Biochar ottenuto da sarmenti di vite pronto per la distribuzione sottofila

I RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE IN CORSO PRESSO IL POLO VITIVINICOLO DI TEBANO

PROGETTO ENOCHAR

Compost e biochar alla prova in campo

Il progetto si prefigge di verificare la risposta della vite a interventi ammendanti che presentano potenzialmente molteplici aspetti positivi - tra cui anche la possibilità di ridurre i rilasci di CO_2 -ma di cui devono essere valutati gli effetti su suolo, uva e vino

di **BUSCAROLI A., GREGGIO N., ZANNONI D., TOSELLI M., BALDI E., RIGHI S., CAVALLO A.C., MARAZZA D., PESCE S., BALUGANI E., PULCHER R., CAPPELLETTI M., DONINI E., FILIPPETTI I., ALLEGRO G.** - *UNIBO*
NIGRO G. - *Ri.NOVA*

Figura 1.
La localizzazione delle tesi presso il campo sperimentale di Tebano (Ra).
Datum WGS84-UTM32N

Campionamento suolo per analisi di laboratorio

Una serie di fattori e problematiche sta interessando il mondo agricolo e, in particolare, il settore vitivinicolo. Il progetto Enochar si prefigge lo scopo di verificare la risposta della vite ad interventi ammendanti che prevedono l'impiego di biochar e compost, separatamente e in miscela tra loro. Questo tipo di trattamento presenta potenzialmente molteplici aspetti positivi che debbono essere verificati in campo. L'apporto di questi ammendanti ha effetti benefici sul suolo ed in particolare nel migliorarne le caratteristiche fisiche e chimiche, garantendo migliori condizioni all'ambiente edafico e una progressiva liberazione di elementi nutritivi utilizzabili dalle piante. D'altra parte, l'impiego di queste biomasse modifica la composizione microbica del suolo così come potrebbe alterare la risposta produttiva della vite e la qualità delle uve e del vino ottenuto. Inoltre, l'apporto di questi ammendanti concorre ad aumentare il contenuto di carbonio al suolo contribuendo al contenimento delle concentrazioni di CO_2 in atmosfera, nell'ottica di una sostenibilità ambientale e di un'economia circolare. Tutti questi aspetti sono stati oggetto di valutazione nel progetto Enochar.

MATERIALI E METODI

La prova è stata condotta presso il campo sperimentale di Tebano (Ra) *(Fig. 1)*. Il campo sperimentale (250 x 25 m), posto trasversalmente rispetto alla valle del fiume Senio, presenta suoli a tessitura franca ma con caratteristiche pedologiche in parte dissimili, in relazione alla posizione morfologica e alla relativa età. Nella sua porzione più prossima al margine collinare, il suolo, più antico, si caratterizza per una tessitura più fine, una totale assenza di carbonati e un pH neutro (Fluvic Cambisols (Colluvic), secondo WRB, 2007). Viceversa, il suolo nella porzione più vicina al corso del fiume Senio (di origine pedologica più recente) si distingue per una tessitura più grossolana, presenza di carbonati e, di conseguenza, un pH sub alcalino (Haplic Calcisols, secondo WRB, 2007). Il vitigno impiegato è il Sauvignon Kretos, con portinnesto Kober 5BB e sistema d'allevamento Guyot. Il sesto d'impianto prevede una distanza tra le file di 2,6 m e piante di vite alla distanza di 1 m lungo la fila. Il campo sperimentale è organizzato in parcelle della lunghezza di 15 m (corrispondenti a 15 piante di vite). Per evitare contaminazioni tra le tesi, queste ultime sono separate longitudinalmente da parcelle non trattate della lunghezza di 15 m mentre, trasversalmente, è sempre presente un filare non trattato per evitare contaminazioni nei trattamenti ammendanti.

LE TESI

Il progetto Psr Enochar prevede il confronto tra diverse tesi denominate: Controllo, Biochar, Compost, CBmix, CBf, in base al tipo di trattamento. CBmix e CBf si riferiscono ad ammendamenti misti di compost e biochar. Il Controllo non è mai stato oggetto di apporto di ammendanti. Il biochar è stato distribuito in un'unica dose di 18 t s.s./ha in fase di pre impianto del vigneto, nella primavera 2019. Il Compost, il CBmix e il CBfresh vengono invece distribuiti annualmente a primavera alla dose di 3,2 t s.s./ha.

Il monitoraggio della prova

Il protocollo ha previsto un monitoraggio delle caratteristiche chimico fisiche e microbiologiche del suolo, delle produzioni vitivinicole, della qualità delle uve ottenute, delle caratteristiche dei vini.

