

Project number: 101113620

Acronym: LIFE22-CCA-IT-LIFE VitiCaSe

Title: Viticulture for Soil Organic Carbon Sequestration



Co-funded by
the European Union



**Co-funded by
the European Union**

Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or CINEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them..

Call:	LIFE-2022-SAP-CLIMA		
Project Number	101113620		
Project full name	Viticulture for Soil Organic Carbon Sequestration		
Project acronym	LIFE22-CCA-IT-LIFE VitiCaSe		
Coordinator contact	Simona Palermo Simona.palermo@imageline.it Mobile: +39 348 6144978		
Deliverable Number	D.2.1	Lead Beneficiary	CREA
Deliverable title	Handbook of best practices Database on "Sustainable Soil Management" (SSM)		
Type	R - Document	Dissemination Level	PU - Public
Due Date (month)	M6	Work Package No	WP 2
Author(s)	Vanino, Farina, De Leo, Nino (CREA)		
Contributor(s)	Neri, Baratella, Epifani, Piccini, Socciarelli, Dell'Orco (CREA)		

*Please note that the links here included could have a limited validity and availability.
In link(s) not available, please contact the coordinator indicated above for more information.*

Summary

1. <i>Introduzione (ITA)</i>	3
2. <i>Introduction (EN)</i>	3
3. <i>Metodologia di Ricerca (ITA)</i>	4
4. <i>Research methodology (EN)</i>	4
5. <i>Risultati della ricerca bibliografica (ITA)</i>	6
6. <i>Bibliographic research results (EN)</i>	6
7. <i>Elenco pratiche di Carbon Farming individuate</i>	10
8. <i>List of Carbon Farming Practices Identified (EN)</i>	15
9. <i>Metadata</i>	19
10. <i>Database of Carbon Farming practices</i>	20

1. Introduzione (ITA)

Il progetto VitiCaSe ha l'obiettivo di sviluppare un business model che porti ad una remunerazione degli agricoltori attraverso i crediti di carbonio per il loro impegno in una gestione virtuosa del suolo delle loro aziende.

Tra gli obiettivi specifici è previsto di fornire agli agricoltori indicazioni operative (pratiche e tecnologie) che favoriscano l'incremento del contenuto di carbonio organico dei suoli delle aziende vitivinicole interessate al progetto, con la produzione di un database riportante l'elenco delle pratiche e il loro effetto sullo stock di carbonio.

All'atto della presentazione di VITICASE, erano state individuate a priori una serie di pratiche agronomiche che potrebbero portare ad un incremento degli stock di carbonio nei suoli agrari.

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di raccogliere, sintetizzare ed armonizzare in un database i risultati riportati in una serie di articoli e report che esplorano varie strategie di carbon farming e i loro impatti sullo stoccaggio di carbonio nei suoli, con particolare riferimento all'ambiente mediterraneo.

Gli articoli esaminati identificano una vasta gamma di pratiche agricole volte a favorire l'accumulo di carbonio nel suolo, elencate di seguito nel paragrafo 4.

Il DB è in costante aggiornamento e sarà ulteriormente alimentato nel corso del progetto. Per facilitarne la fruizione e il continuo aggiornamento verrà reso disponibile sul sito del progetto.

2. Introduction (EN)

The VitiCaSe project aims to develop a business model that leads to farmers being remunerated through carbon credits for their commitment to virtuous soil management on their farms.

Specific objectives include providing farmers with operational indications (practices and technologies) that foster an increase of the organic carbon content of the soils of the wineries involved in the project, with the production of a database listing the practices and their effect on the carbon stock.

At the time of VitiCaSe's submission, a set of agronomic practices that could lead to an increase in the carbon stock in agricultural soils had been preliminarily identified.

The objective of the present work was to collect, synthesise and harmonise in one database the results reported in several papers and reports exploring various carbon farming strategies and their impacts on soil carbon stock, with particular focus to the Mediterranean environment.

The examined papers identify a wide range of agricultural practices aimed at enhancing soil carbon stock, listed below in section 4.

The DB is being constantly maintained and will be further updated during the course of the project. To facilitate its use and continuous updating, it will be made available on the project website.

3. Metodologia di Ricerca (ITA)

La ricerca bibliografica è stata condotta utilizzando parole chiave specifiche all'interno di database nazionali e internazionali, considerando pubblicazioni degli ultimi 10 anni (vedi Tabella 1). Tali pubblicazioni dovevano contenere descrizioni accurate e ripetibili delle pratiche agronomiche testate in campo e delle pratiche “*business as usual*” (BAU), l’indicazione del contenuto di carbonio nel suolo all’inizio della sperimentazione e la variazione dello stesso dopo n anni di sperimentazione in viticoltura mediterranea per entrambe le pratiche (test e controllo). Inoltre, dovevano essere presenti la descrizione delle caratteristiche chimiche e fisiche del suolo, l’andamento meteorologico, la localizzazione, ecc. In prima istanza sono state individuate 80 pubblicazioni ma solo 28 di esse presentavano tutti i requisiti richiesti.

Il database presentato al capitolo 6 riporta l’elenco delle pratiche di Carbon-Farming applicabili nei vigneti, una loro breve descrizione ed i dati raccolti dall’analisi degli articoli esaminati. Non sono state trovate informazioni utili per tutte le pratiche applicabili ai vigneti.

Database	Basic keywords	Refinement keywords	Date range & limitations
Scopus	Vine(s) Vineyard(s) Grapevine(s)	Carbon farming; C farming; Carbon credits; C credits	2013-2023
Google scholar			
Web of Science			
Researchgate			
Informatore agrario + Terra e vita	Vigneto/i Vigna/e Vite/i Viticoltura	Agricoltura del carbonio; agricoltura del C; crediti di carbonio; crediti di C	Fertilizzazione organica; fertilizzanti organici; concimazione organica; concimi organici; biochar; lavorazione/i; colture di copertura; sovescio; consociazione; colture multiple; inerbimento

Tabella 1 (Table 1)

4. Research methodology (EN)

Project number: 101113620

Acronym: LIFE22-CCA-IT-LIFE VitiCaSe

Title: Viticulture for Soil Organic Carbon Sequestration



Co-funded by
the European Union

The literature research was conducted using specific keywords within national and international databases, considering publications from the last 10 years (see Table 1). These publications had to contain accurate and repeatable descriptions of the agronomic practices tested in the field and the 'business as usual' (BAU) practices, the indication of the soil carbon content at the beginning of the experimentation and the variation of the same after n years of experimentation in Mediterranean viticulture for both practices (test and control). In addition, a description of the chemical and physical characteristics of the soil, meteorological trends, location, etc. had to be present. In the first instance, 80 publications were identified but only 28 of them met all the requirements.

The database presented in Chapter 6 lists the Carbon Farming practices applicable in vineyards, their brief description and the data gathered from the analysis of the articles examined. Useful information was not found for all the practices applicable to vineyards.

5. Risultati della ricerca bibliografica (ITA)

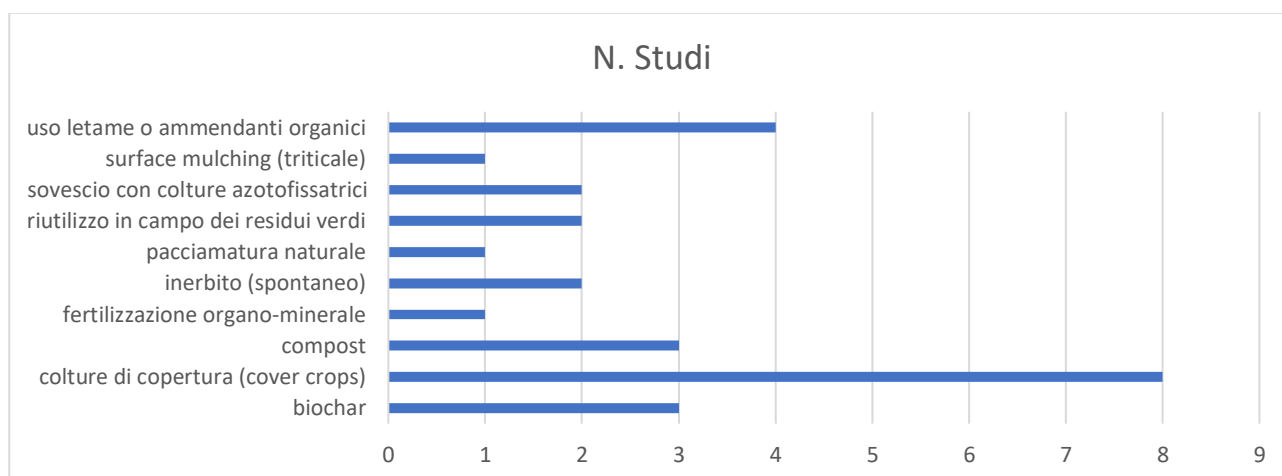
Di seguito vengono riportate tabelle e grafici che riassumono i risultati della ricerca, le pubblicazioni analizzate per ciascuna pratiche i contesti territoriali presi in esame.

