

# PROVA del prodotto CAROSELLO nel vigneto di ROCCA DI MONTEMASSI

**Prova vigneto 2025**



29 dicembre 2025

Autore:

**VITENOVA**  
*Farm with Nature*

[www.vitenova.it](http://www.vitenova.it)

# PROVA del prodotto CAROSELLO nel vigneto di ROCCA DI MONTEMASSI

Prova vigneto 2025

## SCOPO DELLA PROVA

La prova sperimentale aveva l'obiettivo di valutare se la concimazione organica col prodotto Agrofertil "Carosello" poteva apportare un miglioramento della condizione di fertilità chimica, fisica e microbiologica del suolo, in particolare nel rapporto funghi/batteri.

## MATERIALI E METODI

Il vigneto scelto per la prova (Coordinate WGS 84: 42.948082, 11.052524), sito nel comune di Roccastrada (Grosseto, Toscana, Italia), è stato impiantato nel 2005 con un sesto di impianto 2,3 m × 0,8 m e orientamento Nord Ovest – Sud Est. Le viti, cultivar Vermentino, sono allevate a Guyot bilaterale modificato e gli interfilari sono gestiti a file alterne con inerbimento spontaneo e lavorazione (estirpatura a 30-40 cm).

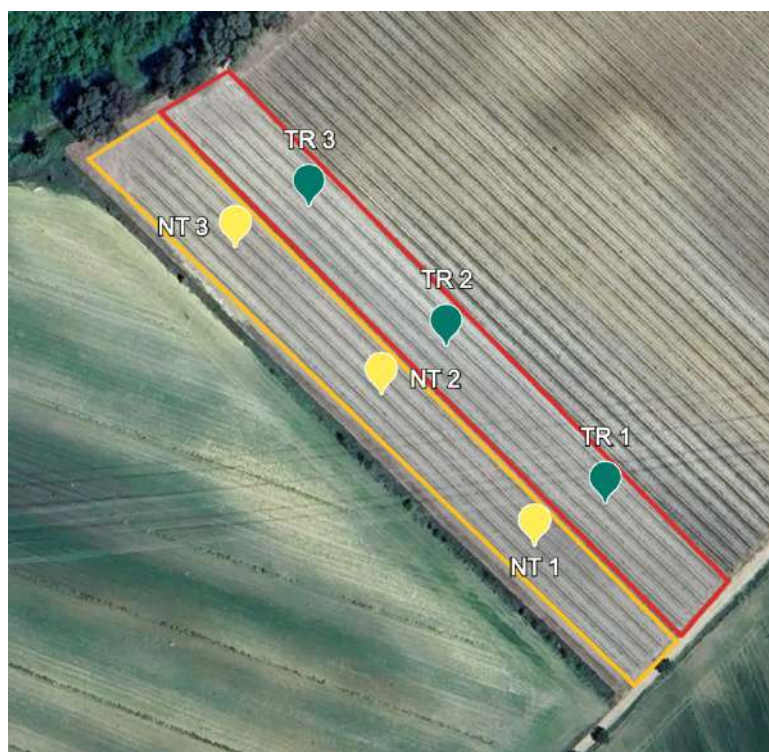


FIGURA 1. SCHEMA SPERIMENTALE DELLA PROVA.  
LINEA GIALLA = TESI NON TRATTATO; LINEA ROSSA = CAROSELLO

Il vigneto in oggetto è stato suddiviso in due parcelle da 4 filari (5.000 mq ciascuna). Le tesi a confronto (una per parcella) sono le seguenti:



Tesi	AZIENDALE		AGROFERTIL	
	operazione	Dose	Prodotto	Dose
MARZO 2025	Analisi suolo	-	CAROSSELLO Analisi suolo	15 Q.li /Ha
Fine SETTEMBRE 2025	Analisi suolo		Analisi suolo	

TABELLA 1. APPLICAZIONE DEL PRODOTTO E TEMPISTICHE DI INTERVENTO SU PRODOTTO E ANALISI

La concimazione al suolo è stata eseguita con uno spandiconcime portato, distribuendo il prodotto a spaglio su tutti i filari; dopo la concimazione si è provveduto con la lavorazione del suolo con estirpatore alla profondità di 20 – 30 cm. Il campionamento è stato effettuato sui filari lavorati in primavera e ri – lavorati in estate.

All'interno dei due filari centrali di ciascuna parcella sono state individuate 3 zone di campionamento (nord, centrale, sud), punti segnati con app SWMaps, che corrispondono alle 3 repliche per tesi. Lo schema sperimentale è riportato in Figura 1.

Nel corso della prova sono stati eseguiti i seguenti campionamenti:

PIANO DEI CAMPIONAMENTI-RILIEVI	
Periodo	Descrizione
Pre- concimazione (25 marzo 2025)	Analisi suolo complete
	Analisi fertilità biologica e calcolo IBF (vedi paragrafo successivo)
	ANALISI SOIL FOOD WEB (reti trofiche del suolo)
Post-vendemmia (22 settembre 2025)	Analisi suolo complete
	Analisi fertilità biologica e calcolo IBF
	ANALISI SOIL FOOD WEB (reti trofiche del suolo)

**Indice di fertilità biologica (IBF):** si tratta di un indice sintetico che permette di definire per ogni suolo la sua classe di fertilità; si basa sui valori misurati di sostanza organica, biomassa microbica, quoziente metabolico, respirazione basale, respirazione cumulativa e quoziente di mineralizzazione. Si veda la tabella presente nell'articolo: "Metodologie per la determinazione dei parametri chimici, biochimici e microbiologici del suolo" di Rosa Francaviglia, Maria Teresa Dell'Abate, Anna Benedetti, Stefano Mocali, Italian Journal of Agronomy, 2015.