RISULTATI

EFFETTI SULLE CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

In *Tab. 1* sono riportati i risultati dei campionamenti di suolo realizzati a marzo 2023 e febbraio 2024, prima della periodica distribuzione in campo delle matrici ammendanti. Come è possibile osservare, al riguardo del **carbonio organico (Corg)**, si nota come solamente la tesi Compost e, in misura molto limitata, la tesi di Controllo presentino un leggero aumento nel contenuto di Corg nel periodo considerato. Di contro, tutte le altre tesi (Biochar, CBmix e CBf) evidenziano una diminuzione. Da un lato, per la tesi Biochar, tale decremento potrebbe risultare fisiologico, visto che la distribuzione del biochar è avvenuta solamente nel 2019 e non è stata più ripetuta. Per quanto riguarda invece le tesi CBmix e CBf, tale diminuzione risulta invece inaspettata ed è probabilmente da ricondurre ad una dose non sufficiente di ammendante apportato che non è risultata in grado di soddisfare le esigenze nutritive necessarie alle viti.

Per quanto riguarda l'**azoto totale (N tot)**, ad eccezione della tesi Compost che evidenzia una sostanziale stabilità nella dotazione del suolo, tutte le altre tesi evidenziano una diminuzione delle concentrazioni, modesta per le tesi Biochar e Controllo, leggermente più consistente per CBmix e CBf. Così come anticipato per il carbonio organico, anche in questo caso, si può ipotizzare un non sufficiente apporto di ammendante all'origine di questi risultati.

Tabella 1.
Valori del carbonio organico e dei principali elementi della fertilità ad inizio e fine progetto, distinti per tipologia di trattamento. Media dei valori di 3 parcelle

Elemento	Unità di misura	Biochar		CBmix		Compost		Controllo		CBf	
		2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
C org	%	1.53	1.32	2.50	1.79	1.39	1.57	1.04	1.11	2.11	1.83
N tot	%	0.15	0.14	0.21	0.17	0.18	0.18	0.15	0.14	0.20	0.17
P ass	mg kg-1	12.8	13.9	77.5	53.2	34.5	48.0	11.3	10.2	46.4	38.1
K ass	mg kg-1	155	177	221	222	178	207	100	164	259	237

Tabella 2.
Concentrazioni di macro e micro elementi fogliari all'invaiatura, in parcelle sottoposte a 5 diverse tesi. n.s.: non significativo (P=0,05); ** Significativo per P<0,01

TESI	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(% s.s.)						(mg kg^{-1} s.s.)					
CONTROLLO	1,96	0,144	0,506	3,12	0,285	0,204	120	45,9 a	7,28	151	42,9	5,44
COMPOST	2,25	0,140	0,525	2,96	0,303	0,222	146	35,2 b	8,10	178	46,4	6,49
BIOCHAR	1,98	0,148	0,528	3,15	0,279	0,231	170	37,6 b	7,37	191	43,5	4,97
CB MIX	2,12	0,136	0,499	2,98	0,282	0,211	164	31,5 b	8,24	178	47,2	5,42
CB FRESH	2,16	0,132	0,546	2,95	0,283	0,211	156	31,2 b	8,52	167	47,4	5,63
Significatività	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	**	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*	*n.s.*

Tabella 3.
Quantificazione della biomassa batterica e fungina nei diversi campioni

Trattamento	Batteri		Funghi	
	Estate	Inverno	Estate	Inverno
NT	5.66E+08	2.74E+07	5.78E+06	3.13E+03
B22	5.51E+08	6.27E+07	9.81E+06	1.79E+04
C	1.09E+09	6.43E+07	2.77E+07	2.86E+04
CBmix	1.17E+09	8.53E+07	2.48E+07	2.94E+04
CBf	1.17E+09	1.26E+08	1.45E+07	7.79E+04

Tabella 4.
Indici di Shannon dei diversi campioni di suolo analizzati

Trattamento	Batteri		Funghi	
	Estate	Inverno	Estate	Inverno
Controllo (NT)	6.27	6.43	3.93	4.70
Biochar (B22)	6.58	6.52	3.28	4.79
Compost (C)	6.56	6.24	3.92	5.26
CBmix	6.53	6.49	3.78	4.35
CBf	6.74	6.27	3.74	5.34

Relativamente al **fosforo assimilabile (P ass)**, solamente le tesi Biochar e Compost evidenziano un incremento nelle concentrazioni nell'arco temporale considerato mentre, le tesi CBmix, CBf ed il Controllo, evidenziano una diminuzione delle concentrazioni di P ass.