6. Bibliographic research results (EN)

Below we provide tables and graphs summarising the results of the research, the publications analysed for each practice and the territorial contexts examined.

No. of studies analysed for each Carbon Farming practice

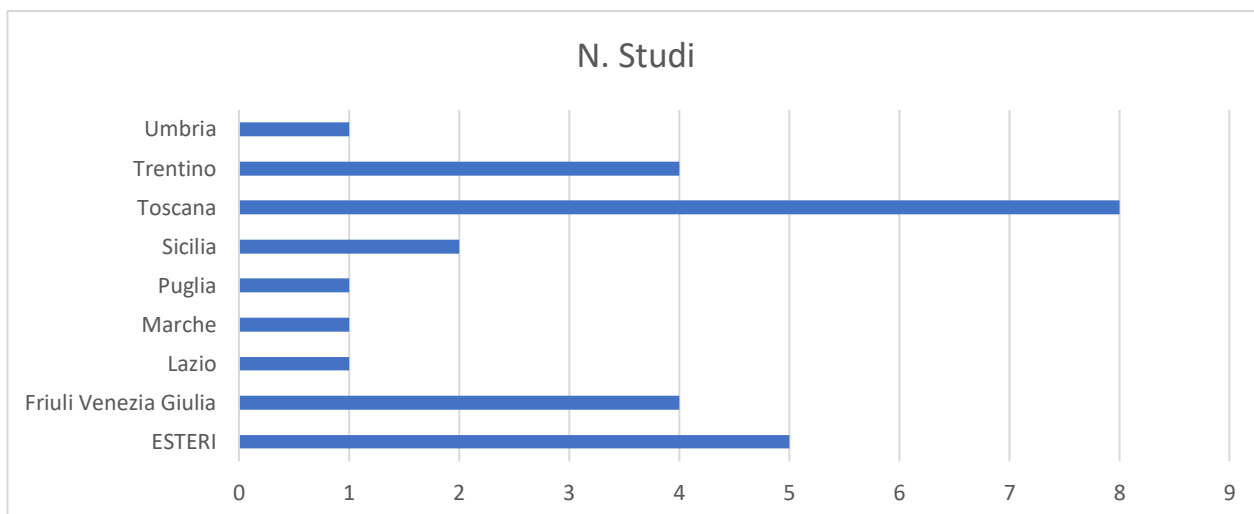
pratica_C_Farming	N. Studi
biochar	3
colture di copertura (cover crops)	8
compost	3
fertilizzazione organo-minerale	1
inerbito (spontaneo)	2
pacciamatura naturale	1
riutilizzo in campo dei residui verdi	2
sovescio con colture azotofissatrici	2
surface mulching (triticale)	1
uso letame o ammendanti organici	4
Totale	27



Geographical distribution of analysed studies

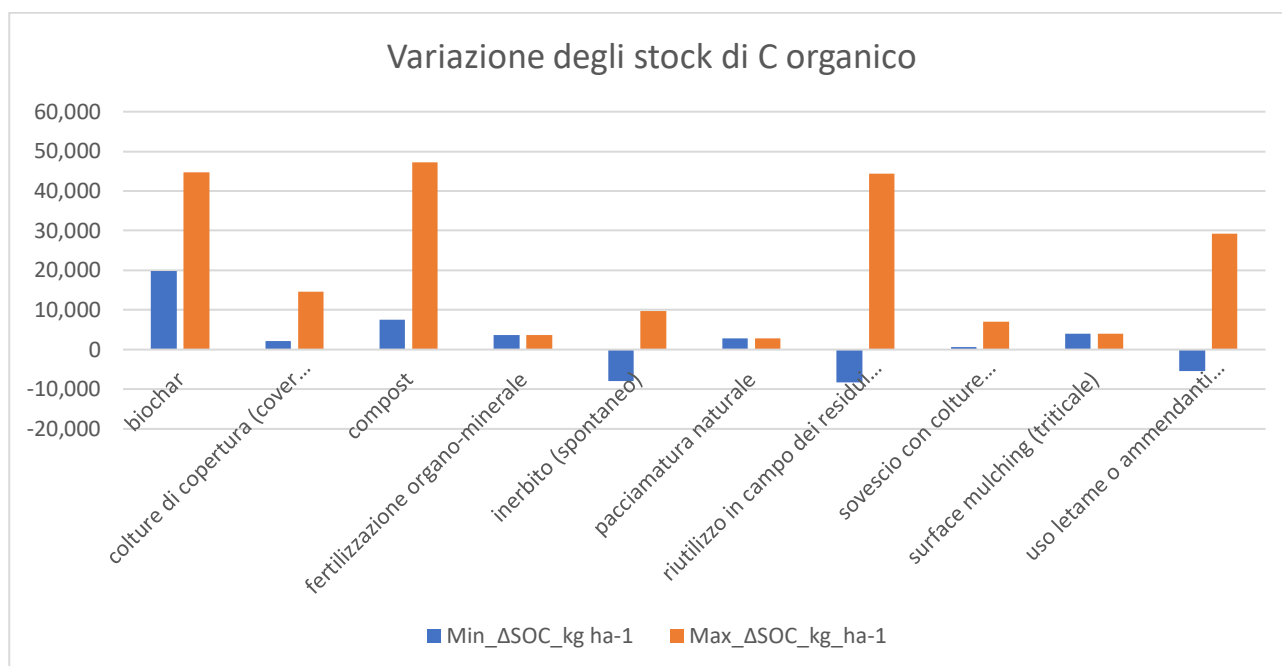
Stato	N. Studi
Italia	22
Spagna	1
Australia	2
California	2

Stato	Regione	N. Studi
ESTERI	ESTERI	5
Italia	Friuli-Venezia Giulia	4
Italia	Lazio	1
Italia	Marche	1
Italia	Puglia	1
Italia	Sicilia	2
Italia	Toscana	8
Italia	Trentino	4
Italia	Umbria	1



Variation of organic C stocks per hectare

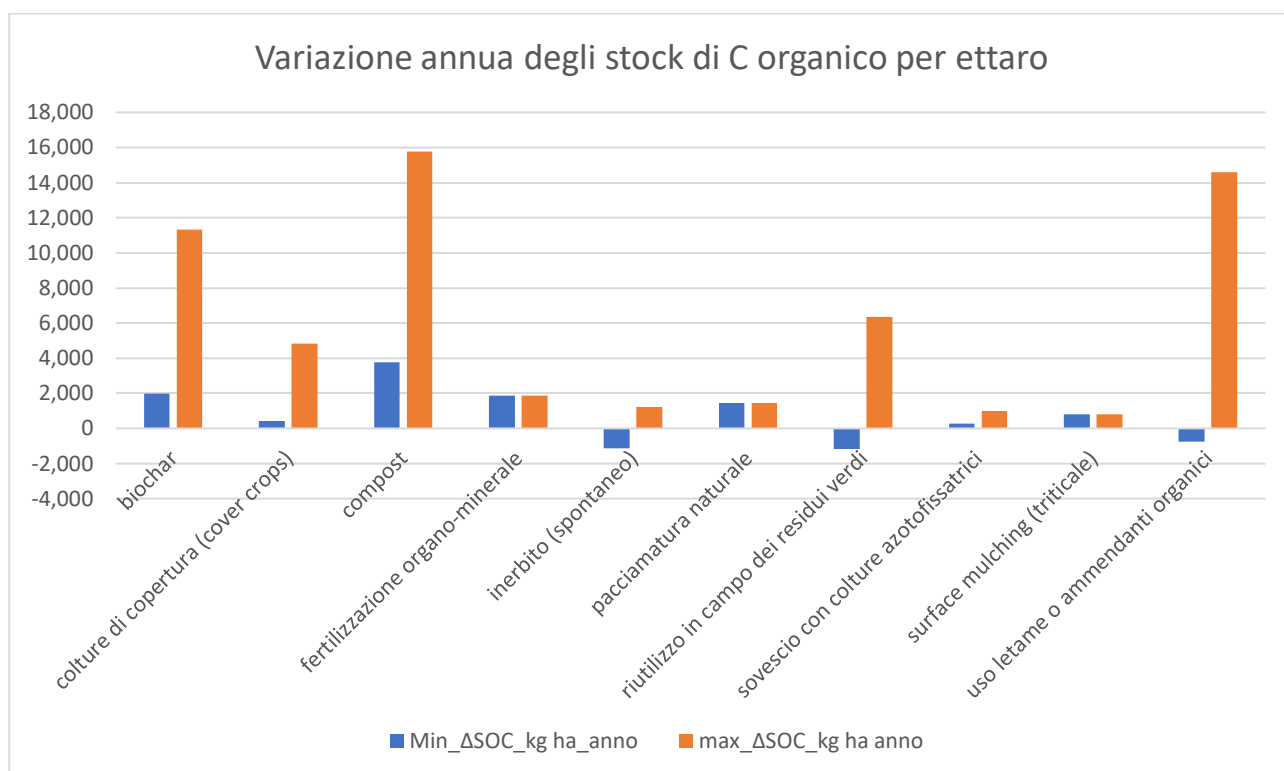
Pratica_C_farming	Min_ΔSOC_kg ha ⁻¹	Max_ΔSOC_kg ha ⁻¹
Biochar	19.795	44.753
Colture di copertura (cover crops)	2.118	14.517
Compost	7.550	47.274
Fertilizzazione organo-minerale	3.751	3.751
Inerbito (spontaneo)	-8.000	9.694
Pacciamatura naturale	2.904	2.904
Riutilizzo in campo dei residui verdi	-8.197	44.352
Sovescio con colture azotofissatrici	581	7.000
Surface mulching (triticale)	4.008	4.008
uso letame o ammendanti organici	-5.346	29.190



