



IL BIOCHAR NELLE MODERNE PRATICHE AGRONOMICHE.
I BENEFICI AMBIENTALI ED ECONOMICI IN VITICOLTURA

SOMMARIO

Introduzione	4
Pratiche sostenibili di resilienza climatica in vigneto: il progetto Reactive	4
Il BIOCHAR nelle moderne pratiche di viticoltura	5
1. BIOCHAR : origini e metodi di produzione	6
2. Proprietà biologiche e chimico-fisiche	9
3. Gli impatti ambientali e socioeconomici	11
4. BIOCHAR nelle moderne pratiche vitivinicole	14
Dosaggi e modalità di impiego	15
5. Normative e mercato: prospettive per il settore agricolo	17
Bibliografia	20

INTRODUZIONE.

PRATICHE SOSTENIBILI DI RESILIENZA CLIMATICA IN VIGNETO: IL PROGETTO REACTIVE

Finanziato dal programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 di Regione Lombardia, il progetto **Reactive** supporta gli operatori del settore vitivinicolo nell'adozione di **buone pratiche agronomiche** di contrasto ai **cambiamenti climatici** presidiando resa e qualità delle produzioni.

La viticoltura è un pilastro dell'economia nazionale che mobilita un vasto patrimonio di saperi, tecniche di coltivazione e vinificazione con vitigni di storica importanza. Tuttavia, gli effetti del cambiamento climatico rappresentano una sfida anche per gli agrosistemi più consolidati che hanno saputo adattarsi alle particolari condizioni pedoclimatiche garantendo fertilità dei suoli, vigore delle piante e resistenza ai patogeni.

La **sostenibilità** è un cardine di molte produzioni vinicole moderne sempre più impegnate ad applicare metodi di conservazione della sostanza organica dei suoli, riduzione del consumo di pesticidi e di fertilizzanti di sintesi. La dimensione della sostenibilità del vino si riferisce a una serie di pratiche di produzione vinicola in grado di garantire piena **compatibilità ecologica** con il contesto territoriale, il rispetto della biodiversità, la riduzione del consumo di acqua, il controllo naturale delle popolazioni nocive e più in generale l'uso responsabile delle risorse naturali.

Reactive incentiva buone pratiche di sostenibilità in viticoltura incentrate sull'abbattimento delle emissioni di CO₂ e il sequestro del carbonio nei suoli vitati mediante soluzioni di **difesa fitosanitaria integrata** e utilizzo di **BIOCHAR**, carbone vegetale utilizzato come ammendante dei suoli agricoli.

➤ Supporta il processo decisionale di imprese, addetti, tecnici nella scelta di pratiche agronomiche sostenibili di contrasto alla diffusione di malattie in vigneto.

➤ Genera conoscenza e consapevolezza agli operatori per il passaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio, resiliente ai cambiamenti e alle buone pratiche agricole sostenibili.

In tale contesto, la guida "*Il **BIOCHAR** nelle moderne pratiche agronomiche. I benefici ambientali ed economici in viticoltura*" ha lo scopo di sensibilizzare la comunità vitivinicola sui **vantaggi derivanti dall'uso di BIOCHAR in vigneto** per la conservazione della qualità della vite, il rispetto dell'ambiente e la profittabilità delle produzioni.

IL BIOCHAR NELLE MODERNE PRATICHE DI VITICOLTURA

Il **BIOCHAR** è un carbone vegetale con elevata porosità prodotto attraverso differenti processi di riscaldamento di materiale di origine vegetale, generalmente biomasse, a temperature molto elevate e a basse concentrazioni di ossigeno. La definizione si deve alla proposta dell'International **BIOCHAR** Initiative IBI quale risultato dell'unione delle parole *bio* (dal greco, vita) e *char* (dall'inglese, carbone) che ne indica il prevalente uso in ambito agricolo e di difesa fitosanitaria¹.

La composizione della materia prima di partenza come **scarti lignocellulosici di origine forestale** (cippato, pellet, corteccia) e **agroindustriali** (paglia, gusci, lolla di riso), hanno un ruolo cruciale nella determinazione delle caratteristiche del **BIOCHAR**, influenzate dalla diversa presenza di cellulosa, emicellulosa, lignina e minerali e dal loro comportamento durante il processo termico di produzione.

