conservazione della natura, oltre che per preservare il patrimonio biologico delle regioni viticole (Belda et al., 2017). Nei sistemi agricoli multifunzionali, la biodiversità fornisce importanti servizi ecologici, come il miglioramento della fertilità e della struttura del suolo, l'aumento della sostanza organica, lo stoccaggio del carbonio, la gestione e il controllo degli organismi indesiderati, la regolazione del ciclo idrologico e del microclima (Benedetti et al., 2013).

BIBLIOGRAFIA

Belda, I., Zarrasaindia, I., Peris, M., Palacios, A., Acedo, A., 2017. From Vineyard Soil to Wine Fermentation: Microbiome Approximations to Explain the "terroir" Concept. *Front. Microbiol.* 8. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5642-7_7

Benedetti, A., Dell'Abate, M.T., Napoli, R., 2013. Soil Functions and Ecological Services. In: Costantini, E.A.C., Dazzi, C. (Eds.), *The Soils of Italy, World Soils Book Series*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 179-203. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5642-7_7

Buerkert, A., Joergensen, R.G., Ludwig, B., Schlecht, E., 2012. Chapter 18 - Nutrient and Carbon Fluxes in Terrestrial Agro-Ecosystems. In: Marschner, P. (Ed.), *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition)*. Academic Press, San Diego, pp. 473-482. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00018-2>

Conti, F.D., 2015. *Conservation Agriculture and Soil Fauna: Only Benefits or also*.

Frampton, G.K., Jansch, S., Scott-Fordsmand, J.J., Römke, J., van den Brink, P.J., 2006. Effects of pesticides on soil invertebrates in laboratory studies: A review and analysis using species sensitivity distributions. *Environ. Toxicol. Chem.* 25, 2480-2489. <https://doi.org/10.1897/05-436R.1>

Hassan, R., Scholes, R., Ash, N., Condition, M., Group, T., 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group (Millennium Ecosystem Assessment Series)*.

Jeffery, S., Gardi, C., Jones, L., A., Montanarella, L., Marmo, L., Miko, L., Ritz, K., Peres, G., Römke, J., van der Putten, W.H., 2010. *European Atlas of Soil Biodiversity, Publications Office of the European Union*. European Commission, Luxembourg.

Luo, X., Wang, M.K., Hu, G., Weng, B., 2019. Seasonal Change in Microbial Diversity and Its Relationship with Soil Chemical Properties in an Orchard. *PLOS ONE* 14, e0215556. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215556>

Nunes, I., Jacquiod, S., Brejnrod, A., Holm, P.E., Johansen, A., Brandt, K.K., Priemé, A., Sørensen, S.J., 2016. Coping with copper: legacy effect of copper on potential activity of soil bacteria following a century of exposure. *FEMS Microbiol. Ecol.* 92, fww175. <https://doi.org/10.1093/femsec/fww175>

Parisi, V., 2001. La qualità biologica del suolo. Un metodo basato sui microartrropodi. *ACTA Nat. AITENO* 13, 105-114.

Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., Jacomini, C., Mozzanica, E., 2005. Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agric. Ecosyst. Environ.* 105, 323-333. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.02.002>

Shannon, C., Weaver, W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*.

Stefanucci, S., Graça, A., Novello, V., Belda, I., Carlos, C., Gautier, J., 2018. Functional biodiversity in the vineyard. *OIV Publications, 1st Edition*. OIV - International Organisation of Vine and Wine, Paris (France).

van Straalen, N.M., Verhoef, H.A., 1997. The Development of a Bioindicator System for Soil Acidity Based on Arthropod pH Preferences. *J. Appl. Ecol.* 34, 217-232. <https://doi.org/10.2307/2404860>

Wardle, D.A., Giller, K.E., 1996. The quest for a contemporary ecological dimension to soil biology. *Soil Biol. Biochem.* 28, 1549-1554. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(96\)00293-3](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(96)00293-3)

Biodiversità, indicatore della qualità dei suoli



FIGURA 1 - Campionamento per analisi microbiologica

Il suolo è la matrice ambientale dove si manifesta la maggiore diversità biologica terrestre: una porzione di suolo erboso in genere si stima supporti mediamente migliaia di specie di invertebrati (Wardle and Giller, 1996) e ancor più estesa è la diversità del microbiota del suolo, la cui composizione in specie è ancora in gran parte sconosciuta (Buerkert et al., 2012). Il suolo può presentare caratteristiche molto diversificate, sia per aspetti fisico-strutturali, come granulometria e tessitura, sia per altri chimico-biologici, come disponibilità idrica e di nutrienti; ne consegue che il sistema suolo può contenere un numero estremamente elevato di nicchie ecologiche che danno origine ad un elevato livello di biodiversità (Jeffery et al., 2010). Gli organismi nel suolo possiedono diversi gradi di interazione e adattamento alla vita tellurica che variano a seconda della specie e della parte di ciclo vitale trascorso nel suolo. La mag-

