Il suolo in un castagneto da frutto: indagine morfologica e caratterizzazione fisico-chimica dal 2005 al 2017

Gloria Falsone[1], Camilla Forti[1], Gilmo Vianello[2], Livia Vittori Antisari[1]
[1] Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari, Alma Mater Studiorum Università di Bologna
[2] Accademia Nazionale di Agricoltura, Bologna

Introduzione

Nei territori dell'Appennino vocati alla castanicoltura, il recupero dei vecchi castagneti da frutto è una scelta gestionale congrua per combattere il degrado ambientale, promuovendo sia la coltivazione di un prodotto di qualità che le condizioni del suolo. In riferimento a questo secondo aspetto, in letteratura però sono pochi gli studi che valutano nel tempo gli effetti del recupero di impianti di castagno da frutto sulle proprietà del suolo. Considerando che il suolo è una risorsa caratterizzata da una forte multifunzionalità svolta attraverso le sue proprietà chimiche, fisiche, mineralogiche, biochimiche (Adhikari e Hartemink, 2016), appare evidente l'importanza di approfondire le variazioni delle caratteristiche del suolo che avvengono come conseguenza dell'attività di recupero di un castagneto (per esempio, il taglio raso). Inoltre, tenendo conto che le proprietà del suolo sono alla base della capacità del suolo stesso di fornire servizi ecosistemici, è evidente che il monitoraggio nel tempo di queste variazioni sia di particolare interesse.

Questo lavoro mira quindi all'indagine delle proprietà morfologiche e chimiche del suolo (quali potenza degli orizzonti superficiali, contenuto di C organico, stock dei pools di C e nutrienti) dopo il recupero di un castagneto da frutto nel Castagneto Didattico Sperimentale del comune di Alto Reno Terme (BO) nell'Appennino Tosco-Emiliano, in un arco temporale che va dal 2005 al 2017. Questo al fine di monitorare l'evoluzione della fornitura da parte del suolo di alcuni servizi ecosistemici di regolazione e supporto (quali erosione, sequestro di carbonio e ciclo dei nutrienti, rispettivamente (Adhikari e Hartemink, 2016).

Materiali e metodi

Nel Castagneto Didattico Sperimentale del comune di Alto Reno Terme (BO) nell'Appennino Tosco-Emiliano, nel 2005 un castagneto di circa 1.5 ha in stato di abbandono è stato sottoposto a taglio raso e successivamente innesto con varietà da frutto.

L'area è collocata ad un'altitudine di circa 600 m s.l.m. Il clima è freddo temperato, con una temperatura media annuale di 11 °C, con un minimo in inverno (gennaio, -2,8 °C); le precipitazioni annuali variano da 900 a 1.300 mm. Dal punto di vista litologico, l'area si trova nella formazione del Monte Cervarola, membro di Granaglione caratterizzata dall'alternanza di depositi torbiditici in facies arenacea e pelitica. La composizione mineralogica della roccia presente in situ è dominata da feldspati, miche e quarzo.

Nel 2005, un mese dopo il taglio, nel 2007 e 2017 (2 e 12 anni dopo il taglio, rispettivamente), in un'area rappresentativa dell'impianto, sono stati aperti dei profili di suolo e si è provveduto a descriverne le proprietà morfologiche e raccogliere campioni di ogni orizzonte genetico.

I campioni di suoli dei diversi orizzonti sono stati seccati all'aria e setacciati a 2 mm. Un'aliquota della frazione di terra fine (<2 mm) così ottenuta è stata ulteriormente finemente macinata.

I suoli sono stati caratterizzati per le principali proprietà fisico-chimiche (AA.VV., 2015). Inoltre, il pool di C organico estraibile in NaOH 0.1 M (TEC, total extractable carbon; Swift, 1996) è stato determinato tramite ossidazione a caldo con $K_2Cr_2O_7$ 1/3 M (Springer e Klee, 1954).

In tabella 1 si riportano le proprietà del suolo campionato nel 2017. Tale suolo è stato classificato come Typic Udorthent e Hyperdystric Protic Endoleptic Regosol (Loamic, Hyperhumic) secondo la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014) e il World Reference Base for Soil Resources (IUSS Working Group WRB, 2014), rispettivamente.