**Biomassa microbica:** è la quantità di carbonio microbico presente nel suolo, espressa in mg C kg<sup>-1</sup> suolo ed ottenuta con il metodo della fumigazione-estrazione con cloroformio (Vance et al., 1987).

**Biomassa microbica stimata:** è il livello atteso per una determinata tipologia di terreno e viene calcolata attraverso un complesso modello matematico che sfrutta le reti neurali, messo a punto grazie alla collaborazione di Vitenova con l'ingegnere Nicola Rovere e l'Università degli studi di Udine.

Per quanto riguarda il **campionamento del suolo**, ciascun prelievo è stato eseguito con la seguente modalità:

- Rimozione del cotico erboso (primi 5 cm)
- Inserimento perpendicolare al terreno di vanga e/o trivella manuale, fino alla profondità di 30-40 cm
- Trasferimento del terreno in un secchio, avendo cura di mescolare accuratamente il suolo raccolto, in modo da ottenere dei campioni omogenei e rappresentativi
- Rimozione di eventuale scheletro grossolano (ad esempio sassi di dimensioni superiori a 2/3 cm, pezzi di radici, ecc).
- Trasferimento del terreno in sacchetti di plastica da 1,2 Litri (per analisi chimico-fisiche), da 2,5 Litri (per analisi biochimiche) e da 2,5 Litri per analisi Soil Food Web



Di seguito si riepilogano le analisi effettivamente eseguite:

TIPO DI ANALISI	NUMERO TOTALE
Analisi complete del suolo	12
Analisi Fertilità Biologica e IBF	12
Analisi Soil Food Web	12

I dati dei rilievi eseguiti tra marzo e settembre 2025, dopo trasformazione secondo il valore ottimale di  $\lambda$  (Trasformazione di Box-Cox), sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA), test eseguito con il software RStudio.

## DESCRIZIONE DEI PARAMETRI UTILIZZATI PER LA “SOIL FOOD WEB”

L'analisi Soil Food Web (Reti Trofiche del Suolo) esplora le interazioni tra gli organismi presenti nel terreno, dalle minuscole comunità microbiche (come batteri e funghi) fino agli organismi più complessi, come nematodi e artropodi. Questi organismi lavorano insieme in una rete complessa, fondamentale per la decomposizione della materia organica e per il ciclo dei nutrienti essenziali, sostenendo la salute del suolo e la crescita delle piante. Studiare il suolo consente di comprendere meglio come migliorare la fertilità del terreno e promuovere pratiche agricole sostenibili.

Per l'analisi viene utilizzato un microscopio ottico; l'operatore incaricato per queste indagini è stato il dr. Giacomo Prete. I valori di riferimento sono riferiti a suoli integri, non dedicati alla coltivazione agricola.

<b>Parametro</b>	<b>Note</b>
<i>Biomassa Batterica (B)</i>	<i>Quantità di batteri presenti nel suolo. Il valore è collegato alla disponibilità di nutrienti del suolo quali sostanza organica e essudati delle piante.</i>
<i>Biomassa da Attinomiceti</i>	<i>Se &gt;16 il suolo è poco ossigenato, tra 5 e 16 è abbastanza ossigenato se &lt;5 è ossigenato. Questo valore è direttamente collegato agli altri indicatori di ossigenazioni del terreno: ciliati, nematodi, e rizofagi.</i>
<i>Biomassa Fungina (F)</i>	<i>In un suolo eco-microbiologicamente stabile, la biomassa fungina dovrebbe avere un valore di almeno 10 volte la biomassa batterica.</i>
<i>Rapporto F:B</i>	<i>Indica lo stato generale di salute del suolo. Un rapporto basso (&lt;5) significa bassa disponibilità di nutrienti per le piante mentre un rapporto alto (&gt;5) identifica un'alta fertilità del suolo.</i>
<i>Protozoi Totali Benefici</i>	<i>Batteriofagi, permettono il ricircolo dei nutrienti utili alle piante. Valori di molto inferiore al valore di riferimento, compromettono il ricircolo dei nutrienti.</i>
<i>Flagellati</i>	<i>Sono una tipologia di protozoi, generalmente batteriofagi.</i>
<i>Amebe</i>	<i>Sono una tipologia di protozoi, generalmente batteriofagi.</i>
<i>Ciliati</i>	<i>Protozoi e batteriofagi. Presenti in genere in suoli poco ossigenati e compattati.</i>
<i>Nematodi Batteriofagi</i>	<i>Nutrendosi di batteri sono utili per il ricircolo della sostanza organica. Valori molto vicini allo zero sono indicatori di un suolo eccessivamente antropizzato.</i>

<i>Nematodi Micofagi</i>	<i>Nutrendosi di batteri sono utili per il ricircolo della sostanza organica. Valori molto vicini allo zero sono indicatori di un suolo eccessivamente antropizzato.</i>
<i>Nematodi Predatori</i>	<i>Utili per contrastare eventuali nematodi rizofagi che possono arrecare danno alla coltura.</i>
<i>Nematodi Rizofagi</i>	<i>Classe di nematodi parassiti dannosi che si nutrono di radici, che possono trasmettere virus.</i>
<i>Biomassa da Oomiceti</i>	<i>Trattasi di microorganismi chomisti parassiti delle piante. Valori bassi sono sempre auspicabili.</i>

## RISULTATI

### CAMPIONAMENTO PRIMAVERILE DEL SUOLO

Il campionamento è stato eseguito prima della distribuzione del concime organico al terreno.