Al riguardo del **potassio assimilabile (K ass)**, si osserva un particolare aumento nel Controllo nel periodo considerato. Incrementi sensibili si hanno anche nelle tesi Biochar e Compost, mentre nella tesi CBmix il tenore di K rimane praticamente invariato e in CBf si osserva una leggera diminuzione.

Altri parametri sono stati monitorati nel corso della sperimentazione onde verificarne l'andamento in relazione ai trattamenti realizzati. Il **pH**, come detto, risulta in parte influenzato dalle caratteristiche intrinseche dei suoli del campo sperimentale. Oltre a una generale elevata variabilità del dato, si evidenzia un leggero incremento dei valori in tutte le tesi, eccezion fatta per la tesi Biochar che presenta valori più stabili.

La **capacità di scambio cationico (CSC)** presenta valori medi molto omogenei nelle diverse tesi, compresi nell'intervallo 23-27 cmol(+) kg^{-1}. Tali valori risultano nel complesso discreti ma occorre segnalare come, in questa prova specifica, non sia risultato possibile verificare il contributo del biochar a un suo incremento. Una possibile spiegazione a tale evidenza potrebbe risiedere nella già buona dotazione di base dei suoli del campo sperimentale, evidenziata nella tesi Controllo, o nella metodica analitica adottata nella sua determinazione, che potrebbe risultare non appropriata nel caso di analisi di sospensioni di suolo e biomasse leggere, come nel caso del biochar.

Il monitoraggio della **conduttività elettrica (CE)** non ha evidenziato situazioni critiche in seguito all'apporto delle biomasse testate, con un generale andamento in decrescita dopo un iniziale innalzamento.

Al riguardo della concentrazione degli **anioni solubili**, le tesi con apporto di compost, da solo (Compost) o in miscela con biochar (CBmix e CBf), hanno fatto registrare un leggero aumento nel contenuto di nitrati (NO_3^-), solfati (SO_4^{2-}) e cloruri (Cl^-) rispetto alla tesi di Controllo.

Dalle analisi fogliari, eseguite in fase di invaiatura, non sono emerse differenze significative fra i trattamenti per nessuno degli elementi considerati *(Tab. 2)*. Unica eccezione il boro (B) che è risultato più alto nella tesi Controllo rispetto a tutte le altre.

CARATTERIZZAZIONE DELLE COMUNITÀ MICROBICHE NEI SUOLI

La quantificazione della biomassa microbica in suoli soggetti ai diversi trattamenti indica che l'aggiunta di compost aumenta l'abbondanza di batteri e funghi in entrambe le stagioni testate *(Tab. 3)*. L'effetto positivo dell'aggiunta del biochar sull'abbondanza di batteri e funghi invece si osserva in inverno.

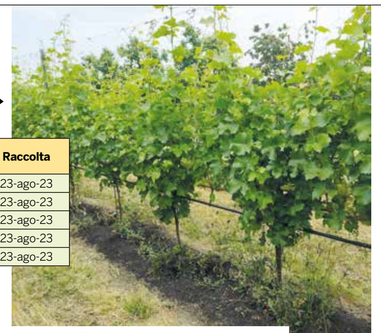
L'analisi della diversità presente nei campioni di suolo *(Tab. 4)* mostra che le comunità batteriche sono estremamente eterogenee in termini di presenza di gruppi batterici (alto indice di Shannon) con piccole variazioni tra i diversi campioni analizzati. Vi è invece una maggiore variazione tra i campioni per quanto riguarda la popolazione fungina tra le due stagioni e, per quanto riguarda l'inverno, anche in funzione del trattamento. In particolare, in inverno i campioni di suolo Compost e CBf hanno mostrato valori di diversità più alti (Shannon index >5).

L'analisi della distribuzione e raggruppamento dei campioni sulla base delle comunità microbiche identificate sulla base dei sequenziamenti *(Fig. 2)* ha mostrato come i trattamenti con biochar e con compost abbiano un forte impatto sulle comunità batteriche sia in estate che in inverno, mentre il mix dei due ha mostrato il maggiore impatto in estate. Per quanto riguarda i funghi invece i trattamenti che includono il compost hanno mostrato un forte impatto sulla popolazione soprattutto in estate. L'analisi dei diversi campioni raccolti nelle due stagioni principali ha mostrato una correlazione tra le composizioni delle comunità fungine e la stagione, mentre per i batteri questo tipo di suddivisione è stato meno evidente.