Per gli strati di suolo a profondità di 0-5, 5-10 e 10-20 cm è stata determinata la densità apparente attraverso la funzione di pedotrasferimento di Huntington (1989), che permette di stimarne il valore

Tab. 1 Principali proprietà fisico-chimiche del suolo nel castagneto da frutto recuperato (campionato nel 2017).

orizzonte	profondità (cm)	pH	sabbia	limo	argilla	C organico	CSC	Ca scambiabile	saturazione basica (%)
			g kg^{-1}				cmol^{+} kg^{-1}		
Oe	0-2	4.7	-	-	-	180	14.8	7.04	85.4
A	2-lug	4.5	556	404	40	110	8.2	1.28	37.4
AC	7-dic	4.8	424	469	107	70	4.6	0.21	21.8
C	12-28+	4.9	393	486	121	54	4.2	0.54	29.4

derivandolo dal contenuto di C organico totale.

Dal valore di concentrazione del carbonio organico totale, del TEC e dei nutrienti in fase scambiabile (Ca, Mg, K e Na) e di densità apparente è stato determinato il valore di stock di C organico totale, TEC, Ca, Mg, K e Na, rispettivamente, tenendo conto della potenza dello strato di riferimento e del volume di scheletro (frazione >2 mm).

Risultati

In figura 1 sono riportati i profili di suoli aperti nel 2005, 2007 e 2017 e in tabella 2 sono riportate le potenze degli orizzonti genetici osservati. Come è evidente, nel 2005, un mese dopo il taglio, il suolo mostra segni di forte erosione superficiale, con perdita completa dell'orizzonte organico, spessore limitato del primo orizzonte minerale A (2.5 cm di potenza) e scarsa presenza di radici. Nel 2007, dopo due anni dal taglio, l'orizzonte superficiale A mostra uno spessore, che seppur limitato, risulta essere oltre che raddoppiato rispetto al 2005 (4.5 cm) e si presenta imbrunito. La presenza di radici appare simile invece a quella osservabile nel 2005. Nel 2017, il suolo presenta un orizzonte minerale A di 5 cm, di colore bruno e con evidente presenza di radici. Dal punto di vista morfologico è evidente quindi come, nell'arco temporale 2005-2017, lo sviluppo della vegetazione abbia permesso un rallentamento dei fenomeni erosivi ed incremento dello spessore degli orizzonti. Inoltre, l'imbrunimento degli orizzonti superficiali e l'evidenza di presenza di radici sempre maggiore (fig. 1) suggeriscono un apporto progressivo di sostanza organica.

L'aumento di apporto di sostanza organica nell'intervallo di tempo investigato è confermato dal valore di stock di carbonio organico totale (fig. 2A) che, dal 2005 al 2017, varia da 2.54 a 2.97 kg m^{-2} nello strato 0-5 cm, da 1.52 a 2.65 kg m^{-2} nello strato 5-10 cm e da 1.92 a 4.52 kg m^{-2} nello strato 10-20 cm. Interessante notare come la distribuzione dello stock di C e la sua evoluzione nel tempo non sia omogenea nella profondità 0-20 cm (fig. 2A): lo stock di C organico è maggiore nei primi cm di suolo (0-5 cm) dove nel tempo progressivamente aumenta, ma dopo 12 anni dall'attività di recupero del castagneto elevate quantità di C organico sono stoccate nello strato più profondo (10-20 cm) con valori superiori allo strato superficiale (0-5 cm). L'andamento dello stock di C nel tempo suggerisce quindi almeno due vie di apporto di sostanza organica: una superficiale, che interessa in particolare gli strati 0-5 cm, derivante presumibil-