Grazie alla sua struttura cristallina e alle proprietà chimico-fisiche, il **BIOCHAR** può essere utilizzato come ammendante nelle pratiche agricole apportando numerosi benefici. In particolare, il **BIOCHAR** applicato in contesti siccitosi e in terreni dilavati, contribuisce alla ritenzione dei **nutrienti**, alla conservazione dell'**umidità** e dell'**acqua**, preservando il corretto pH del suolo e migliorando la resa agricola grazie alla stimolazione dell'apparato radicale e la conservazione del microbiota. In riferimento al profilo di **sostenibilità ambientale**, il **BIOCHAR** permette lo stoccaggio di carbonio nel suolo, contribuendo a ridurre l'uso di fertilizzanti chimici e le conseguenti emissioni di ossido nitroso e di ammoniaca, nonché a decontaminare suolo ed acqua da numerosi metalli pesanti.

Inoltre, l'impiego del **BIOCHAR** apporta indubbi **vantaggi economici** per l'azienda agricola grazie a un processo produttivo basato sulla valorizzazione di risorse biologiche di scarto, con un risparmio di ammendanti e costi di produzione.

Il **BIOCHAR** si inserisce all'interno del **quadro normativo** di riferimento europeo e italiano per il biologico qualificandosi tra i più validi alleati della transizione tra agricoltura tradizionale a biologica.

La Guida illustra i vantaggi della sua applicazione a livello ambientale e agricolo e attraverso la descrizione di un caso studio svolto in Toscana nel quadriennio 2010-2014, conferma il ruolo benefico del **BIOCHAR** nell'adattamento al cambiamento climatico dei vitigni, prevenendo e limitando gli effetti negativi della siccità.



1. BIOCHAR: ORIGINI E METODI DI PRODUZIONE

Il **BIOCHAR** è un carbone vegetale con elevata porosità prodotto attraverso differenti processi di riscaldamento di materiale di origine vegetale, generalmente biomasse, a temperature molto elevate comprese tra i 400 e 800°C e a basse concentrazioni di ossigeno².

Da un punto di vista chimico, il **BIOCHAR** si distingue dal carbone fossile per una composizione caratterizzata da alte percentuali di carbonio (50-90%) e da strutture chimiche aromatiche che gli conferiscono importanti proprietà di promotore della fertilità dei suoli³.

Sostanze naturali o di sintesi, normalmente applicate in agricoltura, gli **ammendanti** come il biochar, migliorano le caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche del suolo creando una struttura stabile e porosa che garantisce una migliore conservazione della sostanza organica, disponibilità di acqua e produttività delle colture.

Le proprietà agronomiche del **BIOCHAR** sono da lungo tempo note. Già in epoca precolombiana, le civiltà indios utilizzavano interrare il carbone vegetale per migliorare la produttività agricola in suoli interessati da forte dilavamento. Testimonianze di questo utilizzo sono documentate nella foresta amazzonica dove nei suoli a maggiore fertilità (Terra Preta dos Indios) si attestano elevate concentrazioni di carbone vegetale⁴.

Il **metodo tradizionale** di produzione di **BIOCHAR** per l'uso agronomico è basato sulla combustione e carbonizzazione di biomasse lignocellulosiche in grosse pile, pratica ancora marginalmente impiegata a livello rurale. La combustione della legna in grandi fuochi dà origine a ceneri e fumi caratterizzati da alte concentrazioni di diossido di carbonio (CO₂), monossido di carbonio (CO), ossidi dello zolfo (SOx) e ossidi di azoto (NOx) con effetti dannosi per l'uomo e per l'ambiente⁵. Inoltre, nella produzione tradizionale la combustione a limitato contenuto di ossigeno in grado di formare il **BIOCHAR** riguarda solo una minima parte della biomassa, dimostrandosi una pratica inefficiente sotto il profilo dello sfruttamento delle risorse naturali⁶.

Per rispondere alle aumentate esigenze di mercato di approcci produttivi e di consumo più sostenibili, a livello industriale il biochar si produce tramite: **gassificazione**, **pirolisi**, e **processi combinati**.