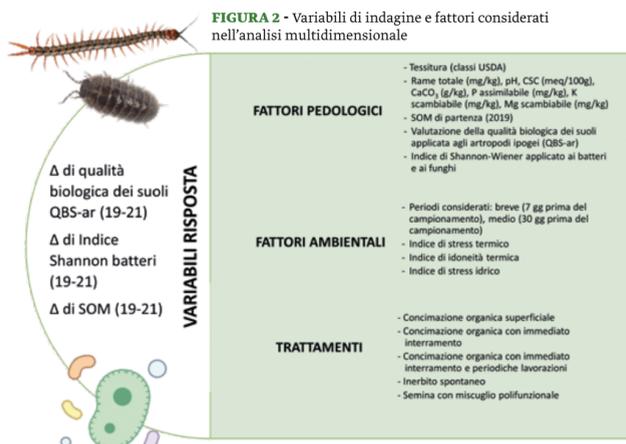
gior parte delle specie presenti nel suolo sono coinvolte nella decomposizione della sostanza organica, consumando tessuti vegetali (macro-fitofagi) o residui più fini insieme alla decomposizione operata da funghi e batteri (micro-fitofagi, fungivori, batterivori). La fauna edafica comprende un vasto numero di artropodi di cui alcuni gruppi sono meno rilevanti nelle funzioni ecologiche ma più sensibili a specifiche avversità e variazioni delle condizioni ambientali del suolo. La sensibilità delle comunità di artropodi edafici alle caratteristiche del suolo, quali il livello di sostanza organica, il contenuto idrico e la presenza di contaminanti, permette di correlare alla biodiversità della comunità degli artropodi il grado di vulnerabilità del suolo in cui essi vivono. Come già evidenziato, un'ulteriore componente di rilievo della biodiversità pedologica è data dal microbiota il quale svolge un ruolo fondamentale nel ciclo dei nutrienti. L'antagonismo di alcuni microrganismi

del Suolo basato sulla comunità di microartropodi (QBS-ar, Soil Biological Quality-artropod), ideato da Vittorio Parisi dell'Università degli Studi di Parma nel 2001 (Parisi, 2001). Il QBS-ar prende in analisi i microartropodi del suolo, appartenenti al phylum degli Arthropoda, aventi un range size compreso tra 0,2 e 2 mm, i quali sono suddivisi secondo le loro differenze biologiche. Il QBS-ar si basa sul principio che il numero di gruppi di microartropodi ben adattati al suolo sia elevato nei suoli caratterizzati da buona "qualità" (intesa come buona stabilità, alto contenuto di sostanza organica e buon livello di biodiversità); permettendo quindi di correlare alla biodiversità della comunità degli artropodi il grado di vulnerabilità del suolo in cui essi vivono. Come già evidenziato, un'ulteriore componente di rilievo della biodiversità pedologica è data dal microbiota il quale svolge un ruolo fondamentale nel ciclo dei nutrienti. L'antagonismo di alcuni microrganismi

Biodiversità, la valutazione multidimensionale del progetto F.A.Re.Su.BIO

Il progetto F.A.Re.Su.BIO (Fertilità, Ambiente, Reddito attraverso Suolo e Biodiversità - www.faresubio.it), realizzato nell'Ambito del Gruppo Operativo PEI - Agri e cofinanziato dal FEASR (Operazione 16.1.01 "Gruppi Operativi PEI" del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Lombardia), è iniziato nella primavera 2019 e si è concluso a gennaio 2023. Attraverso il coordinamento del Consorzio per la tutela del Franciacorta, capofila del progetto, l'Università degli Studi di Milano (DiSAA e DeFENS), l'Università degli Studi di Brescia (DICA-TAM), Sata Studio Agronomico e Agrea centro studi, F.A.Re.Su.BIO ha previsto la strutturazione di tre diversi piani sperimentali (Ambiti), realizzati in vigneti della Franciacorta e dell'Oltrepò Pavese, finalizzati alla valutazione degli effetti delle pratiche di gestione del suolo in vigneto sull'evoluzione della sostanza organica al suolo, qualità della biodiversità nel terreno, qualità del prodotto, uve e vino. In particolare, nell'Ambito "Gestione" sono stati messi a confronto un trattamento inerbito spontaneamente con un trattamento seminato artificialmente con un miscuglio e un trattamento concimato con concime organico seguito