#### ANALISI FISICA

L'ANOVA non ha evidenziato differenze significative associate al fattore 'Tesi' e 'Replica' per nessuno dei parametri analizzati ( $p > 0,05$ ).

#### Granulometria – Fattore TESI (media $\pm$ SE, Tukey HSD)

Parametro (%)	Non Trattato	Trattato
Sabbia	24,17 $\pm$ 0,71a	21,56 $\pm$ 4,02a
Limo	42,70 $\pm$ 1,27a	43,46 $\pm$ 1,79a
Argilla	33,13 $\pm$ 0,76a	34,98 $\pm$ 2,23a
Scheletro	2,93 $\pm$ 1,30a	4,40 $\pm$ 1,11a

TABELLA 2. RISULTATI DELLE ANALISI FISICHE PRIMAVERILI (25 MARZO 2025) DEL SUOLO. I DATI SONO ESPRESSI COME MEDIA  $\pm$  ERRORE STANDARD.

PARAMETRI	BOSCO TR 1	BOSCO TR 2	BOSCO TR 3	BOSCO NT 1	BOSCO NT 2	BOSCO NT 3
Sabbia (%)	20,85	14,98	28,85	25,15	22,79	24,56
Limo (%)	43,64	46,47	40,27	42,17	45,12	40,82
Argilla (%)	35,51	38,55	30,88	32,68	32,09	34,62
Scheletro (%)	5,3	2,2	5,7	5,5	1,3	2,0
Tipologia suolo	ARGILLA	LIMO ARGILLOSO	FRANCO ARGILLOSO	FRANCO ARGILLOSO	FRANCO ARGILLOSO	FRANCO ARGILLOSO

TABELLA 3. PARAMETRI DELL'ANALISI FISICA A CONFRONTO: SONO RIPORTATI I DATI DELLE TRE REPLICHE PER TESI. LE CELLE COLORATE IN GIALLO E BLU INDICANO UN VALORE RISPETTIVAMENTE SOTTO O SOPRA ALLA MEDIA (INTERVALLO DI CONFIDENZA 95%) DEI 6 CAMPIONI PER SINGOLO PARAMETRO.

#### ANALISI CHIMICA

Non sono state osservate differenze statisticamente significative per i fattori 'Tesi' (vedi tabella) e 'Replica'.

SUOLO (Analisi chimica)			
Fattore / Tesi	NON TRATTATO	TRATTATO	Risultato ANOVA
pH (in acqua)	8,00 $\pm$ 0,06a	8,07 $\pm$ 0,03a	n.s.
Sost. organica (%)	2,10 $\pm$ 0,10a	1,60 $\pm$ 0,06b	n.s.
C.S.C. (meq/100g)	22,27 $\pm$ 1,08a	21,43 $\pm$ 0,75a	n.s.
Rapporto C/N	9,07 $\pm$ 0,22a	8,17 $\pm$ 0,13b	n.s.

Azoto totale (mg/Kg)	1346,67 ± 31,80a	1140,00 ± 25,17b	n.s.
Fosforo (ppm)	8,33 ± 0,33a	6,33 ± 0,67a	n.s.
Potassio (ppm)	201,67 ± 19,38a	177,33 ± 13,92a	n.s.
Zolfo (ppm)	3,33 ± 0,33a	3,33 ± 0,88a	n.s.
Calcio (ppm)	4597,33 ± 207,09a	4399,67 ± 185,91a	n.s.
Magnesio (ppm)	353,67 ± 16,90a	360,00 ± 14,98a	n.s.
Boro (ppm)	2,19 ± 0,08a	1,78 ± 0,04b	n.s.
Ferro (ppm)	56,00 ± 4,16a	63,67 ± 8,84a	n.s.
Manganese (ppm)	52,67 ± 4,63a	58,33 ± 12,77a	n.s.
Molibdeno (ppm)	0,05 ± 0,01a	0,05 ± 0,00a	n.s.
Zinco (ppm)	1,97 ± 0,26a	2,23 ± 0,34a	n.s.
Conduc. el. (mmhos)	0,55 ± 0,02a	0,54 ± 0,03a	n.s.
Sodio (ppm)	43,00 ± 1,53a	46,00 ± 7,00a	n.s.
Rame totale (ppm)	16,00 ± 1,53a	15,00 ± 0,58a	n.s.
Calcare Attivo (%)	25,00 ± 1,00a	27,33 ± 1,45a	n.s.
Calcare Totale (%)	29,47 ± 2,45a	29,03 ± 2,52a	n.s.

**TABELLA 4. RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICHE PRIMAVERILI (25 MARZO 2025) DEL SUOLO. I DATI SONO ESPRESSI COME MEDIA ± ERRORE STANDARD. \*, \*\*, \*\*\* INDICANO RISPETTIVAMENTE DIFFERENZE STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE PER P=0,05, P=0,01 E P=0,001. N.S. = DIFFERENZE STATISTICAMENTE NON SIGNIFICATIVE.**