Il processo di **gassificazione** conduce alla conversione di biomassa in un gas combustibile in presenza di ossigeno parziale ad altissime temperature 800-1200°C. Principalmente finalizzato all'ottenimento di gas da utilizzare in numerose applicazioni, dalla gassificazione si ottiene una minima parte di **BIOCHAR** sfruttando diversi modelli di reazione tra reattore e agente ossidante⁷.

La produzione mediante **pirolisi** rappresenta il processo produttivo privilegiato ed impiega diverse tipologie di biomassa di partenza cellulosica (legname, paglie di cereali) anche di scarto (residui legnosi di patata, di piante oleaginose e da fibra tessile), trasformate tramite un processo endotermico di riscaldamento ad alta temperatura (400-700°C) in assenza di agenti ossidanti (solitamente ossigeno) in

gas combustibile (syngas), in energia elettrica, calore, e in un sottoprodotto solido, il **BIOCHAR**.

Differenti condizioni operative conducono a tre rispettive classi di processi di pirolisi: *slow pyrolysis* o carbonizzazione (300-500°C), pirolisi convenzionale (adatta alla produzione di **BIOCHAR**), pirolisi *fast o flash* (adatta alla produzione di composti gassosi o liquidi adatti per la produzione di combustibili).

Infine, il **BIOCHAR** può essere ottenuto mediante il ricorso a due o più tecnologie di trattamento termico, detti **processi combinati**, in grado di trattare biomasse biologiche più complesse ed eterogenee, come rifiuti urbani e loro miscele. Questi approcci tendono ad essere indirizzati alla produzione di gas ad alto valore aggiunto e portano a una limitata produzione di **BIOCHAR**.

Le diverse caratteristiche finali del **BIOCHAR** ed i suoi utilizzi dipenderanno da numerosi fattori, quali la tipologia del materiale di origine, la temperatura, la pressione, la velocità di riscaldamento e la durata del processo produttivo⁸.

La composizione agroindustriale, cellulosa, pirolisi

della **materia prima di partenza** (scarti di origine forestale, rifiuti organici) differente per quota di emicellulosa, lignina, nonché il comportamento termico durante la sono da considerare fattori cruciali per la resa del biochar. Altri contenuti di lignina garantiscono una migliore reattività del processo, produzione di carbonio stabile e di conseguenza efficacia durante le applicazioni agronomiche.

La composizione del **BIOCHAR**, costituita da strati di carbonio a



struttura cristallina, assume un maggiore ordinamento con l'aumentare delle **condizioni termiche**, che oltre gli 800°C comportano la perdita di qualità e di rendimento nel processo.

Grazie alla sua struttura e alle proprietà chimico-fisiche, il **BIOCHAR** trova impiego in numerose applicazioni che vanno dalle già menzionate pratiche agronomiche di incremento della fertilità dei suoli, a quelle di biorisanamento di aria ed acqua contaminate da sostanze chimiche nocive fino alla bioedilizia per la realizzazione di mattoni, intonaci e altre miscele a base cementizia dimostrando interessanti proprietà di resistenza a flessione, isolamento e assorbimento¹.

2. PROPRIETÀ BIOLOGICHE E CHIMICO-FISICHE

Nella moderna agricoltura, approcci produttivi più sostenibili rappresentano una tendenza irreversibile per preservare qualità, sicurezza alimentare e tutela degli ecosistemi naturali.

Nel corso degli ultimi decenni, la ricerca scientifica ha intensificato gli sforzi per identificare metodi agronomici basati sull'uso di ammendanti organici al fine di ostacolare la perdita di sostanza organica del suolo e limitare le emissioni clima-alteranti. L'utilizzo di fertilizzanti chimici è responsabile di oltre il 19% di ammoniaca⁹ e del 25% della CO₂ immessa nell'atmosfera, dell'acidificazione dei suoli e della perdita di biodiversità¹⁰.

Oggi, infatti, la dipendenza dei paesi industrializzati dai combustibili fossili sta portando ad una progressiva ri-carbonizzazione dell'atmosfera, con importanti conseguenze sulla salute ed il benessere del pianeta¹¹.