Annual variation of organic C stocks per hectare

pratica_c_farming	Min_ΔSOC_kg ha_anno	max_ΔSOC_kg ha_anno
Biochar	1.979	11.332
Colture di copertura (cover crops)	424	4.839
Compost	3.775	15.758
Fertilizzazione organo-minerale	1.875	1.875

Inerbito (spontaneo)	-1.143	1.212
Pacciamatura naturale	1.452	1.452
Riutilizzo in campo dei residui verdi	-1.171	6.336
Sovescio con colture azotofissatrici	290	1.000
Surface mulching (triticale)	802	802
Uso letame o ammendanti organici	-764	14.595



7. Elenco pratiche di Carbon Farming individuate

N.	Pratica	Descrizione
1	Sovescio con colture azotofissatrici	Il sovescio è una pratica agronomica che consiste nella semina di una coltura erbacea con essenze in purezza o consociate, destinata ad essere totalmente interrata o trinciata. Ha funzione di fertilizzante della coltura che la succede o dell'impianto arboreo all'interno del quale è stata seminata. I vantaggi di questa pratica, infatti, sono legati principalmente al mantenimento della fertilità dei suoli agrari ed alla riduzione dell'utilizzo di concimi minerali, grazie all'apporto di sostanza organica e di elementi nutritivi contenuti nella coltura sovesciata. Inoltre, in una coltura da sovescio lo sviluppo dell'apparato radicale e l'interramento della biomassa vegetale apportano una grande quantità di sostanza organica al suolo, migliorandone nel breve periodo la struttura e le proprietà chimiche e biologiche, soprattutto se questa pratica viene ripetuta per più anni con materiale vegetale molto sviluppato. Nelle rotazioni annuali, inoltre, i sovesci autunno-vernini hanno una funzione ambientale poiché queste coltivazioni, chiamate "colture di copertura" coprono il suolo tra la coltura principale e quella successiva trattenendo gli elementi nutritivi, in particolare l'azoto, negli strati di terreno esplorati dalle radici delle piante. In questo modo è possibile ridurre la quantità di nitrati trasportata in profondità dalle acque piovane. Per di più, il ricorso alle colture di copertura riduce il fenomeno del ruscellamento superficiale delle acque piovane, attenuando l'erosione dei suoli e la dispersione di elementi nutritivi, in particolare di fosforo, nelle acque superficiali. Il sovescio ha come aspetto negativo quello di dover entrare in campo con una lavorazione meccanica e non è adatto a tutti i tipi di campo. È consigliabile appena interrata la coltura sovesciata applicare una rotazione molto ravvicinata per evitare lisciviazione di nitrati in falda. Una corretta applicazione del sovescio implica anche lavorazioni non profonde per non perdere i vantaggi dell'azoto fissazione ed evitare danni ambientali.
2	Sovescio con mix di diverse colture	Stessa pratica agronomica descritta precedentemente, con l'utilizzo di un mix di colture diverse.
3	Minima lavorazione	Tecnica che prevede la lavorazione del terreno a profondità non superiori a 15 cm e con minima inversione degli strati. Con uno/due passaggi di macchina si ottiene un letto di semina soddisfacente, mantenendo allo stesso tempo una copertura di residui colturali su almeno il 30% della superficie dell'appezzamento. Sono ammesse le operazioni eseguite con erpici a dischi o altri attrezzi portati, semi-portati o trainati dotati di organi lavoranti non mossi idraulicamente o dalla presa di forza. In viticoltura è prevista una minima lavorazione superficiale del sottofila per rompere le croste. Inoltre, è prevista una lavorazione minima una tantum per la semina delle essenze del cotico erboso nell'interfila.
4	Non lavorazione	Tecnica che prevede la semina direttamente sui residui della coltura precedente, che vengono lasciati sulla superficie del terreno. Non si effettua nessuna lavorazione del suolo; occorrono tuttavia seminatrici apposite, capaci di tagliare il residuo colturale, di eseguire un solco di semina in cui depositare il seme e di ricoprirlo in condizioni di terreno sodo.

5	Inerbito	L'inerbimento è una tecnica di gestione del suolo a basso impatto ambientale, utilizzata come possibile soluzione per le lavorazioni degli arboreti. Con l'inerbimento del terreno e lo sfalcio della vegetazione a un'altezza di 10-15 cm, si eliminano le lavorazioni. In tal modo l'arboreto risulta molto ben protetto dall'erosione, la struttura e la transitabilità migliorano sensibilmente; le radici delle piante erbacee esercitano inoltre un'importante funzione nell'approfondimento di P e K distribuiti in superficie. In viticoltura si sta diffondendo anche l'inerbimento sottofila con leguminose (Es. <i>Trifolium subterraneum</i>) che consentono di ridurre al minimo la fertilizzazione. L'inconveniente principale è rappresentato dalla competizione che il tappeto erboso esercita nei riguardi della coltura arborea, per questo motivo l'inerbimento è ideale per impianti dove sia presente un terreno fertile. Oltre allo stoccaggio del carbonio organico (effetto di mitigazione), il prato fornisce un servizio ambientale che incrementa la biodiversità della nicchia ecologica, sia da un punto di vista delle specie che compongono il prato, sia a livello microbico nel terreno. Questi fattori migliorano la struttura del suolo.
6	Colture di copertura	Sono specie erbacee inserite negli ordinamenti produttivi con lo scopo principale di mantenere il terreno coperto da vegetazione in periodi dell'anno durante i quali il terreno rimarrebbe privo di ogni coltivazione. I vantaggi agro-ecologici delle colture di copertura vanno dal miglioramento della struttura del terreno, all'incremento della sostanza organica e della quantità di azoto, alla riduzione delle infestanti e della lisciviazione. In generale, le specie utilizzate appartengono alla famiglia delle leguminose, graminacee e crucifere. Bisogna scegliere le colture di copertura tali da non entrare in competizione con la principale coltura dell'impianto. In viticoltura si sta diffondendo l'uso di alcune specie di trifoglio anche nel sottofila in modo da fornire azoto e al suo disseccamento a maggio fornisce un tappeto pacciamante. Le colture di copertura richiedono tuttavia una lavorazione seppur minima del terreno e quindi una conseguente mineralizzazione del carbonio organico. Se ben scelte le colture di copertura aiutano a diminuire la lisciviazione dei nutrienti nel periodo in cui il terreno sarebbe altrimenti scoperto.
7	Colture di copertura (officinali)	Sono specie erbacee inserite negli ordinamenti produttivi con lo scopo principale di mantenere il terreno coperto da vegetazione in periodi dell'anno durante i quali il terreno rimarrebbe privo di ogni coltivazione. I vantaggi agro-ecologici delle colture di copertura vanno dal miglioramento della struttura del terreno, all'incremento della sostanza organica e della quantità di azoto, alla riduzione delle infestanti e della lisciviazione. In generale, le specie utilizzate appartengono alla famiglia delle leguminose, graminacee e crucifere. Bisogna scegliere le colture di copertura tali da non entrare in competizione con la principale coltura dell'impianto. In viticoltura si sta diffondendo l'uso di alcune specie di trifoglio anche nel sottofila in modo da fornire azoto e al suo disseccamento a maggio fornisce un tappeto pacciamante. Le colture di copertura richiedono tuttavia una lavorazione seppur minima del terreno e quindi una conseguente mineralizzazione del carbonio organico. Se ben scelte le colture di copertura aiutano a diminuire la lisciviazione dei nutrienti nel periodo in cui il terreno sarebbe altrimenti scoperto.