I risultati di alfa e beta diversità considerati insieme indicano che le comunità batteriche sono influenzate da entrambi i tipi di ammendanti (biochar e compost) e il loro impatto è maggiore di quello causato dalle variazioni ambientali e climatiche associabili alla stagionalità. L'aggiunta di compost ha invece un forte impatto sulle popolazioni fungine che comunque subiscono anche influenze legate alle variazioni stagionali. Questi risultati sono in accordo con studi precedenti che hanno dimostrato un forte impatto del compost sui microrganismi del suolo di aree agricole in associazione all'alto carico organico dell'ammendante (Heisey et al., 2022).

Per quanto riguarda l'effetto del biochar, i nostri risultati indicano un impatto positivo sulla diversità e abbondanza microbica, in linea con studi precedenti che hanno anche evidenziato l'associazione di questo tipo di osservazioni con un effetto positivo sulla attività microbica nel suolo anche in relazione alla crescita delle piante (Zhang et al., 2022).

Figura 2.
Principal Coordinate Anlaysis (PCoA) che mostra la distribuzione dei campioni sulla base della composizione delle comunità microbiche presenti



Distribuzione sottofila di biochar ▸

Tabella 5.
Fasi fenologiche della vite in parcelle sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR, cv. Sauvignon Kretos, annata 2023

TESI	Germogliamento	Inizio fioritura	Fioritura	Allegagione	Inizio invaiatura (20%)	Invaiatura (80%)	Raccolta
Controllo	30-mar-23	25-mar-23	29-mar-23	8-giu-23	21-lug-23	2-ago-23	23-ago-23
Compost	28-mar-23	22-mag-23	27-mag-23	6-giu-23	19-lug-23	4-ago-23	23-ago-23
Biochar	28-mar-23	22-mag-23	27-mag-23	6-giu-23	19-lug-23	2-ago-23	23-ago-23
CBmix	28-mar-23	22-mag-23	27-mag-23	6-giu-23	19-lug-23	4-ago-23	23-ago-23
CBf	28-mar-23	22-mag-23	27-mag-23	6-giu-23	19-lug-23	4-ago-23	23-ago-23

EFFETTI INDOTTI SU VITE, UVA E VINO

▸ Fasi fenologiche della vite

Nel 2023, dal germogliamento all'inizio dell'invaiatura *(Tab.5)*, si è osservato un lieve ritardo nello sviluppo fenologico delle piante testimone, rispetto alle viti delle parcelle trattate con matrici innovative.Tale ritardo si è attenuato in fase di invaiatura.

▸ Determinazioni analitiche su uva

A partire dal 28 luglio sono iniziati i campionamenti periodici (ogni 8 giorni circa) per la valutazione della cinetica di maturazione. In data 11 Agosto 2023, le uve della tesi CBf hanno mostrato una concentrazione in s.s. significativamente più bassa rispetto alle altre tesi. Il 18 agosto la tesi CBmix ha presentato una minore concentrazione in s.s. rispetto alla tesi Biochar *(Fig. 3)*.Alla raccolta, le diverse tesi mostravano una concentrazione in s.s. statisticamente simile *(Fig. 3)*. Tuttavia, la tesi Controllo si è dimostrata tendenzialmente più ricca in s.s. *(Fig. 3)*. Nello stesso periodo, è stato misurato il calo di acidità subito dalle uve delle diverse tesi: non sono state rilevate differenze significative né durante la maturazione, né alla raccolta *(Fig. 4)*.
Per quanto riguarda il pH *(Tab. 6)*, alla raccolta non sono emerse differenze significative tra le divere tesi.

▸ Parametri qualitativi della bacca alla raccolta

Le analisi effettuate sulle uve alla raccolta *(23 agosto, Tab. 7)* non hanno fatto emergere differenze significative nel contenuto in acidi organici delle diverse Tesi. Diversamente, la concentrazione in Azoto Prontamente Assimilabile si è rivelata maggiore in CBf e Compost, rispetto alla tesi Biochar.

▸ Rilievi vegeto-produttivi su vite

I rilievi produttivi non hanno fatto emergere differenze significative nel numero di grappoli per pianta *(Tab. 8)*. La Tesi CBf ha presentato valori di produzione e peso medio del grappolo maggiori del Controllo. La Tesi CBmix ha presentato valori maggiori del legno di potatura rispetto a Biochar. Non sono emerse differenze nei valori dell'Indice di Ravaz tra le diverse tesi.