In questo contesto, grazie all'elevata porosità della sua struttura, il **BIOCHAR** ha dimostrato numerosi effetti benefici come promotore delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo e della resa produttiva delle colture stesse¹, anche nei contesti più interessati da siccità e impoverimento della qualità dei suoli. Il **BIOCHAR** utilizzato nelle pratiche agronomiche fornisce un contributo significativo nel miglioramento delle proprietà **biologiche** del suolo, tra le quali:

➤ Ritenzione dei nutrienti e stimolo del microbiota nel suolo.

La composizione del **BIOCHAR** è ricca di carbonio, idrogeno, azoto e altri nutrienti di origine minerale, come potassio, calcio, sodio e magnesio, elementi indispensabili per la crescita delle piante². La struttura chimica è influenzata dalla natura della materia prima di partenza e dalla tipologia di processo pirolitico adottato, che a temperature più basse (<500°C) consente anche l'accumulo e la biodisponibilità di fosforo, potassio e zolfo¹. Grazie a questi elementi, è in grado di compensare la perdita di sostanze organiche e sali minerali dagli strati superficiali del suolo verso quelli più profondi causato dallo scorrimento dalle acque piovane, incrementando così la crescita delle piante e limitando il ricorso a fertilizzanti¹. Il **BIOCHAR** inoltre è un substrato ideale per la crescita di una grande varietà di microrganismi. In suoli ammendanti con carboni attivi, si è osservato un aumento del 125% della biomassa microbica rispetto alla controparte non fertilizzata.

➤ Stimolazione dell'apparato radicale.

Il **BIOCHAR** è un ottimale substrato per la crescita radicale^{1,13} in grado di stimolare sia in numero che in biomassa le radici permettendo l'aerazione del terreno, un minor compattamento del suolo, e di conseguenza l'aumento di assorbimento di acqua e sostanze nutritive contenute nel suolo da parte della pianta³. La presenza di carbonio attivo nella zona periradicale, inoltre, è in grado di rimuovere gli essudati fitotossici prodotti dalle radici e ridurre la presenza di specie infestanti, inducendo un'ulteriore diminuzione del quantitativo di diserbanti³.

➤ Sostegno alla lotta biologica

Il **BIOCHAR** si candida come protagonista nella lotta biologica ed integrata contribuendo al contenimento dei danni causati da parassiti e patogeni¹⁴. Nella rizosfera, la zona di suolo nei pressi delle radici, si osserva che *Trichoderma* sp. agisce come bioprotettore competendo con i microrganismi patogeni e stimolando il potenziamento del sistema immunitario¹⁵. *Trichoderma* può essere applicato ai suoli agricoli combinato a **BIOCHAR**, in un contesto di lotta biologica e/o integrata, al fine di contrastare infezioni fungine o batteriche e a diminuire l'attrattività di insetti-vettori.

In merito alle proprietà fisico-chimiche dei suoli, il **BIOCHAR** è in grado di supportare:

➤ Conservazione dell'umidità in ecosistemi aridi.

Carbone vegetale dotato di alta porosità, il **BIOCHAR** incrementa il contenuto di acqua disponibile (WHC- water holding capacity) all'interno del terreno, fornendo le condizioni chimico-fisiche ideali per l'aumento di produttività anche negli ecosistemi più aridi, come possono essere quelli del bacino del Mediterraneo. Studi comparativi tra **BIOCHAR**, carboni attivi e pomice hanno dimostrato come **BIOCHAR** prodotti da humus e legna dispongano di una capacità ritenitiva superiore e una conseguente conservazione dei nutrienti idrosolubili riducendo i fabbisogni irrigui e gli stress idrici^{16,3}.

➤ Limitazione dell'acidificazione dei suoli.

Con un pH basico il **BIOCHAR** è in grado di limitare l'acidificazione dei suoli, un problema sempre più frequente nei suoli agricoli oggetto di sfruttamento intensivo e di alta produttività. Attualmente per trattare l'acidificazione dei suoli si utilizza calce, ma studi recenti hanno mostrato che utilizzando **BIOCHAR** è possibile ridurre le quantità di calce necessaria con conseguente riduzione dei costi di produzione³.



3. GLI IMPATTI AMBIENTALI E SOCIOECONOMICI

Composto da oltre il 60% di carbonio, il **BIOCHAR** è un importante alleato per la mitigazione dei cambiamenti climatici, grazie alla capacità di **incorporare carbonio stabile nel terreno**, sequestrando 3 tonnellate di CO₂ per tonnellata utilizzata.