PARAMETRI	BOSCO TR 1	BOSCO TR 2	BOSCO TR 3	BOSCO NT 1	BOSCO NT 2	BOSCO NT 3	Valori di riferimento
pH	7,9	8,1	8,0	8,0	7,9	8,1	5,5 - 8
pH in KCl	7,3	7,2	7,2	7,1	7,1	7,0	
Sostanza organica (%)	1,6	1,7	1,5	2,0	2,0	2,3	1,5 - 3
C.S.C. (meq/100g)	20,1	22,7	21,5	20,9	21,5	24,4	10,6 - 28,2
C/N	8,3	8,3	7,9	8,9	8,8	9,5	8 - 12
Azoto Totale (mg/kg)	1120	1190	1110	1310	1320	1410	810 - 1780
Fosforo (ppm)	7	5	7	8	8	9	5 - 19
Potassio (ppm)	152	200	180	174	192	239	123 - 245
Zolfo (ppm)	3	5	2	3	3	4	3 - 24
Calcio (ppm)	4057	4696	4446	4352	4431	5009	1519 - 8653
Magnesio (ppm)	389	352	339	327	349	385	83 - 465
Boro (ppm)	1,8	1,7	1,8	2,3	2,3	2,0	0,72 - 1,58
Ferro (ppm)	81	58	52	62	58	48	134 - 312
Manganese (ppm)	61	35	79	61	45	52	348 - 720
Molibdeno (ppm)	0,05	0,05	0,04	0,06	0,04	0,04	-
Zinco (ppm)	2,9	2,0	1,8	1,5	2,0	2,4	2,7 - 7,7
Conducibilità elet. (mmhos)	0,59	0,50	0,53	0,51	0,56	0,59	0,2 - 0,8
Sodio (ppm)	60,0	39,0	39,0	41,0	46,0	42,0	50 - 150
Calcare attivo (%)	15	16	14	14	15	19	-
Calcare totale (%)	27	30	25	26	26	23	-



Rame Totale (ppm)	32,4	24,1	30,6	26,0	28,2	34,2	<100
-------------------	------	------	------	------	------	------	------

TABELLA 5. PARAMETRI DELL'ANALISI CHIMICA A CONFRONTO: SONO RIPORTATI I DATI DELLE TRE REPLICHE PER TESI. LE CELLE COLORATE IN GIALLO E BLU INDICANO UN VALORE RISPETTIVAMENTE SOTTO O SOPRA ALLA MEDIA (INTERVALLO DI CONFIDENZA 95%) DEI 6 CAMPIONI PER SINGOLO PARAMETRO.

### ANALISI BIOCHIMICA

Per quanto riguarda le analisi della biomassa microbica e del calcolo dell'IBF non sono state osservate differenze statisticamente significative per i fattori 'Tesi' (vedi tabella) e 'Replica'.

SUOLO (Analisi biochimica)			
Biomassa microbica e IBF			
Fattore / Tesi	NON TRATTATO	TRATTATO	Risultato ANOVA
Biomassa misurata (mg C Kg-1 suolo)	254,00 ± 36,12a	181,67 ± 18,77a	n.s.
Biomassa stimata (mg C Kg-1 suolo)	241,97 ± 12,26a	194,96 ± 8,02b	*
QCO2 (mg C mg-1 Bc h-1)	11,10 ± 1,18a	15,17 ± 1,51a	n.s.
IBF Punteggio	17,00 ± 0,58a	16,00 ± 0,58a	n.s.
IBF Classe	BUONA	BUONA	-

TABELLA 6. RISULTATI DELLE ANALISI BIOCHIMICHE PRIMAVERILI (25 MARZO 2025) DEL SUOLO. I DATI SONO ESPRESSI COME MEDIA ± ERRORE STANDARD. \*, \*\*, \*\*\* INDICANO RISPETTIVAMENTE DIFFERENZE STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE PER P=0,05, P=0,01 E P=0,001. N.S. = DIFFERENZE STATISTICAMENTE NON SIGNIFICATIVE.

PARAMETRI	BOSCO TR 1	BOSCO TR 2	BOSCO TR 3	BOSCO NT 1	BOSCO NT 2	BOSCO NT 3	Valori di riferimento
BIOMASSA (mg C Kg-1 suolo)	153	175	217	190	257	315	-
BIOMASSA STIMATA (mg C Kg-1 suolo)	191	210	184	236	225	266	-
QCO2 (mg C mg-1 Bc h-1)	17,6	15,5	12,4	13,4	10,4	9,5	10 - 20
IBF Punteggio	16	15	17	16	17	18	
IBF Classe	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BUONA	

TABELLA 7. PARAMETRI DELL'ANALISI BIOCHIMICA E DELL'IBF A CONFRONTO: SONO RIPORTATI I DATI DELLE TRE REPLICHE PER TESI. LE CELLE COLORATE IN GIALLO E BLU INDICANO UN VALORE RISPETTIVAMENTE SOTTO O SOPRA ALLA MEDIA (INTERVALLO DI CONFIDENZA 95%) DEI 6 CAMPIONI PER SINGOLO PARAMETRO.



ANALISI SOIL FOOD WEB (RETI TROFICHE DEL SUOLO)

Microfauna e biomasse – Fattore TESI (media ± SE, Tukey HSD)

Parametro	Non Trattato	Trattato
Batteri	78939,67 ± 14555,49 a	24626,33 ± 12361,94 b
Attinomiceti	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a
Funghi	515,20 ± 293,99a	548,33 ± 100,10a
Rapporto_FB	0,01 ± 0,00a	0,04 ± 0,01a
Protozoi	196330,00 ± 146763,83a	204826,67 ± 65576,57a
Flagellati	87250,00 ± 70142,11a	86233,33 ± 38875,24a
Amebe	109096,67 ± 76833,87a	97026,67 ± 49402,35a
Ciliati	10783,33 ± 10783,33a	0,00 ± 0,00a
Nematodi	133,33 ± 66,67a	0,00 ± 0,00a
Oomiceti	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a

TABELLA 8. RISULTATI DELLE ANALISI SFW PRIMAVERILI (25 MARZO2025) DEL SUOLO. I DATI SONO ESPRESSI COME MEDIA ± ERRORE STANDARD. \*, \*\*, \*\*\* INDICANO RISPETTIVAMENTE DIFFERENZE STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE PER P=0,05, P=0,01 E P=0,001. N.S. = DIFFERENZE STATISTICAMENTE NON SIGNIFICATIVE.