8	Compost	Il compost è il risultato della bio-ossidazione e dell'umificazione di un misto di materie organiche (come ad esempio residui di potatura, scarti di cucina, letame, liquame da parte di macro e microrganismi in condizioni particolari: presenza di ossigeno ed equilibrio tra gli elementi chimici della materia coinvolta nella trasformazione. Il compostaggio, o biostabilizzazione, è un processo biologico aerobico e controllato dall'uomo che porta alla produzione di una miscela di sostanze umificate (il compost) a partire da residui biodegradabili mediante l'azione di batteri e funghi. Può essere utilizzato come ammendante, destinato poi per usi agronomici o per florovivaismo. Il suo utilizzo, con l'apporto di sostanza organica migliora la struttura del suolo e la disponibilità di elementi nutritivi (composti del fosforo e dell'azoto). Come attivatore biologico aumenta inoltre la biodiversità della microflora.
9	Riutilizzo in campo dei residui legnosi	I residui legnosi sono stati ampiamente rivalutati negli ultimi anni. Essi, in forma di scarti di potatura o come cippato se interrati aumentano sensibilmente il contenuto di carbonio stabile nel terreno grazie all'elevato contenuto di lignina. Se utilizzati in quantità massiccia, senza ulteriori azioni, potrebbero provocare una temporanea perdita di fertilità dovuta all'alterazione del rapporto carbonio/azoto nel suolo. Col tempo invece il terreno avrà numerosi benefici sia dal punto di vista chimico che fisico. In particolare, questa pratica migliora la ritenzione idrica del suolo, creando un'ottima porosità. Fornendo struttura al terreno aiuta a combattere l'erosione. Inoltre, in casi particolari il cippato può essere usato come materiale naturale pacciamante riducendo drasticamente l'evaporazione dell'acqua dal terreno. L'interramento dei sarmenti in vigneto può essere tuttavia vettore di malattie per cui risulta conveniente la raccolta in rotoballe e la produzione di biochar da applicare nuovamente nel terreno.
10	Riutilizzo in campo dei residui verdi	I residui verdi di lavorazione risultano molto interessanti dal punto di vista dell'adattamento al cambiamento climatico. Infatti, i residui verdi riportano carbonio e nutrienti in maniera equilibrata al terreno. Quindi i residui verdi contribuiscono all'accrescimento della sostanza organica con conseguenze benefiche su fertilità e acqua disponibile. Inoltre, la paglia, gli sfalci e le foglie possono essere utilizzati come materiale pacciamante per ridurre drasticamente l'evaporazione di un altrimenti terreno nudo. Nelle colture arboree i residui di potatura verde vengono già lasciati normalmente in campo e trinciati assieme agli sfalci dell'eventuale cotico erboso.
11	Uso digestato	Il digestato è ammendante agricolo e migliora le proprietà fisiche e chimiche del terreno. Può agire da sostituto ad alcuni fertilizzanti aumentando le rese a parità di altre risorse impiegate. Il digestato contribuisce all'arricchimento del carbonio nel suolo (più stabile di quello dei liquami) e a restituire umidità dato l'elevato contenuto di acqua. È raccomandabile l'iniezione del digestato sotto superficie per evitare la perdita per volatilizzazione di azoto che è prevalentemente in forma ammoniacale. È inoltre importante dosare in maniera adeguata l'apporto dell'ammendante per non avere effetti negativi.
12	Uso letame o ammendanti organici	Il letame di stalla o stallatico ottenuto dalle deiezioni solide e liquide degli animali in stabulazione, mescolata a materiali di varia origine costituenti la lettiera, in seguito a fermentazione più o meno spinta. È certamente ancora oggi uno dei fertilizzanti organici più largamente impiegati sia perché viene

		<p>prodotto in notevole quantità all'interno dell'azienda agraria (dove sia presente la stalla) sia perché possiede un indiscutibile alto valore economico. si tratta di un materiale di consistenza più o meno eterogenea, di composizione incostante, con caratteristiche variabili in funzione del tipo e della quantità di lettiera, del tipo di animale che lo ha prodotto, della tecnica di produzione di conservazione e delle fermentazioni intervenute. Tra i benefici che questo materiale apporta al campo, si ricordano l'aumento di sostanza organica del suolo e il miglioramento della struttura del suolo, con una migliore capacità di trattenere l'acqua. È raccomandabile l'interramento del letame per non vanificare buona parte dei suoi vantaggi. Promettente il suo utilizzo accoppiato al biochar.</p>
13	Micorrize	<p>L'utilizzo delle micorrize ha lo scopo di accelerare lo sviluppo vegetativo nelle primissime fasi di crescita per aumentare l'efficienza produttiva delle colture nella finestra temporale di crescita. In viticoltura e in frutticoltura è una tecnica limitata al vivaismo per accelerare lo sviluppo dell'apparato radicale.</p>
14	Pacciamatura naturale	<p>La tecnica consiste nel fornire copertura vegetale al campo in modo da coprire il terreno altresì scoperto. Gli effetti benefici di tale pratica sono molteplici anche al di fuori della tematica del cambiamento climatico. Infatti, questa copertura riduce l'attecchimento di colture infestanti ad esempio. Dal punto di vista ambientale, questa tecnica gioca un aspetto fondamentale da un punto di vista del bilancio idrico e radiativo. La pacciamatura funge da scudo protettivo del terreno per cui evita buona parte dell'evaporazione dal terreno. Allo stesso modo è un'intercapedine coibente per cui in inverno contribuisce a mantenere il terreno più caldo anticipando la germinazione e proteggendo le piante durante i primissimi stadi del ciclo vegetativo. In estate mantiene più fresco riflettendo parte della radiazione e mantenendo una maggiore umidità calmierando eventuali stress termici. Il pacciamate decomponendosi crea la lettiera che successivamente diventa humus arricchendo la sostanza organica del suolo. Inoltre, non è da sottovalutare l'effetto benefico della copertura del terreno per quanto riguarda l'erosione soprattutto in episodi intensi di precipitazione. In viticoltura si sta diffondendo la procedura di pacciamare sotto fila gettando parte degli sfalci dell'interfilare.</p>
15	Biochar	<p>Il biochar è carbone vegetale che si ottiene dalla pirolisi di diversi tipi di biomassa vegetale. Di particolare interesse risulta la sua produzione a partire da residui/sottoprodotti agricoli: potature, stoppie di mais o grano, lolla di riso, mallo di mandorla, fogliame secco, ecc. La pirolisi permette di ottenere: un gas (syngas) con un potere calorifico pari al GPL che può essere utilizzato in processi produttivi che necessitino di calore (es: essiccazione o per la produzione di energia elettrica), e biochar o carbone vegetale. Il sottoprodotto della pirolisi è il biochar (90% di contenuto di carbonio) che, se applicato ai suoli, è un potente ammendante. La sua alta porosità aumenta la ritenzione idrica e quella degli elementi nutritivi che rimangono più a lungo disponibili per le piante; migliora inoltre la struttura del terreno e le sue proprietà meccaniche. Molti studi hanno già dimostrato l'impatto positivo dell'applicazione del biochar sulle rese agricole diminuendo il fabbisogno di acqua e fertilizzanti. La struttura compatta del biochar permette a questo prodotto di non essere degradato dai microrganismi del suolo e quindi di stoccare carbonio invece che farlo tornare all'atmosfera sotto forma di CO₂</p>