▸ Valutazione degli effetti indotti su vino

Al fine di monitorare gli effetti dell'applicazione di compost, biochar e CB MIX sulle caratteristiche chimico - fisiche e sensoriali dei vini, si è proceduto, per ciascuna Tesi/replica, alla realizzazione di microvinificazioni. Le microvinificazioni e le analisi chimico-fisiche sui vini sono state eseguite presso la cantina sperimentale di Astra - Innovazione e Sviluppo.
Dall'analisi dei parametri compositivi dei **mosti** ottenuti nel 2023 dalle uve della varietà Sauvignon Kretos, provenienti da piante sottoposte alle cinque tesi valutate nel progetto Enochar, è emerso un contenuto di solidi solubili complessivamente alto, conseguente all'andamento meteorologico dell'annata. Nonostante non siano state rilevate, fra le cinque tesi, differenze nel contenuto in solidi solubili, l'alcol potenziale dei mosti è risultato maggiore nella tesi Controllo rispetto alla tesi CBmix. Si può inoltre osservare una concentrazione di solidi solubili tendenzialmente più bassa nei mosti ottenuti dalle tesi in cui sono state applicate matrici organiche innovative. I valori di pH misurati sui mosti delle diverse tesi sono risultati simili e complessivamente si sono rivelati medio-alti per la produzione di vini bianchi secchi. Le concentrazioni di acido tartarico, malico e citrico nei mosti sono apparse simili; si può tuttavia osservare una concentrazione di acido malico tendenzialmente maggiore nei mosti ottenuti da tesi in cui è stato applicato Compost. È stata rilevata una concentrazione di Azoto Prontamente Assimilabile (APA) maggiore nei mosti delle tesi e CBf rispetto ai mosti della tesi Biochar.
L'analisi chimica effettuata sui **vini** delle cinque Tesi ha rilevato un contenuto alcolico simile e complessivamente elevato; ciononostante, si può notare come il contenuto alcolico dei vini ottenuti da piante soggette all'applicazione di innovative matrici organiche sia tendenzialmente più basso rispetto ai vini della tesi Controllo. Poiché nei vini della tesi Controllo è stata rilevata la presenza di zuccheri residui, il grado alcolico potenziale dei vini di tale tesi è risultato maggiore rispetto ai vini della tesi CBmix, similmente a quanto osservato dalla misurazione del grado alcolico potenziale dei mosti. I valori di estratto secco totale misurati sui vini delle cinque tesi sono risultati simili, mentre sono stati osservati valori maggiori di estratto secco non riduttore nei vini della tesi CBf, rispetto alle tesi Controllo e Biochar. I valori di acidità totale misurati si sono rivelati simili fra le diverse Tesi, mentre l'acidità volatile è risultata più elevata nei vini della tesi Biochar rispetto ai vini della tesi Controllo. Il contenuto in acido tartarico è risultato maggiore nei vini delle tesi soggette all'applicazione di Compost, rispetto ai vini della tesi Biochar. In base alle concentrazioni di acido lattico rilevate, si può dedurre che in nessun vino delle cinque tesi ha avuto luogo la fermentazione malolattica. I vini delle tesi Controllo e Biochar hanno presentato un contenuto in acido citrico maggiore rispetto ai vini delle altre tesi. I vini della tesi Biochar si sono rivelati più ricchi in polifenoli totali rispetto ai vini delle altre tesi, mentre i vini della tesi CBf hanno manifestato un'intensità del colore (DO 420 nm) maggiore rispetto ai vini della tesi Controllo *(Tab. 9)*.

Figura 3.
Curve di maturazione: andamento di solidi solubili (Brix°) in bacche di vite provenienti dalle parcelle sottoposte alle 5 diverse tesi. n.s.: non significativo (P=0,05): * Significativo per P<0,05. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student- Neuman-Keuls

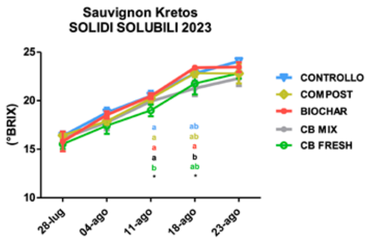


Figura 4.
Curve di maturazione: andamento dei valori di acidità totale (g/L di acido tartarico) in bacche di vite provenienti dalle parcelle sottoposte a 5 diverse tesi. n.s.: non significativo (P=0,05): * Significativo per P<0,05. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student- Neuman-Keuls