Questo fenomeno si verifica durante il processo produttivo, dove l'anidride carbonica che normalmente sarebbe rilasciata in atmosfera durante la decomposizione della materia organica viene intrappolata all'interno del composto in forma stabile e ne viene impedita la dispersione in atmosfera.

Studi recenti hanno stimato che una azienda agricola di 250 ettari, che utilizza **BIOCHAR** addizionato d'azoto minerale (solfo d'ammonio) come ammendante di coltura, è in grado di sequestrare fino a **1.900 tonnellate di carbonio** all'anno¹⁷. Qualora questo approccio fosse applicato su vasta scala, le emissioni europee di CO₂ si ridurrebbero del 9%¹⁸, con benefici incrementali per le rese produttive e l'implementazione del processo fotosintetico associato.

Quindi si può affermare che l'utilizzo del **BIOCHAR** non è solo una **tecnica carbon-neutral**, quindi a zero emissioni di CO₂, ma anche **carbon negative**, in quanto in grado di contribuire alla diminuzione del contenuto di questo gas dall'atmosfera.

Grazie alla sua struttura stabile e porosa simile all'argilla, il **BIOCHAR** contribuisce a ridurre la frequenza e la quantità di acqua necessaria per l'irrigazione, favorisce l'assorbimento e lo scambio ionico degli elementi nutritivi.

Tra i principali **vantaggi ambientali** connessi all'applicazione di **BIOCHAR** in campo, si annoverano:

➤ Limitazione delle emissioni di ossido nitroso e ammoniaca.

L'utilizzo di **BIOCHAR** come ammendante favorisce una maggior ritenzione di azoto nei suoli, assicurando alle colture un superiore assorbimento dei nutrienti e preservando i suoli dal dilavamento¹⁹.

Uno studio recente ha dimostrato un incremento dell'assorbimento di azoto del 12% in piante di mais e della resa produttiva del 26%, ottenendo risultati migliori rispetto all'utilizzo di urea²⁰.

Grazie alla sua elevata superficie specifica, il **BIOCHAR** garantisce un'elevata **capacità di scambio cationico e anionico** in grado di mettere a disposizione micro e macro-elementi, come ammonio e nitrato, determinando una riduzione di fertilizzanti chimici e biologici e le conseguenti emissioni di ossido nitroso e ammoniaca.

L'ossido nitroso è infatti un gas serra 300 volte più impattante dell'anidride carbonica, che viene rilasciato dai suoli insieme ad ammoniaca come sottoprodotto della fertilizzazione chimica.

L'uso del **BIOCHAR** riduce fino al 19% le emissioni di ammoniaca di origine agricola, grazie alla limitazione dell'impiego di fertilizzanti azotati sintetici, di altri fertilizzanti organici e dello spandimento di fanghi da depurazione, che contribuirebbero normalmente ad emissioni di ammoniaca pari al: 15,2%,

3,9% e 0,5%, mostrando ancora una volta un effetto positivo nella limitazione dei gas serra associati al cambiamento climatico²¹.

► **Assorbimento degli inquinanti e biorisanamento.**

Un altro vantaggio associato all'impiego del **BIOCHAR** è la capacità di immobilizzare diversi metalli pesanti come arsenico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), rame (Cu), mercurio (Hg), nickel (Ni), piombo (Pb), e zinco (Zn)²². Il **BIOCHAR** permette di limitarne il bioassorbimento da parte delle piante, e di conseguenza l'assorbimento da parte dell'uomo²³. A scopo di biorisanamento di suoli contaminati, sono da preferire biochar ottenuti a temperature più alte dotati di superiore capacità di assorbimento²⁴.

L'utilizzo del **BIOCHAR** non è solo promettente da un punto di vista ambientale ma è associato a numerosi vantaggi di sostenibilità economica²⁵.

Il processo produttivo del **BIOCHAR** è esso stesso tra i più sostenibili, poiché fondato su principi di **economia circolare**: scarti agricoli come ramaglie, potature, sarmenti ed altri materiali cellulósici, e fanghi di scarto di acque reflue e di industrie alimentari sono preziose materie prime nel processo pirolitico, convertendo costi di smaltimento in elemento di reddito.