		<p>come nel caso del compost o dell'abbruciamento dei residui di potatura, l'impiego di biochar sui terreni agricoli permette di diminuire le emissioni di N₂O dal suolo, gas a effetto serra con un potenziale di riscaldamento globale 296 volte maggiore della CO₂. La combinazione di biochar con ammendanti organici quali letame e digestato sembra molto promettente almeno in viticoltura. Da valutare attentamente il suo utilizzo in terreni alcalini poiché potrebbe aumentare la salinità e, in casi specifici, disattivare i principi attivi degli erbicidi. In Italia, nella normativa fertilizzanti il biochar è normato con parametri molto stringenti: viene proibito l'impiego di biochar in forma pulverulenta e con presenza di sostanze tossiche quali gli idrocarburi policiclici aromatici, metalli pesanti e diossine. In letteratura scientifica straniera viene definito a volte biochar un prodotto che in Italia sarebbe proibito.</p>
16	Irrigazione di precisione	<p>L'irrigazione, in concomitanza con alte temperature, esercita un forte stimolo sull'attività dei microrganismi del suolo, portando ad una maggiore degradazione della sostanza organica. Analogamente la disponibilità idrica stimola la produttività della pianta, con conseguente aumento degli input di C al suolo dai residui colturali e dalle radici. Come sempre sarà molto interessante studiare il bilancio tra perdite e accumulo.</p>
17	Concimazione organo-minerale	<p>Concimi organo-minerali sono ottenuti per reazione o miscela di uno o più concimi o matrici organici con uno o più concimi minerali. Presentano caratteristiche intermedie tra i concimi minerali e quelli organici.</p>
18	Green surface mulching	<p>Tecnica che prevede il mantenimento sul terreno dei residui colturali in genere sminuzzati, della coltura precedente.</p>

8. List of Carbon Farming Practices Identified (EN)

N.	Practice	Description
1	Green manure with nitrogen-fixing crops	Green manure is an agronomic practice that consists of sowing a herbaceous crop with pure or consociated essences, intended to be totally buried or mulched. It has the function of fertilizing the succeeding crop or the orchard within which it is sown. The advantages of this practice, in fact, are mainly related to maintaining the fertility of agricultural soils and reducing the use of mineral fertilizers, thanks to the contribution of organic matter and nutrients contained in the green manure crop. In addition, in a green manure crop the development of the root system and the burial of plant biomass bring a large amount of organic matter to the soil, improving its structure and chemical - biological properties in the short term, especially if this practice is repeated for several years with highly developed plant material. In annual rotations, moreover, autumn-winter green manures have an environmental function since these crops, called "cover crops," cover the soil between the main crop and the next one by retaining nutrients, particularly nitrogen, in the soil layers explored by plant roots. In this way, the amount of nitrate carried deep into the soil by rainwater can be reduced. In addition, the use of cover crops reduces the phenomenon of surface runoff of rainwater, mitigating soil erosion and the dispersion of nutrients, particularly phosphorus, into surface waters. Green manure has the downside of having to enter the field with mechanical tillage and is not suitable for all types of fields. It is advisable as soon as the green manure crop is buried to apply a timely rotation to avoid nitrate leaching into the water table. Proper application of green manure also involves minimum tillage in order not to lose the benefits of nitrogen fixation and avoid environmental damage.
2	Green manure with a mix of different crops	Same agronomic practice as described above, using a mix of different crops.
3	Minimum tillage	Technique involving tillage at depths not exceeding 15 cm and with minimal inversion of layers. With one/two passes of the machine, a satisfactory seedbed is obtained while maintaining a cover of crop residues on at least 30 percent of the field surface. The kind of operations allowed are the ones performed with disc harrows or other carried, semi-carried or trailed implements equipped with working parts that are not moved hydraulically or by the PTO. In viticulture, minimum surface tillage of the sub-row is expected to break up soil crusts. In addition, a single minimum tillage operation is expected for sowing the grass cover essences in the inter-row.
4	No tillage/sod seeding	The technique involves a direct sowing on the previous crop residues, which are left on the soil surface. No tilling of the soil is done; however, special seeding machines are needed, capable of cutting the crop residues, making a seed furrow in which to deposit the seed, and covering it under no-tilled soil conditions.

5	Grassing	Grassing is a low-impact soil management technique used as a possible solution for tillage in orchards. By grassing the soil and mowing the vegetation to a height of 10-15 cm, tillage is eliminated. As a result, the arboretum is very well protected from erosion, while soil structure and transitivity are greatly improved; the roots of herbaceous plants also exert an important function in deepening P and K distributed on the surface. Under-row grassing with leguminous plants (e.g., trifolium subterraneum) is also becoming more common in viticulture, allowing fertilization to be minimized. The main drawback is the competition that the grass species has towards the tree crop, which is why grassing is ideal for plantings where fertile soil is present. In addition to the storage of organic carbon (mitigation effect), the grass provides an environmental service that increases the biodiversity of the ecological niche, both from the perspective of the species that make up the grass and at the microbial level in the soil. All these factors improve soil structure.
6	Cover crops	These are herbaceous species included in cropping systems with the main purpose of keeping the land covered with vegetation during periods of the year when the soil would remain uncultivated. The agro-ecological benefits of cover crops range from improving soil structure, increasing organic matter and nitrogen amount, to reducing weeds and leaching. In general, the species used belong to the leguminous, gramineous and cruciferous family. Cover crops should be chosen such that they do not compete with the main planting crop. In viticulture, the use of some clover species is also becoming widespread in the sub-row in order to provide nitrogen and when they dry-up (around May) they provides a mulch cover. However, cover crops require a minimal tillage and thus a consequent mineralization of organic carbon. If properly chosen, cover crops help to decrease nutrient leaching during the period when the soil would otherwise be uncovered.
7	Cover crops (medicinal crops)	These are herbaceous species included in cropping systems with the main purpose of keeping the land covered with vegetation during periods of the year when the soil would remain uncultivated. The agro-ecological benefits of cover crops range from improving soil structure, increasing organic matter and nitrogen amount, to reducing weeds and leaching. In general, the species used belong to the leguminous, gramineous and cruciferous family. Cover crops should be chosen such that they do not compete with the main planting crop. In viticulture, the use of some clover species is also becoming widespread in the sub-row in order to provide nitrogen and when they dry-up (around May) they provides a mulch cover. However, cover crops require a minimal tillage and thus a consequent mineralization of organic carbon. If properly chosen, cover crops help to decrease nutrient leaching during the period when the soil would otherwise be uncovered.
8	Compost	Compost is the result of the bio-oxidation and humification of a mixture of organic matter (such as pruning waste, kitchen wastes, manure, slurry) by macro- and micro-organisms under special conditions: presence of oxygen and balance between the chemical elements of the matter involved in the transformation. Composting, or biostabilization, is an aerobic, human-controlled biological process that results in the production of a mixture of humified substances (compost) from biodegradable residues through the action of bacteria and fungi. It can be used as a soil amendament, intended later

		for agronomic or floricultural uses. Its use as an organic matter improves soil structure and the availability of nutrients (phosphorus and nitrogen compounds). As a biological activator it also increases the biodiversity of microflora.
9	Re-use of wood residues in the field	Wood residues have been widely revalued in recent years. These in the form of pruning waste or as wood chips, if buried, significantly increase the stable carbon content in the soil due to the high lignin content. If used in massive quantities, without further action, they could cause a temporary loss of fertility due to the alteration of the carbon/nitrogen ratio in the soil. Over time, however, the soil will have numerous benefits from both a chemical and physical point of view. In particular, this practice improves water retention in the soil, creating excellent porosity. By providing structure to the soil, it helps combat erosion. Furthermore, in special cases wood chips can be used as a natural mulching material, drastically reducing water evaporation from the soil. However, the burying of vine shoots in the vineyard may be a vector of diseases, so it can be convenient to collect them in bales and produce biochar to be applied back into the soil.
10	Riutilizzo in campo dei residui verdi	Green crop residues are very interesting from a climate change adaptation point of view. Indeed, green residues return carbon and nutrients to the soil in a balanced way. Thus, green residues contribute to the increase of organic matter with beneficial consequences on fertility and water availability. In addition, straw, mowing and leaves can be used as mulching material to drastically reduce evaporation of an otherwise bare soil. In tree crops, green pruning residues are already normally left in the field and chopped up together with the mowing of the turf.
11	Digestate use	Digestate is an agricultural soil amendment and improves the physical and chemical properties of the soil. It can act as a substitute for some fertilisers, increasing yields with the same amount of other inputs. Digestate contributes to soil carbon enrichment (it is more stable than liquid manure) and to restoring moisture due to its high water content. It is recommended to apply digestate below the surface to avoid loss through volatilisation of nitrogen, which is mainly in ammoniacal form. It is also important to properly dose the input of the digestate to avoid negative effects.
12	Use of manure or organic soil amendments	Farmyard manure is obtained from the solid and liquid excrement of stabled animals, mixed with bedding materials of various origins, following a more or less thorough fermentation. It is certainly still today one of the most widely used organic fertilisers, both because it is produced in considerable quantities on the farm (where there is a stable) and because it has an unquestionably high economic value. It is a material of heterogeneous consistency, of inconstant composition, with variable characteristics depending on the type and quantity of litter, the type of animal that produced it, the production technique, conservation and the fermentation processes that have occurred. The benefits that this material brings to the field include an increase in soil organic matter and an improvement in soil structure, with a better capacity to retain water. Burying the manure is recommended to avoid nullifying most of its benefits. Its use coupled with biochar is promising.