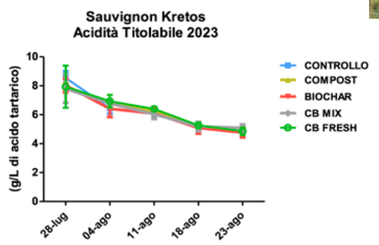


Tabella 6.
Curve di maturazione: andamento dei valori di pH in bacche di vite sottoposte alle 5 diverse tesi. n.s.: non significativo (P=0,05): * Significativo per P<0,05. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student- Neuman-Keuls

	pH				
Controllo	3,09	3,10	3,15 a	3,27	3,37
Compost	3,10	3,08	3,13 ab	3,29	3,37
Biochar	3,07	3,10	3,15 a	3,32	3,36
CBmix	3,06	3,08	3,16 a	3,28	3,34
CBf	3,03	3,07	3,12 b	3,29	3,40
Significatività	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.

Tabella 7.
Parametri qualitativi alla raccolta. Concentrazioni di acidi organici e di Azoto prontamente assimilabile dai lieviti - in bacche di vite sottoposte a 5 diverse tesi. n.s.: non significativo (P=0,05); * Significativo per P<0,05. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student- Neuman-Keuls

TESI	Ac. Tartarico (g/L)	Ac. Malico (g/L)	Ac. Citrico (g/L)	APA (mg/L)
Controllo	6,93	0,60	0,28	95 ab
Compost	6,75	0,75	0,27	138 a
Biochar	6,61	0,71	0,27	79 b
CBmix	6,87	0,83	0,27	123 ab
CBf	6,82	0,76	0,26	142 a
Significatività	n.s.	n.s.	n.s.	*

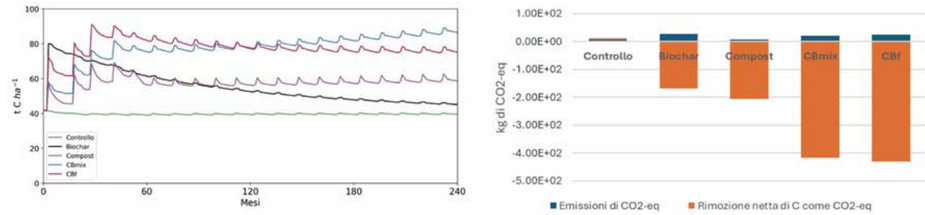
Tabella 8.
Parametri vegeto-produttivi di piante di vite sottoposte a sottoposte a 5 diverse tesi. ** Significativo per P≤ 0,01: n.s., non significativo (P=0,05). Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano significativamente differenti secondo il Test SNK (grappoli, produzione e legno di potatura) o il Test Kruskall Wallis, seguito dal Test di comparazione di Dunn (peso medio grappolo e Indice di Ravaz)

TESI	Grappoli (N)	Produzione (kg)	Peso medio grappolo (g)	Legno di potatura (Kg)	Indice di Ravaz
Controllo	27	4,70 b	178 b	1,01 ab	4,85
Compost	30	5,82 ab	195 ab	1,05 ab	5,71
Biochar	29	5,16 ab	175 ab	0,81 b	6,52
CBmix	27	5,62 ab	216 ab	1,14 a	5,10
CBf	29	6,46 a	225 a	1,04 ab	6,63
Significatività	n.s.	*	*	*	n.s.

Tabella 8.
Analisi chimica dei mosti e dei vini ottenuti da uve di piante di vite sottoposte a 5 diverse tesi.
*: significativo per P<0,05; **: significativo per P≤0,01: n.s.: non significativo (P=0,05)