PARAMETRI	BOSCO TR 1	BOSCO TR 2	BOSCO TR 3	BOSCO NT 1	BOSCO NT 2	BOSCO NT 3	Valori di riferimento
Biomassa Batterica (B)	16517	48908	8454	50969	85938	99912	> 135
Biomassa da Attinomiceti	0	0	0	0	0	0	< 16
Biomassa Fungina (F)	737	512	396	512	1026	7,6	> 1350
Rapporto F:B	0,050	0,010	0,050	0,010	0,010	0,000	10:1 - 50:1
Protozoi Totali Benefici	97000	323400	194080	97000	485200	6790	> 250000
Flagellati	32300	161700	64700	32350	226500	2900	> 20000
Amebe	0	161700	129380	64700	258700	3890	> 10000 - 20000
Ciliati	0	0	0	32350	0	0	0
Nematodi	0	0	0	200	200	0	
Biomassa da Oomiceti	0	0	0	0	0	0	0

TABELLA 9. PARAMETRI DELL'ANALISI SFW A CONFRONTO: SONO RIPORTATI I DATI DELLE TRE REPLICHE PER TESI.

# CAMPIONAMENTO AUTUNNALE DEL SUOLO

Il campionamento è stato eseguito il 22 settembre 2025.

## ANALISI FISICA

L'ANOVA non ha evidenziato differenze significative associate al fattore 'Tesi' e 'Replica' per nessuno dei parametri analizzati ( $p > 0,05$ ).

### Granulometria – Fattore TESI (media $\pm$ SE, Tukey HSD)

Parametro (%)	Non Trattato	Trattato
Sabbia	20,44 $\pm$ 0,87a	21,97 $\pm$ 0,75a
Limo	46,27 $\pm$ 0,56a	45,66 $\pm$ 0,66a
Argilla	33,29 $\pm$ 0,96a	32,37 $\pm$ 0,59a
Scheletro	3,73 $\pm$ 0,35a	3,63 $\pm$ 1,35a

TABELLA10. RISULTATI DELLE ANALISI FISICHE AUTUNNALI (22 SETTEMBRE 2025) DEL SUOLO. I DATI SONO ESPRESSI COME MEDIA  $\pm$  ERRORE STANDARD. \*, \*\*, \*\*\* INDICANO RISPETTIVAMENTE DIFFERENZE STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE PER  $P=0,05$ ,  $P=0,01$  E  $P=0,001$ . N.S. = DIFFERENZE STATISTICAMENTE NON SIGNIFICATIVE.

PARAMETRI	BOSCO TR 1	BOSCO TR 2	BOSCO TR 3	BOSCO NT 1	BOSCO NT 2	BOSCO NT 3
Sabbia (%)	20,75	21,83	23,34	21,54	18,72	21,07
Limo (%)	46,95	44,75	45,28	47,03	46,61	45,17
Argilla (%)	32,3	33,42	31,38	31,43	34,67	33,76
Scheletro (%)	5,7	1,1	4,1	4,4	3,6	3,2
Tipologia suolo	FRANCO ARGILLOSO	FRANCO ARGILLOSO	FRANCO ARGILLOSO	FRANCO ARGILLOSO	FRANCO LIMOSO ARGILLOSO	FRANCO ARGILLOSO

TABELLA 11. PARAMETRI DELL'ANALISI FISICA A CONFRONTO: SONO RIPORTATI I DATI DELLE TRE REPLICHE PER TESI. LE CELLE COLORATE IN GIALLO E BLU INDICANO UN VALORE RISPETTIVAMENTE SOTTO O SOPRA ALLA MEDIA (INTERVALLO DI CONFIDENZA 95%) DEI 6 CAMPIONI PER SINGOLO PARAMETRO.

## ANALISI CHIMICA

Non sono state osservate differenze statisticamente significative per il fattore 'Replica'.

SUOLO (Analisi chimica)			
Fattore / Tesi	NON TRATTATO	TRATTATO	Risultato ANOVA
pH (in acqua)	8,17 $\pm$ 0,03a	8,23 $\pm$ 0,07a	n.s.
Sost. organica (%)	2,17 $\pm$ 0,15a	2,30 $\pm$ 0,10a	n.s.
C.S.C. (meq/100g)	24,30 $\pm$ 0,90a	25,00 $\pm$ 0,78a	n.s.
Rapporto C/N	9,14 $\pm$ 0,18a	9,27 $\pm$ 0,25a	n.s.
Azoto totale (mg/Kg)	1376,67 $\pm$ 69,36a	1443,33 $\pm$ 52,39a	n.s.
Fosforo (ppm)	9,33 $\pm$ 1,45a	9,00 $\pm$ 0,58a	n.s.