13	Mycorrhizae	The use of mycorrhizae is intended to accelerate vegetative development in the very early stages of growth to increase the productive efficiency of crops in the growth time window. In viticulture and horticulture, it is a technique limited to nurseries to accelerate the development of the root system.
14	Natural mulching	This technique consists of providing vegetation cover to the ground that would otherwise be uncovered. The beneficial effects of this practice are several, even beyond the climate change aspect. For example, this cover reduces the rooting of weed crops. From an environmental point of view, this technique plays a key role in terms of water and radiative balance. Mulching acts as a protective shield for the soil and thus prevents much of the evaporation from the soil. Similarly, it is an insulating layer so in winter it helps keep the soil warmer thus anticipating germination and protecting plants during the very early stages of the growing cycle. In summer it keeps cooler by reflecting part of the radiation and maintaining a higher humidity, thus calming possible thermal stress. As the mulch decomposes, it creates litter that later becomes humus, enriching the soil's organic substance. Furthermore, the beneficial effect of the ground cover with regard to erosion cannot be underestimated, especially during intense rainfall episodes. In viticulture, the practice of mulching under the row by throwing in part of the inter-row mowing is becoming more common.
15	Biochar	Biochar is vegetal charcoal obtained from the pyrolysis of different types of plant biomass. Its production from agricultural residues/by-products is particularly interesting: prunings, maize or wheat stubble, rice husks, almond husks, dried leaves, etc. Pyrolysis makes it possible to obtain: a gas (syngas) with a calorific value equal to LPG that can be used in production processes that require heat (e.g. drying or for electricity production), and biochar. The by-product of pyrolysis is biochar (90% carbon content) which, when applied to soils, is a powerful soil amendment. Its high porosity increases the retention of water and nutrients, which remain available to plants for longer; it also improves soil structure and mechanical properties. Many studies have already demonstrated the positive impact of biochar application on agricultural yields by decreasing water and fertiliser requirements. The compact structure of biochar means that it is not degraded by soil microorganisms and therefore stores carbon instead of returning it to the atmosphere in the form of CO ₂ as is the case for compost or the burning of pruning residues. The use of biochar on agricultural soils reduces emissions of N ₂ O from the soil, a greenhouse gas with a global warming potential 296 times greater than CO ₂ . The combination of biochar with organic soil amendments such as manure and digestate seems very promising, at least in viticulture. Its use in alkaline soils should be carefully evaluated as it could increase salinity and, in specific cases, disable the active ingredients of herbicides. In Italy, biochar is regulated in fertiliser legislation with very stringent parameters: the use of biochar in pulverulent form and with the presence of toxic substances such as polycyclic aromatic hydrocarbons, heavy metals and dioxins is prohibited. Foreign scientific literature sometimes defines a product that would be prohibited in Italy as biochar.
16	Precision irrigation	Irrigation, in conjunction with high temperatures, exerts a strong stimulus on the activity of soil microorganisms, leading to increased degradation of organic matter. Similarly, water availability stimulates plant productivity, resulting in

		increased inputs of C to the soil from crop residues and roots. It will certainly be very interesting to study the balance between losses and accumulation.
17	Organo-mineral fertilization	Organo-mineral fertilizers are obtained by reaction or mixture of one or more organic fertilizers or matrices with one or more mineral fertilizers. They exhibit characteristics that are intermediate between mineral and organic fertilizers.
18	Green surface mulching	A technique that involves keeping crop residues, usually mulched, from the previous crop on the ground.

9. Metadata

Titolo Campi	DESCRIZIONE DEI CAMPI
ID	Identificativo Progressivo
ID_articolo	Identificativo articolo
Pratica C-Farming	Pratica di C-Farming applicata
Pratica di partenza (BAU)	Pratica colturale utilizzata di solito (BAU=Business as usual)
Durata dell'esperimento (anni)	Anni di durata dell'esperimento
Modalità di calcolo	Modalità di calcolo per il Carbonio organico
Carbonio finale BAU (TOC)	Quantità di carbonio rilevato nella area con l'adozione della pratica C-farming
Carbonio finale C farming (TOC)	Quantità di carbonio rilevato nella area con la pratica agronomica di riferimento
TOC unit	Unità di misura del TOC (Total Organic carbon), si riferisci al dato inserito nei campi precendi (Carbonio finale) che è riportato con diverse unità di misura
Carbonio finale BAU kg/ha	Quantità di carbonio rilevato nella area con l'adozione della pratica C-farming, espresso in kg/ha
Carbonio_finale C farming kg/ ha	Quantità di carbonio rilevato nella area con la pratica agronomica di riferimento, espresso in kg/ha
ΔSOC kg /ha	Stock di carbonio organico kg/ha, valore uniformato, derivato dai dati precedenti
ΔSOC kg/ha per anno	Stock di carbonio organico kg/ha all'anno, valore uniformato, derivato dai dati precedenti
Bulk_density (Kg/m3)	Densità apparente
Scheletro	Scheletro presente nel suolo (%)
Tessitura	Tessitura del suolo
Sabbia	% di sabbia nel suolo
Limo	% di limo nel suolo
Argilla	% di argilla nel suolo
Latitudine	Latitudine dell'area di studio
Longitudine	Longitudine dell'area di studio
Stato	Stato in cui si trova l'area di studio
Regione	Regione in cui si trova l'area di studio
Provincia	Provincia in cui si trova l'area di studio
Comune	Comune in cui si trova l'area di studio
Pioggia cumulata (mm/anno)	Pioggia media cumulata dell'area di studio

Project number: 101113620

Acronym: LIFE22-CCA-IT-LIFE VitiCaSe

Title: Viticulture for Soil Organic Carbon Sequestration



Co-funded by
the European Union

Temperatura media annua	Temperatura media dell'area di studio
Presenza erosione	Presenza o assenza di erosione
Gestione aziendale	Tipologia di gestione aziendale
Forma allevamento	Forma di allevamento del vigneto
N. piante/ha	Numero di piante del vigneto
Distanza tra le file	Distanza delle viti tra le fila
Distanza sulle file	Distanza delle viti sulle file
Età del vigneto	Età del vigneto o anno di impianto del vigneto
Irrigazione	Presenza di irrigazione
Effetto C-farming sulla produttività	Effetto C-farming sulla produttività
Vantaggi	Vantaggi
Svantaggi	Svantaggi
Fattori che possono incidere sul sequestro di SOC	Fattori che possono incidere sul sequestro di SOC
Rif_Bibliografico	Riferimento bibliografico dell'articolo
Progetto	Progetto di riferimento dell'articolo (Acronimo)