ANALISI	Unità di misura	T1	T2	T3	T4	T5	Significatività
MOSTO		Controllo	Compost	Biochar	CBmix	CBf	
Brix		24,1	22,8	23,5	22,3	22,8	n.s.
Alcol potenziale	%vol	14,4 a	13,5 ab	13,9 ab	13,1 b	13,5 ab	*
pH		3,37	3,37	3,36	3,34	3,4	n.s.
Acidità totale	g/l	4,82	4,84	4,76	5,09	4,85	n.s.
Acido Tartarico	g/l	6,93	6,75	6,61	6,87	6,82	n.s.
Acido Malico	g/l	0,6	0,75	0,71	0,83	0,76	n.s.
Acido Citrico	g/l	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	n.s.
A P A	mg/l	95 ab	138 a	79 b	123 ab	142 a	*
VINO		Controllo	Compost	Biochar	CBmix	CBf	
Densità		0,9884	0,9891	0,9891	0,9893	0,9888	n.s.
Alcol effettivo	vol%	14,8	14,3	14,2	14	14,5	n.s.
Zuccheri	g/l	1,2	<1	<1	<1	<1	n.s.
Alcol complessivo	vol%	14,9 a	14 ab	14,6 ab	13,7 b	14 ab	*
Estratto secco totale	g/l	19,3	19,1	18,7	18,9	19,3	n.s.
Estratto non riduttore	g/l	18,2 b	18,8 ab	17,9 b	18,9 ab	19,3 a	*
pH		3,41	3,41	3,45	3,39	3,47	n.s.
Acidità Totale	g/l	5,46	5,63	5,23	5,69	5,36	n.s.
Acidità Volatile	g/l	0,25 b	0,26 ab	0,30 a	0,27 ab	0,26 ab	*
Acido Tartarico	g/l	1,92 ab	2,55 a	1,66 b	2,46 a	2,42 a	**
Acido Malico	g/l	1,19	1,14	1,24	1,23	1,13	n.s.
Acido Lattico	g/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	n.s.
Acido Citrico	g/l	0,31 a	0,28 b	0,31 a	0,28 b	0,28 b	**
Polifenoli Totali	mg/l	278 b	275 b	304 a	263 b	274 b	**
DO 420 nm		0,070 b	0,090 ab	0,072 ab	0,088 ab	0,092 a	*

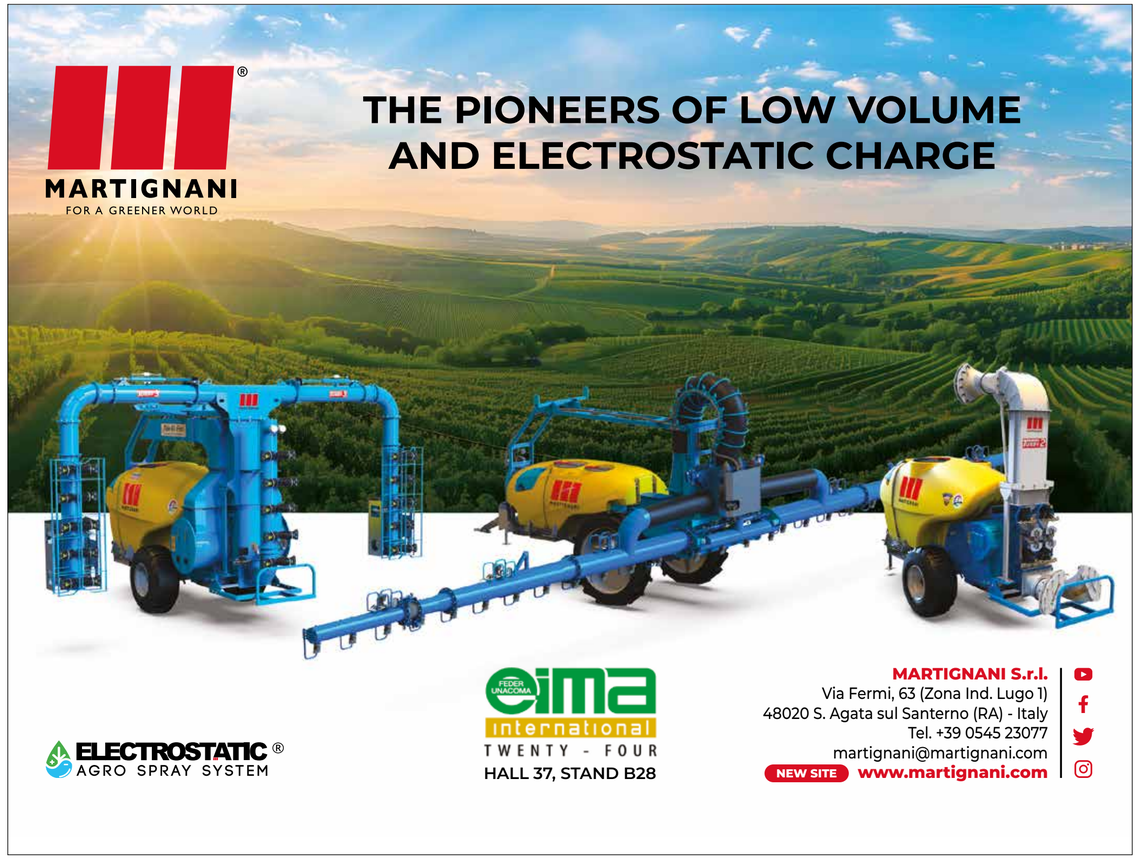
Fig. 5.
Andamento di carbonio organico totale nel suolo (t C ha-1)