Potassio (ppm)	214,00 ± 11,37a	232,33 ± 3,18a	n.s.
Zolfo (ppm)	6,67 ± 0,33a	6,33 ± 0,33a	n.s.
Calcio (ppm)	5039,00 ± 193,07a	5152,00 ± 175,41a	n.s.
Magnesio (ppm)	349,33 ± 3,93a	379,33 ± 9,84b	n.s.
Boro (ppm)	2,57 ± 0,16a	2,46 ± 0,09a	n.s.
Ferro (ppm)	59,00 ± 8,14a	67,00 ± 5,13a	n.s.
Manganese (ppm)	53,33 ± 5,93a	61,00 ± 5,86a	n.s.
Molibdeno (ppm)	0,01 ± 0,00a	0,02 ± 0,00a	n.s.
Zinco (ppm)	2,70 ± 0,29a	3,07 ± 0,20a	n.s.
Conduc. el. (mmhos)	0,55 ± 0,03a	0,51 ± 0,01a	n.s.
Sodio (ppm)	58,67 ± 3,18a	45,33 ± 4,10a	n.s.
Calcare attivo (%)	16,67 ± 1,20a	16,33 ± 0,33a	n.s.
Calcare totale (%)	24,67 ± 0,88a	25,33 ± 1,76a	n.s.
Rame totale (ppm)	33,17 ± 1,36a	34,80 ± 1,10a	n.s.

**TABELLA 12. RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICHE AUTUNNALI (22 SETTEMBRE 2025) DEL SUOLO. I DATI SONO ESPRESSI COME MEDIA ± ERRORE STANDARD. \*, \*\*, \*\*\* INDICANO RISPETTIVAMENTE DIFFERENZE STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE PER P=0,05, P=0,01 E P=0,001. N.S. = DIFFERENZE STATISTICAMENTE NON SIGNIFICATIVE.**

PARAMETRI	BOSCO TR 1	BOSCO TR 2	BOSCO TR 3	BOSCO NT 1	BOSCO NT 2	BOSCO NT 3	Valori di riferimento
pH	8,3	8,1	8,3	8,1	8,2	8,2	5,5 - 8
Sostanza organica (%)	2,4	2,1	2,4	2,2	1,9	2,4	1,5 - 3
C.S.C. (meq/100g)	24,9	26,4	23,7	26,1	23,4	23,4	10,6 - 28,2
C/N	9,8	9,0	9,1	9,3	8,8	9,3	8 - 12
Azoto Totale (mg/kg)	1430	1360	1540	1370	1260	1500	810 - 1780
Fosforo (ppm)	9	8	10	12	7	9	5 - 19
Potassio (ppm)	227	238	232	236	198	208	123 - 245
Zolfo (ppm)	6	7	6	7	6	7	3 - 24
Calcio (ppm)	5093	5481	4882	5425	4855	4837	1519 - 8653
Magnesio (ppm)	399	369	370	357	344	347	83 - 465
Boro (ppm)	2,43	2,31	2,63	2,87	2,31	2,53	0,72 - 1,58
Ferro (ppm)	74	57	70	74	57	46	134 - 312
Manganese (ppm)	70	50	63	62	42	56	348 - 720
Molibdeno (ppm)	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	-
Zinco (ppm)	3,1	2,7	3,4	2,7	2,2	3,2	2,7 - 7,7
Conducibilità elet. (mmhos)	0,52	0,53	0,49	0,49	0,54	0,61	0,2 - 0,8
Sodio (ppm)	39,0	53,0	44,0	64,0	59,0	53,0	50 - 150
Calcare attivo (%)	16	17	16	19	16	15	-
Calcare totale (%)	22	28	26	23	26	25	-
Rame Totale (ppm)	35,0	32,8	36,6	33,0	30,9	35,6	<100

TABELLA 8. PARAMETRI DELL'ANALISI CHIMICA A CONFRONTO: SONO RIPORTATI I DATI DELLE TRE REPLICHE PER TESI. LE CELLE COLORATE IN GIALLO E BLU INDICANO UN VALORE RISPETTIVAMENTE SOTTO O SOPRA ALLA MEDIA (INTERVALLO DI CONFIDENZA 95%) DEI 6 CAMPIONI PER SINGOLO PARAMETRO.

ANALISI BIOCHIMICA

SUOLO (Analisi biochimica)			
Biomassa microbica e IBF			
Fattore / Tesi	NON TRATTATO	TRATTATO	Risultato ANOVA
Biomassa misurata (mg C Kg-1 suolo)	428,67 ± 42,68a	426,67 ± 46,37a	n.s.
Biomassa stimata (mg C Kg-1 suolo)	253,00 ± 17,00a	274,16 ± 15,44a	n.s.
QCO2 (mg C mg-1 Bc h-1)	7,87 ± 0,24a	9,03 ± 0,49a	n.s.
IBF Punteggio	19,67 ± 0,88a	20,67 ± 1,33a	n.s.
IBF Classe	BUONA	BUONA	-

TABELLA 14. RISULTATI DELLE ANALISI BIOCHIMICHE AUTUNNALI (10 OTTOBRE 2025) DEL SUOLO. I DATI SONO ESPRESSI COME MEDIA ± ERRORE STANDARD. \*, \*\*, \*\*\* INDICANO RISPETTIVAMENTE DIFFERENZE STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE PER P=0,05, P=0,01 E P=0,001. N.S. = DIFFERENZE STATISTICAMENTE NON SIGNIFICATIVE.

PARAMETRI	BOSCO TR 1	BOSCO TR 2	BOSCO TR 3	BOSCO NT 1	BOSCO NT 2	BOSCO NT 3	Valori di riferimento
BIOMASSA (mg C Kg-1 suolo)	337	451	492	407	368	511	-
BIOMASSA STIMATA (mg C Kg-1 suolo)	285	244	294	250	225	284	-
QCO2 (mg C mg-1 Bc h-1)	10,0	8,7	8,4	8,0	8,2	7,4	10 - 20
IBF Punteggio	18	22	22	20	18	21	
IBF Classe	BUONA	BUONA	BUONA	BUONA	BUONA	BUONA	

TABELLA 9. PARAMETRI DELL'ANALISI BIOCHIMICA E DELL'IBF A CONFRONTO: SONO RIPORTATI I DATI DELLE TRE REPLICHE PER TESI. LE CELLE COLORATE IN GIALLO E BLU INDICANO UN VALORE RISPETTIVAMENTE SOTTO O SOPRA ALLA MEDIA (INTERVALLO DI CONFIDENZA 95%) DEI 6 CAMPIONI PER SINGOLO PARAMETRO.