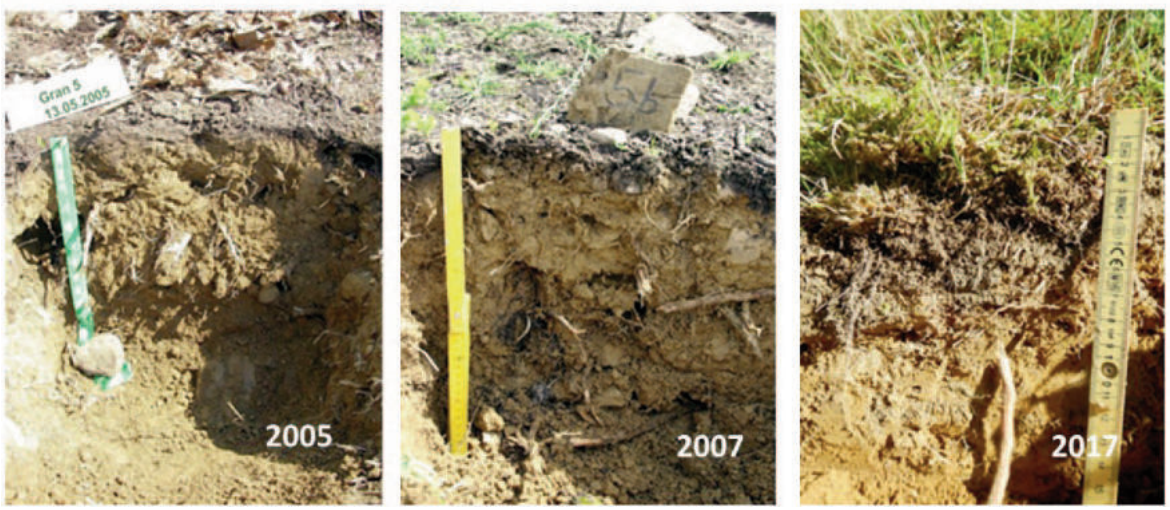

Fig. 1 - I profili del suolo nel castagneto indagati nel 2005, 2007 e 2017.

Tab. 2 - Sequenza e profondità degli orizzonti del suolo nel castagneto indagati nel 2005, 2007 e 2017

Orizzonti	denominazione	spessore	denominazione	spessore	denominazione	spessore
	2005		2007		2017	
Organici	-	-	Oi	1-0 cm	Oi	2-0 cm
	-	-	Oe	0-1 cm	Oe	0-2 cm
Minerali	A	0-2.5 cm	A	1-5.5 cm	A	2-7 cm
	AC	2.5-9 cm	AC	5.5-11 cm	AC	7-12 cm
	C	9-28+ cm	C	11-28+ cm	C	12-28+ cm

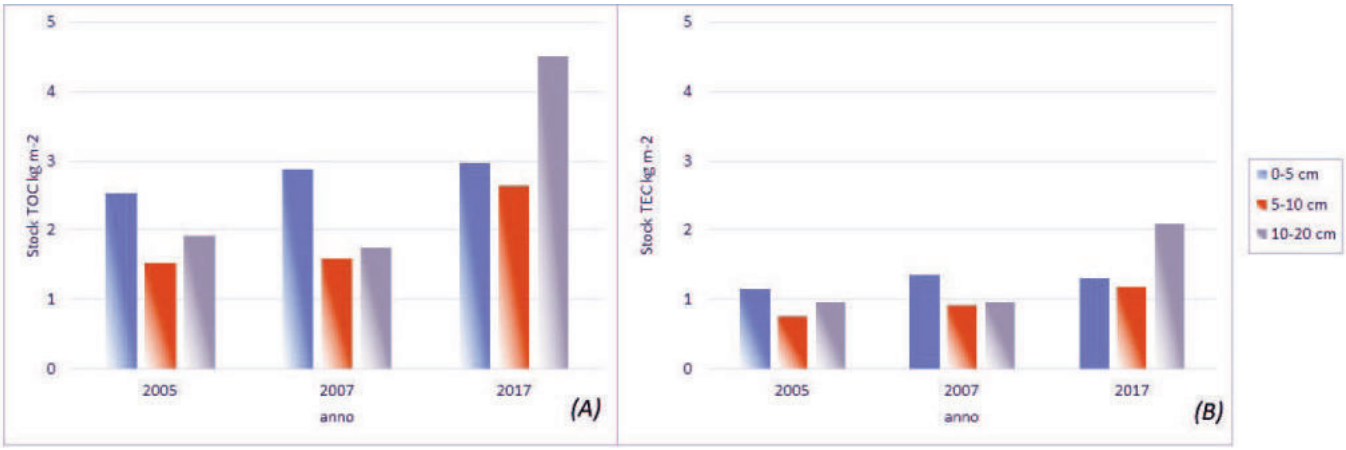

Fig. 2 - Stock di carbonio organico totale (A; TOC, total organic carbon) e carbonio estraibile (B; TEC, total extractable carbon) negli strati 0-5, 5-10 e 10-20 cm del suolo investigato nel 2005, 2007 e 2017.

mente dalla lettiera, ed una più profonda che interessa gli strati sottostanti dovuta agli apporti radicali in situ. Questa ipotesi trova almeno parziale conferma nei dati morfologici che hanno messo in evidenza la progressiva formazione di orizzonti organici di superficie derivanti dagli apporti della lettiera (Oi, Oe) (fig. 1 e tab. 2) e l'incremento della presenza di radici nel tempo (fig. 1).