▸ Analisi di sostenibilità ambientale Lca

In questo progetto, la metodologia Lca ha avuto come obiettivo quello di valutare gli impatti ambientali relativi alle fasi coinvolte nella produzione di uva. Lo studio ha esaminato i processi "from cradle to farm-gate", ovvero dalla produzione delle materie prime fino all'ultima fase della coltivazione, la raccolta. L'unità di riferimento (unità funzionale - FU) rispetto alla quale sono stati sviluppati i calcoli è 100 kg di uva raccolti annualmente per un arco temporale di 20 anni (tempo di vita assunto per il vigneto). I processi coinvolti nelle analisi sono stati: produzione degli ammendanti e dei fitofarmaci, irrigazioni, uso di energia elettrica, lavorazioni colturali.
L'analisi Lca permette di ottenere l'impatto ambientale totale su alcune categorie specifiche (cambiamento climatico, acidificazione, eutrofizzazione, ecc.). Normalizzando tali risultati rispetto ad una condizione di riferimento, è possibile confrontare tra loro queste categorie. I risultati Lca ottenuti mostrano che l'ammendamento con Biochar è la tesi con le migliori prestazioni ambientali (in 8 categorie su 16), seguita dal Controllo (in 7 categorie su 16). Le buone prestazioni ambientali del controllo sono spiegate dal fatto che su di esso non è stato effettuato alcun ammendamento aggiuntivo e, di conseguenza, non sono stati conteggiati gli impatti dovuti alla produzione di ammendante. Gli scenari con prestazioni peggiori, invece, sono stati: Compost (in 7 categorie su 16) seguito da CBf (in 5 categorie su 16).
Le categorie più impattate sono risultate essere la formazione di particolato atmosferico e la tossicità umana cancerogena, con i valori maggiori mostrati dal biochar, seguite da eutrofizzazione terrestre e formazione di ozono troposferico.
Analizzando la categoria del cambiamento climatico, espressa sottoforma di kg di CO_2 equivalente su unità funzionale, il valore maggiore è attribuito alla tesi Biochar, seguita da CBmix e CBf.
La metodologia Lca, attualmente, non tiene in considerazione emissioni e stoccaggio di carbonio da parte del suolo, fattore fondamentale quando si analizzano sistemi agricoli. Per fornire una stima di questo valore, si è utilizzato RothC, ovvero un modello sviluppato per il calcolo delle dinamiche di carbonio nel suolo.Tramite RothC, è stato possibile simulare l'andamento temporale della concentrazione di carbonio organico totale nel suolo *(Fig. 5)*. Come si può notare, la tesi Biochar ha un picco iniziale seguito da un graduale decremento, dovuto alla naturale degradazione del carbonio nel suolo, mentre le tesi costituite da compost e composto/biochar mostrano picchi regolari. L'applicazione del biochar, infatti, è avvenuta una sola volta durante i 5 anni, ovvero all'impianto del vigneto, mentre per gli altri ammendanti la frequenza è stata annuale.
La calibrazione del modello RothC è avvenuta con l'utilizzo di dati sperimentali ottenuti in campo nei 5 anni di sperimentazione, mentre la validazione non è stata possibile, in quanto da letteratura per effettuarla si necessita di almeno 10 anni di dati. La profondità considerata per tutte le tesi è stata di 30 cm.
Per stimare il bilancio di carbonio, si è preso come riferimento l'equazione proposta dalla commissione europea, dove si sottrae al carbonio stoccato nel suolo le emissioni di gas serra espresse come kg di CO_2 equivalente.
Si sono, quindi, ottenuti i seguenti risultati di carbonio rimosso (kg di CO_2 equivalente): Controllo -6.45, Biochar 168, Compost 206, CBmix 418 e CBf 429.

Grappoli allla raccolta ◂

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma Regionale di Sviluppo Rurale 2014-2020 – Tipo di Operazione 16.1.01 – Gruppi Operativi del Partenariato Europeo per l'Innovazione: "Produttività e Sostenibilità dell'Agricoltura" Focus Area 4B – Applicazione di matrici innovative (Compost e Biochar) per la riduzione dei rilasci di CO_2 nell'atmosfera, degli input di sintesi in vigneti e per la salvaguardia della fertilità dei suoli esposti agli effetti del cambiamento climatico - Enochar

Programma di Sviluppo Rurale dell'Emilia-Romagna 2014-2020
UNIONE EUROPEA Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale
RegioneEmilia-Romagna
L'Europa investe nelle zone rurali