da immediato interrimento. L'Ambito "Matrice" ha invece previsto un trattamento concimato superficialmente con concime organico, un trattamento ove la concimazione è stata seguita da immediato interrimento e uno in cui all'immediato interrimento del concime organico si sono susseguite lavorazioni periodiche del terreno. L'analisi dei dati raccolti nel progetto ha previsto una valutazione multidimensionale, tramite lo sviluppo di differenti modelli di regressione lineare multipla (MLR), consentendo lo studio dell'evoluzione della variabile risposta indagata al variare di un fattore (ad esempio la gestione) a parità degli altri fattori considerati (condizioni fisico-strutturali, chimico-biologiche e ambientali). Tramite lo sviluppo dei modelli di regressione lineare multipla è stato quindi possibile identificare i fattori, pedologici e ambientali, che hanno influenzato significativamente il comportamento di ciascuna variabile risposta tramite una relazione di tipo lineare. Nel presente articolo sono riportati i risultati relativi alle variabili QBS-ar e indici Shannon Funghi-Batteri, in continuità con i risultati sulla sostanza organica, esposti nell'articolo di Corriere Vinicolo n.4 del 30 gennaio 2023.



F.A.Re.Su.BIO, effetto combinato dei fattori sulla variazione QBS-ar (2019-2021)

Tra i principali risultati osservati in Tabella 1, per quanto riguarda l'Ambito "Matrice", seppur con basso livello di significatività (p < 0.1) emerge una relazione di tipo positivo tra ΔQBS-ar e il trattamento che ha subito concimazione con incorporazione senza successivi interventi di lavorazione rispetto al testimone concimato superficialmente. Si trae quindi che in terreni con bassa diversità biologica di partenza, un moderato disturbo possa influenzare positivamente la presenza e la diversificazione di artropodi epigei. Per l'Ambito "Gestione" emerge un effetto positivo del trattamento che ha previsto semina artificiale con miscuglio rispetto al trattamento inerbito spontaneamente. Sia per l'Ambito "Matrice" sia per l'Ambito "Gestione", il rapporto con il QBS-ar del 2019 è di tipo negativo, indicando come terreni che sono partiti da livelli di QBS-ar inferiori a inizio progetto evidenziano un effetto positivo di variazione dell'indice. Come osservato da altri autori (Conti, 2015) una moderata perturbazione del suolo potrebbe, infatti, essere efficace nel migliorare la qualità biologica del suolo contrastando il compattamento del suolo che può verificarsi in caso di gestione non lavorata. In entrambi gli Ambiti di studio, si osserva una relazione di tipo positivo il contenuto di rame totale. Sebbene infatti il rame, così come la maggior parte dei principi attivi impiegati in viticoltura, risulti tossico per la fauna del suolo, alcuni autori hanno osservato una minor sensibilità degli artropodi al rame, rispetto ad altri organismi tellurici quali lombrichi e nematodi (Frampton et al., 2006). Si osserva anche una leggera significatività nella relazione positiva con il pH, anche se, come evidenziato da altri autori, molte specie di artropodi tendono ad avere una distribuzione delle preferenze ampia rispetto all'acidità del suolo (van Straalen and Verhoef, 1997). La tessitura è risultata significativa in tutti gli Ambiti di valutazione, evidenziando come questo fattore sia determinante nell'influencare le variabili di risposta considerate; importante quindi prima di intraprendere percorsi di miglioramento dei propri suoli è conoscere la composizione delle diverse frazioni di sabbia, limo e argilla per definire percorsi ragionevoli di intervento.

F.A.Re.Su.BIO, effetto combinato dei fattori sulla variazione Shannon Batteri (2019-2021)



Tra i risultati principali per la variazione dell'indice di Shannon applicato alle comunità batteriche, come è possibile osservare in Tabella 2, per quanto riguarda l'Ambito "Matrice", i trattamenti che hanno previsto lavorazioni singole (all'incorporazione del concime) o periodiche hanno mostrato una relazione di tipo positivo

TABELLA 1 - Risultati variazione QBS-ar negli Ambiti "Matrice" e "Gestione"

Ambito "Matrice"				Ambito "Gestione"			
Fattori	Effetto ΔQBS-ar	Sig.		Fattori	Effetto ΔQBS-ar	Sig.	
<i>Riferimento: Concimato superficialmente</i>				<i>Riferimento: Inerbito spontaneamente</i>			
Trattamento	Concimazione organica con incorporazione immediata	†	.	Semina con miscuglio polifunzionale	†	.	.
Tessitura	<i>Riferimento: Franca</i> Franco-limosa	‡	.	<i>Riferimento: Franca</i> Franco-argillosa	‡	.	.
	Franco-sabbiosa	‡	.	Franco-sabbiosa	‡	**	.
QBS-ar 2019		‡	***	QBS-ar 2019	‡	***	.
SOM 2019		†	.	pH	†	.	.
Cu_tot		†	.	Cu_tot	†	***	.
K_scamb		‡	.	K_scamb	‡	.	.