10. Database of Carbon Farming practices

ID	ID_articolo	Pratica C-Farming	Pratica di partenza (BAU)	Durata dell'esperienza (anni)	Modalità di calcolo	Carbonio finale BAU (TOC)	Carbonio finale C farming (TOC)	TOC unit	Carbonio finale BAU kg/ha	Carbonio finale C farming kg/ha	ΔSOC kg/ha	ΔSOC kg/ha per anno	Bulk density (kg/m3)	Scheletro (%)	Tessitura	Sabbia	Limo	Argilla	latitudine	longitudine	Stato	Regione	Provincia	Comune	Pioggia cumulata (mm/anno)
1	1	inerbito (spontaneo)	Minima lavorazione (minimum tillage)	7	calcolo puntuale	8,32	7,52	kg m2	83200	75200	-8000	-1143	1,85	0	Franco argillosa						Italia	Marche	Ancona	Agugliano	780
2	2	colture di copertura (cover crops)	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra)	4	calcolo puntuale	7	9,2	g/kg	26057	34246	8189	2047	1,41	12	Franca	31,4	43,4	25,2	43°22'14.1" lat. N	11°25'19.4" long. E	Italia	Toscana	Siena	San Giusto a Rentennano	801
3	2	colture di copertura (cover crops)	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra)	4	calcolo puntuale	7	8,1	g/kg	25318	29296	3978	995	1,37	32	Franco argillosa	22,7	49,5	27,8	43°30'06.2" lat. N	11°23'29.0" long. E	Italia	Toscana	Siena	Monteverdine	824
4	3	colture di copertura (cover crops)	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra)	3	calcolo puntuale	2,86	6,76	g/kg	10646	25163	14517	4839	1,41	0	Franco limosa	31,8	60,2	8	41° 19' 09.47" N	16° 05' 33.17" E	Italia	Puglia		San Ferdinando di Puglia	
5	4	compost	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra)	2	integrazione calcolo puntuale e modellistica	7,4	10	g/kg	21490	29040	7550	3775	1,1	0	Franco argillosa	31		32			Italia	Toscana		Zona Chianti	800
6	4	sovescio con colture azotofissatrici	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra)	2	integrazione calcolo puntuale e modellistica	7,4	7,6	g/kg	21490	22070	581	290	1,1	0	Franco argillosa	28		33			Italia	Toscana		Zona Chianti	800
7	4	pacciamatura naturale	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra)	2	integrazione calcolo puntuale e modellistica	7,4	8,4	g/kg	21490	24394	2904	1452	1,1	0	Franco argillosa	30		33			Italia	Toscana		Zona Chianti	800
8	9	colture di copertura (cover crops)	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	5	calcolo puntuale	9,15	11,83	g/kg	34302	44348	10047	2009	1,42	0		61	26	13	35.302°S	138.952°E	Australia			Langhorne Creek, Strathalbyn	264
9	9	surface mulching (triticale)	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	5	calcolo puntuale	10,38	11,53	g/kg	36172	40180	4008	802	1,32	0		72	18	10	34.477°S	139.005°E	Australia			Barossa Valley, Nuriootpa	296
10	11	concimazione organo-minerale	fert minerale	2	calcolo puntuale	1,1352	2,15	g/kg	4196	7946	3751	1875	1,4	0	Franco argillosa	33	31,5	35,5			Italia	Umbria	Terni	Montecchio	
11	13	colture di copertura (cover crops)	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	2	calcolo puntuale	6,9	8,8	g/kg	25502	32525	7022	3511	1,4	0	Sabbioso franca	66	22	12	36,671514	-119,925823	California			Fresno County	209,6
12	13	colture di copertura (cover crops)	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	2	calcolo puntuale	13,70	14,70	g/kg	47018	50450	3432	1716	1,3	0	Franca	33	42	25	38,428	122,409	California			Napa County	577,8
13	15	uso letame o ammendanti organici	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	2	calcolo puntuale	44,16	73,35	tC ha ⁻¹ years ⁻¹	44160	73350	29190	14595	1,4	0	Argilloso limosa	33	27	40	43.30057,1100	12 140 33,7600	Italia	Lazio	Viterbo	Colli etruschi	500
14	20	uso letame o ammendanti organici	Pratica integrata (riduzione delle lavorazioni e degli input chimici)	7	calcolo puntuale	23,8	22,3	g kg ⁻¹ d.w.	84823	79477	-5346	-764	1,35	0	Franca				46° 11' 44" N,	11° 08' 12" E,	Italia	Trentino	Trento	San Michele all'Adige	1034
15	20	riutilizzo in campo dei residui verdi	Pratica integrata (riduzione delle lavorazioni e degli input chimici)	7	calcolo puntuale	23,8	21,5	g kg ⁻¹ d.w.	84823	76626	-8197	-1171	1,35	0					46° 11' 44" N,	11° 08' 12" E,	Italia	Trentino	Trento	San Michele all'Adige	1034

ID	Temperatura media annua	Presenza erosione	Gestione aziendale	Forma allevamento	N.piante/ha	Distanza tra le file (m)	Distanza sulle file	Età del vigneto	Irrigazione	Effetto C-farming sulla produttività	Vantaggi	Svantaggi	Fattori che possono incidere sul sequestro di SOC	Rif_Bibliografico	Progetto
1	13,30	no				2,8		10			Aumento della bulk density negli orizzonti superficiali nella tesi cover crops (1.59) vs lavorazione (1.51)	Riduzione della bulk density negli orizzonti superficiali delle due tesi rispetto al controllo	La tesi Cover crops favorisce la formazione di forme stabili di SOM mentre le lavorazioni favoriscono fenomeni ossidativi con formazione di acidi fulvici	http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.04.023	
2	14,40	si	biologico	Guyot	5000	2,5	0,8	25			Miglioramento generale degli indici qualitativi del suolo. Maggiore disponibilità di azoto. Mitigazione dell'erosione			https://doi.org/10.3390/aeronomy11040787	
3	12,60	si	biologico	Cordone speronato	5000	2,5	0,8	29						https://doi.org/10.3390/aeronomy11040787	
4		no	convenzionale	Tendone	1890	2,3	2,3	8	Si, tutta stagione irrigua	stabile	Miglioramento degli indici qualitativi del suolo del microbioma e delle attività enzimatiche del suolo nel breve termine (3 anni)	Competizione idrica delle cover crops con le viti in caso di stagioni estive molto secche con ripercussioni negative sulla produttività del vigneto		https://doi.org/10.3390/aeronomy10091334	
5			biologico								Modelling 20-year carbon stock dynamics in Italy vineyards, the average increase resulted 0.49, 0.34, 0.21 and 0.03 Mg C ha ⁻¹ yr ⁻¹ for COMP, DM, GM and control, respectively.	Stony soils, characterized by very low fertility, showed problems in seed germination and cover crops growing, which made these treatments rather useless in the considered areas.	The use of compost-based organic amendments (COMP) was the most effective treatment to improve soil total organic carbon (TOC) - Cover crops used for dry mulching (DM) seemed to increase organic carbon more than green manure, probably because of the mulch effect and less soil disturbance before summer	https://doi.org/10.6092/issn.2281-4485/7896	RESOLVE (Restoring optimal Soil functionality in degraded areas within organic vineyards), supported by transnational funding bodies, being partners of the FP7 ERA-net project, CORE Organic Plus, and the cofound from the European Commission
6			biologico								Modelling 20-year carbon stock dynamics in Italy vineyards, the average increase resulted 0.49, 0.34, 0.21 and 0.03 Mg C ha ⁻¹ yr ⁻¹ for COMP, DM, GM and control, respectively.			https://doi.org/10.6092/issn.2281-4485/7897	RESOLVE
7			biologico								Modelling 20-year carbon stock dynamics in Italy vineyards, the average increase resulted 0.49, 0.34, 0.21 and 0.03 Mg C ha ⁻¹ yr ⁻¹ for COMP, DM, GM and control, respectively.			https://doi.org/10.6092/issn.2281-4485/7898	RESOLVE
8		no		Cordone speronato				21	Si, tutta stagione irrigua		Authors suggest that cover crop presence not only increases SOC but also improves aggregate stability and SOC retention within agroecosystems		Inherent differences (intrinsic and management) likely influenced results, and this demonstrates the importance of specificity when selecting the correct management practice to suit a particular vineyard site and desired outcome. It is essential to select the correct combination of crops to suit the climate and vineyard management strategy.	10.1016/j.scitotenv.2022.154800	
9		no		Cordone speronato				19	Si, tutta stagione irrigua					10.1016/j.scitotenv.2022.154800	
10			convenzionale	Cordone speronato		3	0,8	23			Under very dry and hot condition, the organo-mineral treatment maintained low TSR levels (Tot Soil Resp) and preserved soil fertility by decreasing the annual CO ₂ released from the soil	For the organo-mineral treatment during the 2022 season, the TSR values were significantly and negatively related to soil temperature but positively related to water content. This represented negative feedback related to the climate warming, as happens in semi-arid ecosystems. Basically, a decoupling between the TSR and the soil water content occurs during dry seasons, and the seasonal variations in TSR values are controlled primarily by soil temperature and secondarily by soil water content.		https://doi.org/10.3390/horticulturae9101107	
11	17,20			Alberello		3	1,2	10	Si, tutta stagione irrigua			1) Under sandy soils, tillage and type of cover crop had little to no effect on the NECB 3) When the remaining components of the vineyard agroecosystem were added, the NECB was enhanced by NT rather than CT = interrow Rs plays a significant role in NECB determination and thus the C storage potential of vineyards.	there were no statistical differences between the type of cover crop on SOC at either experimental vineyard, which agreed with some previous studies when cover crops were implemented and the effects on SOC were monitored only for a short period of time	https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1024606	
12	14,50			Cordone speronato		3	2	4	Si, tutta stagione irrigua		1) CT reduced the NECB through a reduction in SOC and increase in Rs, or soil CO ₂ efflux. The type of cover crop also impacted the NECB, as cover crops that produced greater biomass increased the NECB. 2) The vineyard agroecosystem can serve as a C sink for short-term implementation of cover crops with NT practice	vineyard site characteristics, including soil texture and climate, were key determinants of the effectiveness of C storage potential, as they can determine SOC and Rs of vineyards in Mediterranean vineyard agroecosystems		https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1024606	
13			biologico	Cordone speronato	5600	2,3	0,8	10						http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.012	Brunori, Farina, Biasi
14	22,9		integrata	Pergola	7142	2,8	0,5			stabile	The Carbon Footprint of the INT grape was 0.213 and 0.227 kg CO ₂ -eq/kg of grapes, 0.144 and 0.168 kg CO ₂ -eq/kg grape in ORG1 for Pinot and Riesling cultivars, respectively.			https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111297	
15	22,9		biodinamica	Pergola	7142	2,8	0,5			stabile	The Carbon Footprint of the INT grape was 0.213 and 0.227 kg CO ₂ -eq/kg of grapes and 0.134 and 0.147 kg CO ₂ -eq/kg of grapes in ORG2, for Pinot and Riesling cultivars, respectively.			https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111297	