ANALISI SOIL FOOD WEB (RETI TROFICHE DEL SUOLO)

Microfauna e biomasse – Fattore TESI (media ± SE, Tukey HSD)

Parametro	Non Trattato	Trattato
Batteri	81800,00 ± 36459,29a	22819,67 ± 2969,92a
Attinomiceti	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a
Funghi	207,33 ± 13,68a	227,33 ± 6,36a
Rapporto_FB	0,00 ± 0,00a	0,01 ± 0,00a
Protozoi	388733,33 ± 635,96a	385333,33 ± 2666,67a



Flagellati	192333,33 ± 2185,81a	194000,00 ± 2309,40a
Amebe	196333,33 ± 1855,92a	191333,33 ± 1333,33a
Ciliati	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a
Nematodi	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a
Nematodi rizofagi	33,00 ± 0,58a	34,33 ± 1,67a
Oomiceti	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a

TABELLA 16. RISULTATI DELLE ANALISI SFW AUTUNNALI DEL SUOLO (DATA CAMPIONAMENTO 22 SETTEMBRE 2025). I DATI SONO ESPRESSI COME MEDIA ± ERRORE STANDARD. \*, \*\*, \*\*\* INDICANO RISPETTIVAMENTE DIFFERENZE STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE PER P=0,05, P=0,01 E P=0,001. N.S. = DIFFERENZE STATISTICAMENTE NON SIGNIFICATIVE.

PARAMETRI	BOSCO TR 1	BOSCO TR 2	BOSCO TR 3	BOSCO NT 1	BOSCO NT 2	BOSCO NT 3	Valori di riferimento
Biomassa Batterica (B)	16517	48908	8454	50969	85938	99912	> 135
Biomassa da Attinomiceti	0	0	0	0	0	0	< 16
Biomassa Fungina (F)	737	512	396	512	1026	7,6	> 1350
Rapporto F:B	0,050	0,010	0,050	0,010	0,010	0,000	10:1 - 50:1
Protozoi Totali Benefici	97000	323400	194080	97000	485200	6790	> 250000
Flagellati	32300	161700	64700	32350	226500	2900	> 20000
Amebe	0	161700	129380	64700	258700	3890	> 10000 - 20000
Ciliati	0	0	0	32350	0	0	0
Nematodi	0	0	0	200	200	0	
Biomassa da Oomiceti	0	0	0	0	0	0	0

TABELLA 17. PARAMETRI DELL'ANALISI SFW A CONFRONTO: SONO RIPORTATI I DATI DELLE TRE REPLICHE PER TESI.

## CAMPIONAMENTO DEL SUOLO: PRINCIPALI DIFFERENZE TRA PRIMAVERA E AUTUNNO

### Analisi chimiche

Parametro	Non Trattato × Autunno	Non Trattato × Primavera	Trattato × Autunno	Trattato × Primavera
pH	8,17 ± 0,03a	8,00 ± 0,06a	8,23 ± 0,07a	8,07 ± 0,03a
pH_KCl	7,17 ± 0,03a	7,07 ± 0,03a	7,27 ± 0,03a	7,23 ± 0,03a
<b>S.O.</b>	<b>2,17 ± 0,15a</b>	<b>2,10 ± 0,10a</b>	<b>2,30 ± 0,10a</b>	<b>1,60 ± 0,06b</b>
C.S.C.	24,30 ± 0,90a	22,27 ± 1,08a	25,00 ± 0,78a	21,43 ± 0,75a
<b>C/N</b>	<b>9,14 ± 0,18a</b>	<b>9,07 ± 0,22a</b>	<b>9,27 ± 0,25a</b>	<b>8,17 ± 0,13b</b>

<b>N_tot</b>	<b>1376,67 ± 69,36a</b>	<b>1346,67 ± 31,80a</b>	<b>1443,33 ± 52,39a</b>	<b>1140,00 ± 25,17b</b>
P	9,33 ± 1,45a	8,33 ± 0,33a	9,00 ± 0,58a	6,33 ± 0,67a
K	214,00 ± 11,37a	201,67 ± 19,38a	232,33 ± 3,18a	177,33 ± 13,92a
S	6,67 ± 0,33a	3,33 ± 0,33a	6,33 ± 0,33a	3,33 ± 0,88a
Ca	5039,00 ± 193,07a	4597,33 ± 207,09a	5152,00 ± 175,41a	4399,67 ± 185,91a
Mg	349,33 ± 3,93a	353,67 ± 16,90a	379,33 ± 9,84a	360,00 ± 14,98a
B	2,57 ± 0,16a	2,19 ± 0,08a	2,46 ± 0,09a	1,78 ± 0,04a
Fe	59,00 ± 8,14a	56,00 ± 4,16a	67,00 ± 5,13a	63,67 ± 8,84a
Mn	53,33 ± 5,93a	52,67 ± 4,63a	61,00 ± 5,86a	58,33 ± 12,77a
Mo	0,01 ± 0,00a	0,05 ± 0,01a	0,02 ± 0,00a	0,05 ± 0,00a
Zn	2,70 ± 0,29a	1,97 ± 0,26a	3,07 ± 0,20a	2,23 ± 0,34a
CE	0,55 ± 0,03a	0,55 ± 0,02a	0,51 ± 0,01a	0,54 ± 0,03a
Na	58,67 ± 3,18a	43,00 ± 1,53a	45,33 ± 4,10a	46,00 ± 7,00a
Calcare_att	16,67 ± 1,20a	16,00 ± 1,53a	16,33 ± 0,33a	15,00 ± 0,58a
Calcare_tot	24,67 ± 0,88a	25,00 ± 1,00a	25,33 ± 1,76a	27,33 ± 1,45a
Cu	33,17 ± 1,36a	29,47 ± 2,45a	34,80 ± 1,10a	29,03 ± 2,52a