Gli stock di C estraibile (fig. 2B) mostrano andamento simile a quello del C organico totale, suggerendo che gli incrementi di sostanza organica siano accompagnati da un analogo processo di trasformazione della stessa. Questo processo di trasformazione porta alla formazione di un pool di C stabile nel tempo, essendo caratterizzato da un turnover di 10-100 anni (von Lutzow *et al.,* 2008). Nell'intervallo temporale considerato, quindi, si assiste ad un incremento di C organico immagazzinato nel suolo, ed inoltre una parte di questo C risulta essere stabile, assicurando il suo sequestro nel suolo per un periodo medio- lungo.

In figura 3 è riportato il valore degli stock di nutrienti, quali Ca, Mg, K e Na scambiabili negli strati di suolo indagati. Per tutti i nutrienti, confrontando i valori di stock misurati nel 2005 e nel 2017, se ne osserva l'incremento a tutte le profondità dopo 12 anni dal recupero del castagneto. L'apporto di sostanza organica è cruciale nel regolare la presenza di nutrienti nel suolo, ed infatti l'incremento di elementi scambiabili osservato in questo studio è coerente con quello di carbonio organico, sia in forma totale che estraibile. A riguardo del K e Na, è evidente che l'aumento di stock è progressivo nel tempo (fig. 3). Nel caso del Ca e Mg i valori misurati nel 2007 sono elevati nello strato 0-5 cm, in particolare per il Ca (fig. 3). Il diverso comportamento dei nutrienti divalenti (Ca^{2+} e Mg^{2+}) rispetto ai monovalenti (K^{+} e Na^{+}) è dovuto, probabilmente, alla loro diversa mobilità nella soluzione del suolo che ne determina l'allontanamento per lisciviazione, allo sviluppo delle radici nel tempo a cui è attribuibile il processo di assorbimento dei nutrienti stessi e alla diversa capacità di apporto da parte delle piante che ne determina input al suolo. Nel 2007 è assente uno sviluppo radicale importante, come evidente dai dati morfologici (fig. 1), per cui la variazione di concentrazione dei nutrienti è regolata principalmente dalla loro lisciviazione e dall'apporto delle piante. È noto che gli elementi monovalenti (K e Na) sono caratterizzati da una densità di carica elevata che li rende facilmente allontanabili in fase liquida attraverso processi di lisciviazione (Krauskopft e Bird, 1995), permettendo invece un accumulo di nutrienti meno mobili (Ca e Mg). Infine, per il Ca, è probabile che all'accumulo in superficie dovute a ridotto allontanamento per lisciviazione e mancato assorbimento radicale, si aggiunge anche l'elevata