TABELLA 2 - Risultati variazione Shannon Batteri negli Ambiti "Matrice" e "Gestione"

Ambito "Matrice"				Ambito "Gestione"			
Fattori	Effetto ΔShannon Batteri	Sig.		Fattori	Effetto ΔShannon Batteri	Sig.	
<i>Riferimento: Concimato superficialmente</i>				<i>Riferimento: Inerbito spontaneamente</i>			
Trattamento	Concimazione organica con incorporazione immediata	†	**	Concimazione organica con incorporazione	†	.	*
	Concimazione organica con incorporazione e lavorazioni periodiche	†	**				
Tessitura	<i>Riferimento: Franca</i> Franco-sabbiosa	†	**	<i>Riferimento: Franca</i> Franco-argillosa	†	.	.
				Franco-limoso	‡	***	.
				Franco-limoso-argillosa	‡	***	.
Shannon batteri 19		‡	***	Shannon batteri 19	‡	***	.
Shannon funghi 19		‡	**	Shannon funghi 19	‡	.	*
Cu_tot		‡	***	pH	‡	***	.
P_assimil.		‡	***	CSC	‡	***	.
K_scamb.		†	*				
Mg_scamb.		‡	*				

con il trattamento concimato superficialmente. Anche i risultati ottenuti per l'Ambito "Gestione" hanno rilevato il ruolo positivo della concimazione seguita da lavorazione rispetto al trattamento inerbito spontaneamente. Per entrambi gli Ambiti si osserva una relazione negativa altamente significativa (p < 0.001) rispetto alla variazione dell'in-

dice Shannon batteri 2019, evidenziando come, analogamente al QBS-ar, una moderata lavorazione possa contribuire positivamente all'incremento della biodiversità microbica batterica del suolo in contesti con bassi livelli dell'indice di partenza. Gli indici Shannon funghi per il 2019 hanno mostrato relazioni contrastanti nei due Ambiti di progetto,

con una relazione negativa nel caso dell'Ambito "Matrice" e positiva per "Gestione". La relazione negativa con la presenza di rame totale, evidenziata con alto livello di significatività (p < 0.05), risulta in linea con quanto già osservato da alcuni autori, i quali hanno evidenziato come con l'aumentare della concentrazione di rame nel suolo, la ricchezza e l'uni-

formità batterica sono influenzate negativamente. (Nunes et al., 2016). Nell'Ambito "Gestione", il pH, così come la Capacità di Scambio Cationico (CSC) hanno evidenziato correlazione negativa con elevata significatività; questo risultato è in accordo con quanto rilevato da altri autori, in uno studio effettuato in suoli di frutteti (Luo et al., 2019).

Conclusioni

Dai risultati ottenuti dall'analisi multidimensionale dei dati emerge che le condizioni di partenza dei suoli sono determinanti nel condizionare la variazione sia di QBS-ar che di Shannon Index Batteri; in particolare suoli in condizioni più limitate in termini di diversità biologica iniziale si mostrano più reattivi al cambiamento in senso positivo. Ne consegue l'importanza nel conoscere la biodiversità dei propri suoli per poter meglio programmare l'intervento agronomico in campo. L'attuazione di pratiche agronomiche che consentano di migliorare la biodiversità dei suoli può portare anche a incrementi maggiori in termini di sostanza organica totale. In questo senso, strategie che prevedono la concimazione organica seguita da incorporazione risultano influenzare positivamente sia l'indice QBS-ar, sia l'Indice di Shannon applicato alle comunità batteriche. Questo risulta in linea con il concetto di "moderato disturbo" del terreno che associa i ruoli positivi dell'arieggiamento periodico del terreno contrariamente al disturbo continuo dei suoli tramite lavorazioni. La pratica della semina artificiale con miscuglio è risultata influenzare positivamente solo l'Indice QBS-ar, mentre l'Indice di Shannon-batteri risulta positivamente correlato anche in caso di lavorazioni più frequenti.