Tabella 18: Valori espressi come media ± errore standard. Lettere diverse indicano differenze significative (Tukey HSD,  $p \leq 0,05$ ). Il test Tukey sull'interazione Tesi × Campionamento è applicato solo se l'interazione è significativa all'ANOVA.

## Analisi biochimiche e SFW

Parametro	Non Trattato × Autunno	Non Trattato × Primavera	Trattato × Autunno	Trattato × Primavera
BIOMASSA	428,67 ± 42,68a	254,00 ± 36,12a	<b>426,67 ± 46,37a</b>	<b>181,67 ± 18,77a</b>
QCO2	7,87 ± 0,24a	11,10 ± 1,18a	9,03 ± 0,49a	15,17 ± 1,51a
IBF	19,67 ± 0,88a	17,00 ± 0,58a	20,67 ± 1,33a	16,00 ± 0,58a
Batteri	81800,00 ± 36459,29a	78939,67 ± 14555,49a	22819,67 ± 2969,92a	24626,33 ± 12361,94a
Funghi	207,33 ± 13,68a	515,20 ± 293,99a	227,33 ± 6,36a	548,33 ± 100,10a
F/B	0,00 ± 0,00a	0,01 ± 0,00a	0,01 ± 0,00a	0,04 ± 0,01a
Protozoi	388733,33 ± 635,96a	196330,00 ± 146763,83a	385333,33 ± 2666,67a	204826,67 ± 65576,57a
Flagellati	192333,33 ± 2185,81a	87250,00 ± 70142,11a	194000,00 ± 2309,40a	86233,33 ± 38875,24a

Amebe	196333,33 ± 1855,92a	109096,67 ± 76833,87a	191333,33 ± 1333,33a	97026,67 ± 49402,35a
-------	-------------------------	--------------------------	-------------------------	----------------------------

Tabella 19: analisi della fertilità del suolo. Valori espressi come media ± errore standard. Lettere diverse indicano differenze significative (Tukey HSD,  $p \leq 0,05$ ). Il test Tukey sull'interazione Tesi × Campionamento è applicato solo se l'interazione è significativa all'ANOVA.

## DISCUSSIONE

La prova svolta ha approfondito in molteplici aspetti quali sono le differenze dell'utilizzo o meno di Carosello in particolare sotto i profili di:

- **Analisi chimica:** quantità di sostanza organica, azoto e rapporto C/N.
- **Analisi biochimica:** fertilità del suolo espressa come biomassa microbica, quoziente metabolico e indice sintetico di fertilità biologica (IBF).
- **Analisi Soil Food Web:** cambiamenti delle reti trofiche del suolo, in particolare funghi e batteri e altri organismi.

Le differenze tra il suolo che ha ricevuto Carosello e no, sono statisticamente significative per la quantità di sostanza organica tra la tesi "bianca" trattata in primavera e la stessa autunnale. È un risultato positivo perché l'incremento di S.O. misurato è 0,70% rispetto alla tesi non trattata che ha avuto un incremento non significativo dello 0,07%.

Altre conseguenze positive per la tesi trattata, statisticamente significative, sono state il miglioramento del rapporto C/N e l'aumento della quantità di azoto. Interessante notare come tutti gli altri parametri chimico – fisici delle analisi non hanno avuto scostamenti significativi.

Dal punto di vista della fertilità biologica, anche se non rilevato dalla statistica, si nota un miglioramento proporzionalmente significativo nella tesi trattata della biomassa microbica e del quoziente metabolico.

L'innovativa analisi della Soil Food Web ha permesso di approfondire, in un terreno viticolo, quali sono le criticità da considerare nella futura gestione del suolo. In particolare, la quantità di funghi rispetto ai batteri è oggi sproporzionata verso i batteri; in molti suoli boschivi il rapporto tra funghi e batteri è  $> 5$ , nei suoli agricoli (come nel caso della prova) è 0,001 o inferiore. Questo determina una minore disponibilità di nutrienti per le piante in quanto la disponibilità del carbonio in particolare è regolato anche dai funghi. Il disturbo dato dal compattamento del suolo e dalle lavorazioni riduce la possibilità dei funghi di svilupparsi; ciò si è misurato anche nel caso della corrente prova tra la quantità di funghi e il rapporto tra funghi e batteri in entrambe le tesi primaverili e autunnali. Quest'ultime hanno valori peggiori probabilmente per le lavorazioni del suolo primaverili ed estive.

In conclusione, l'apporto di Carosello conferma il miglioramento nel suolo dei livelli di sostanza organica, di azoto e un miglioramento del rapporto carbonio e azoto; migliora la quantità e l'attività della biomassa microbica e la fertilità del suolo. Non ci sono invece riscontri sul miglioramento dei livelli di funghi, tema molto legato all'attività di gestione del suolo da parte dell'uomo.