ID	ID_articolo	Pratica C-Farming	Pratica di partenza (BAU)	Durata dell'esperimento (anni)	Modalità di calcolo	Carbonio finale BAU (TOC)	Carbonio finale C farming (TOC)	TOC unit	Carbonio finale BAU kg/ha	Carbonio finale C farming kg/ha	ΔSOC kg/ha	ΔSOC kg/ha per anno	Bulk density (kg/m3)	Scheletro (%)	Tessitura	Sabbia	Limo	Argilla	latitudine	longitudine	Stato	Regione	Provincia	Comune	Pioggia cumulata (mm/anno)
16	21	colture di copertura (cover crops)	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	5	calcolo puntuale	9,88	10,47	g/kg	35473	37591	2118	424	1,36	0	Franco argillosa	26	34	40	37°40'N	13°02'E	Italia	Sicilia	Agrigento	Santa Margherita di Belice	516
17	21	colture di copertura (cover crops)	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	5	calcolo puntuale	8,74	9,52	g/kg	31380	34181	2801	560	1,36	0	Franco argillosa	26	34	40	37°40'N	13°02'E	Italia	Sicilia	Agrigento	Santa Margherita di Belice	516
18	26	biochar	Compost	2	calcolo puntuale	9,8	15,64	g/kg	38032	60696	22664	11332	1,47	0	Franco sabbioso	58	27	15	41°22'43.8"N	01°04'30.3"E	Spagna			Tarragona	550
19	27	biochar	Inerbito (spontaneo)	10	calcolo puntuale	12,7	17,3	g/kg	54651	74445	19795	1979	1,63	0	Franco sabbiosa argillosa	45	20	35	43°10'15"N	11°57'43"E	Italia	Toscana	Siena	Montepulciano	776
20	27	biochar	Inerbito (spontaneo)	10	calcolo puntuale	12,7	23,1	g/kg	54651	99404	44753	4475	1,63	0	Franco sabbiosa argillosa	45	20	35	43°10'15"N	11°57'43"E	Italia	Toscana	Siena	Montepulciano	776
21	29	compost	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	3	calcolo puntuale	1,28	2,55	%	47647	94921	47274	15758	1,41	28,5	Franca	32,6	47,5	19,9			Italia	Friuli Venezia Giulia			
22	29	compost	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	3	calcolo puntuale	1,62	2,51	%	59875	92770	32894	10965	1,4	26,1	Franca	31	44,7	24,4			Italia	Friuli Venezia Giulia			
23	29	uso letame o ammendanti organici	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	3	calcolo puntuale	1,28	1,47	%	47647	54719	7073	2358	1,41	28,5	Franca	32,6	47,5	19,9			Italia	Friuli Venezia Giulia			
24	29	uso letame o ammendanti organici	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	3	calcolo puntuale	1,62	1,66	%	59875	61354	1478	493	1,4	26,1	Franca	31	44,7	24,4			Italia	Friuli Venezia Giulia			
25	31	sovescio con colture azotofissatrici	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	7	calcolo puntuale	31	38	g/kg s.s.	31000	38000	7000	1000	1,4	0	Franca	40		18			Italia	Trentino	Trento	San Michele all'Adige	900
26	33	inerbito (spontaneo)	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	8	calcolo puntuale	8,15	11,21	g/kg	25819	35513	9694	1212	1,2	21	Argilloso limosa	19		39			Italia	Toscana		San Casciano Val di Pese	695
27	31	riutilizzo in campo dei residui verdi	Pratica convenzionale (lavorazione usuale della terra e/o uso erbicidi e/o fert sintetica)	7	calcolo puntuale	31	43	g/kg s.s.	114576	158928	44352	6336	1,4	0	Franca	40		18			Italia	Trentino	Trento	San Michele all'Adige	900

ID	Temperatura media annua	Presenza erosione	Gestione aziendale	Forma allevamento	N.piante/ha	Distanza tra le file (m)	Distanza sulle file	Età del vigneto	Irrigazione	Effetto C-farming sulla produttività	Vantaggi	Svantaggi	Fattori che possono incidere sul sequestro di SOC	Rif_Bibliografico	Progetto
16	18,00		convenzionale											https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.247	
17	18,00													https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.247	
18	14,60		convenzionale		4000	2,2		dal 1992			Biochar had either no effect or a negative effect on total soil microbial biomass depending on time			https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.101	MEDICAR project (ref. AGL2012-40037-C02-01) of the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (MINECO). A.R.-M. acknowledges support from the MINECO Maria de Maetzu award MDM-2015-0552
19	14,60		convenzionale	Cordone speronato	4600	2,5	0,8	24	No	aumenta	soil organic carbon increase as described in the previous columns. slight decrease in soil bulk density Biochar increased pH, NH4-N, P concentrations. The double dose of biochar increased NO3-N concentration from 1.51 to 5.88, the fungal species richness in the rhizosphere, particularly of Basidiomycota yeasts, and reduced putative plant pathogens like Phaeoacremonium and Aspergillus.		Labile C in biochar is rapidly consumed within weeks or months after incorporation into the soil: higher respiration rate Similar values of microbial biomass between control and biochar amended soils 10 y after the soil	https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105217 e https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158225	
20	14,60		convenzionale	Cordone speronato	4600	2,5	0,8	24	No	aumenta	soil organic carbon increase as described in the previous columns. slight decrease in soil bulk density Biochar increased pH, NH4-N, P concentrations. The double dose of biochar increased NO3-N concentration from 1.51 to 5.88, the fungal species richness in the rhizosphere, particularly of Basidiomycota yeasts, and reduced putative plant pathogens like Phaeoacremonium and Aspergillus.		Labile C in biochar is rapidly consumed within weeks or months after incorporation into the soil: higher respiration rate Similar values of microbial biomass between control and biochar amended soils 10 y after the soil	https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105217	
21					5050	2,2	0,9	1998						Aumentare la sostanza organica in vigneto con il compost C. Mondini, F. Fornasier, T. Sinicco, P. Sivillotti, F. Gaiotti, D. Mosetti. L'Informatore Agrario n. 21, pag. 38 del 30/05/2018	
22					4600	2,4	0,9	1995						Aumentare la sostanza organica in vigneto con il compost C. Mondini, F. Fornasier, T. Sinicco, P. Sivillotti, F. Gaiotti, D. Mosetti. L'Informatore Agrario n. 21, pag. 38 del 30/05/2019	
23					5050	2,2	0,9	1998						Aumentare la sostanza organica in vigneto con il compost C. Mondini, F. Fornasier, T. Sinicco, P. Sivillotti, F. Gaiotti, D. Mosetti. L'Informatore Agrario n. 21, pag. 38 del 30/05/2020	
24					4600	2,4	0,9	1995						Aumentare la sostanza organica in vigneto con il compost C. Mondini, F. Fornasier, T. Sinicco, P. Sivillotti, F. Gaiotti, D. Mosetti. L'Informatore Agrario n. 21, pag. 38 del 30/05/2019	
25				Pergola		2,8	0,5	2009						Più sostanza organica stabile con il sovescio nel vigneto, R. Morelli, D. Bertoldi, D. Baldantoni, R. Zanzotti. L'Informatore Agrario n. 18, pag. 51 del 12/05/2020	
26	14,90	si		Cordone speronato		2,7	0,8							https://doi.org/10.1016/j.still.2016.12.011	
27				Pergola		2,8	0,5	2009						Più sostanza organica stabile con il sovescio nel vigneto, R. Morelli, D. Bertoldi, D. Baldantoni, R. Zanzotti. L'Informatore Agrario n. 18, pag. 51 del 12/05/2020	