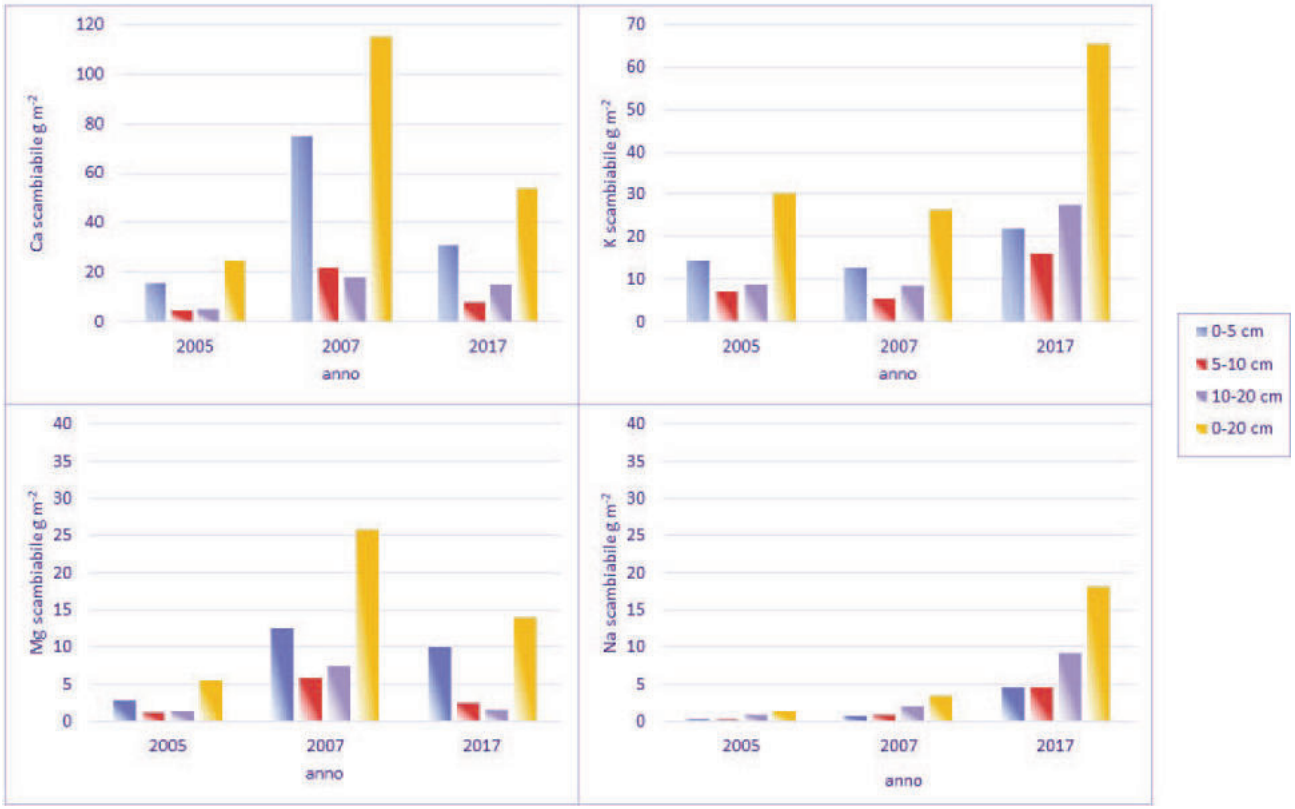

Fig. 3 - Stock di Ca, Mg, K e Na scambiabili negli strati 0-5, 5-10, 10-20 e 0-20 cm del suolo investigato nel 2005, 2007 e 2017.

capacità di apporto da parte delle piante di castagno tipico per questo elemento (Vittori Antisari *et al.*, 2013). Nel 2017 l'apparato radicale delle piante è maggiormente sviluppato, l'assorbimento dei nutrienti attivo e non è più così evidente il relativo accumulo in superficie dovuto alla diversa mobilità dei nutrienti. Come ricordato precedentemente, nel 2017 i valori di stock di tutti i nutrienti in forma scambiabile indagati sono comunque superiori a quelli del 2005, coerentemente con l'aumento di apporto di sostanza organica, a conferma di un miglioramento delle condizioni del suolo in grado di fornire servizi ecosistemici di supporto per la crescita delle piante legata al ciclo dei nutrienti.

Conclusioni

L'indagine morfologica e di caratterizzazione del suolo evidenziano un effetto positivo delle operazioni di ripristino del castagneto da frutto nell'area studiata nell'arco di 12 anni. Tale effetto è dovuto alla capacità del castagno di agire come fattore pedogenetico attraverso processi di accumulo di sostanza organica, biocycling dei nutrienti, e limitazione dell'erosione. Il monitoraggio dell'area proseguirà nel tempo, al fine di raccogliere dati utili a definire l'effetto delle operazioni eseguite in una scala temporale medio-lunga.

Bibliografia

AA.VV. 2015. *Metodi di analisi chimica del suolo*. Colombo C., Miano T. (Eds). Mipaaf, SISS. ISBN: 978-88-940679-0-3.

Adhikari K., Hartemink A.E. 2016. L*inking soils to ecosystem services. A global review*. Geoderma 262: 101-111.

Huntington T.G., Johnson C.E., Johnson A.H., Siccama T.G., Ryan D.F. 1989. *Carbon, organic matter, and bulk density relationships in a forested spodosol*. Soil Sci. 148:380–386.

IUSS Working Group WRB. 2014. *World Reference Base for Soil Resources 2014 - International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Krauskopft K.B., Bird D.K. 1995. *Introduction to geochemistry,* 3rd edn. McGraw-Hill Inc, New York.

Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

Springer U., Klee J. 1954. *Prüfung der Leistungsfähigkeit von einigen wichtigeren Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffs mittels Chromschwefelsäure sowie Vorschlag einer neuen Schnellmethode.* Z. Pflanzenernahr. Bodenkd. 64: 1–26.

Swift R.S. 1996. *Organic matter characterization.* In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. SSSA, Madison, WI, pp. 1011–1069.

Vittori Antisari L., Falsone G., Carbone S., Vianello G. 2013. S*hort-term effects of forest recovery on soil carbon and nutrient availability in an experimental chestnut stand* Biology and Fertility of Soils 49(2), pp. 165-173.

von Lutzow M., Kögel-Knabner I., Ludwing B., Matzner E., Flessa H., Ekschmitt K., Guggenberger G., Marschner B., Kalbitz K. 2008. *Stabilization mechanisms of organic matter in four temperate soils: Development and application of a conceptual model.* J. Plant Nutr. Soil Sci. 171: 111–124.