Dobbiamo ricordare infatti che il processo pirolitico oltre a produrre **BIOCHAR**, permette anche la generazione di **energia rinnovabile** sotto forma di biofuel/syngas e di **calore**, massimizzando i costi di investimento tecnologico²⁶.

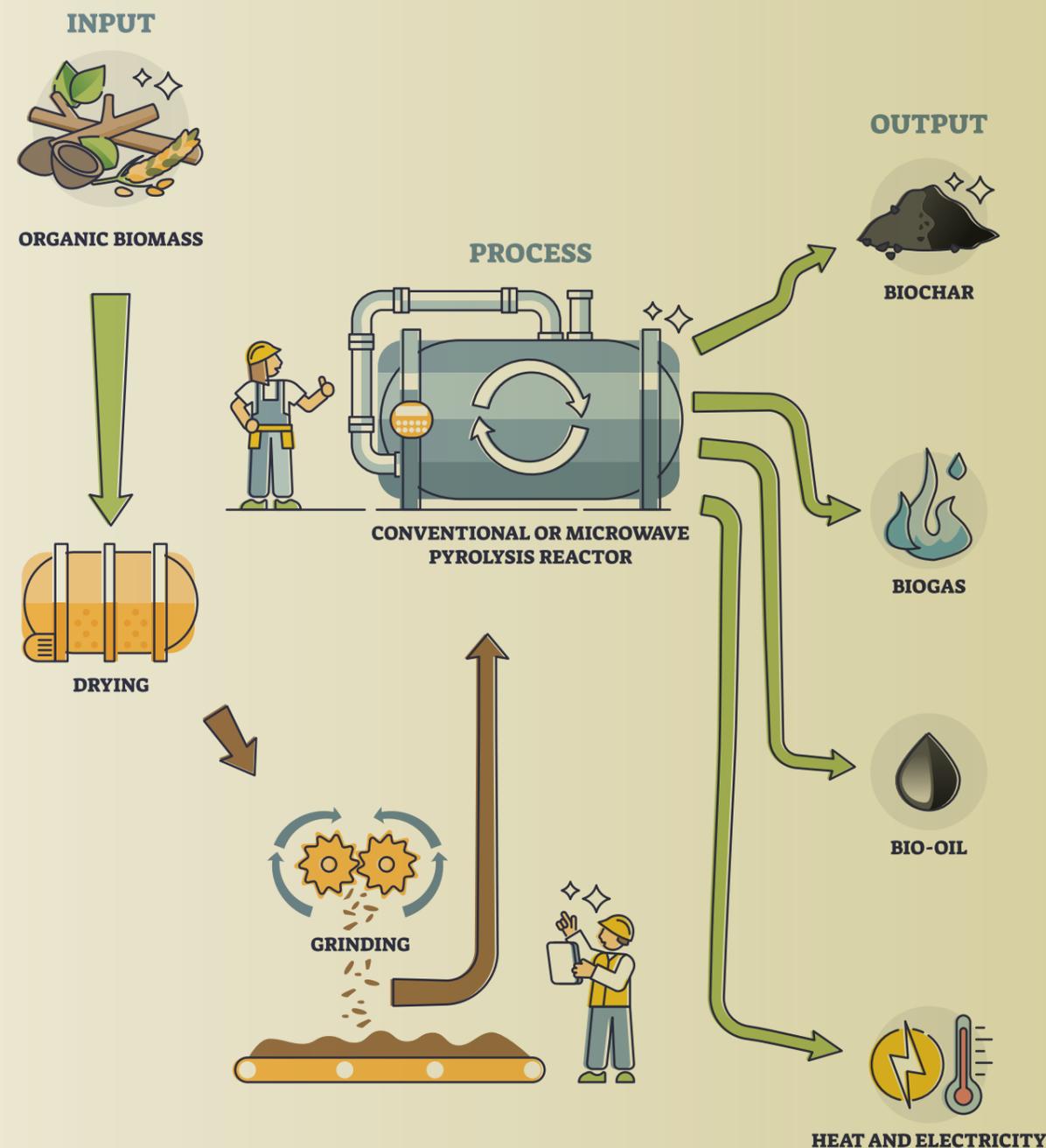
Grazie alla riduzione del ricorso a fertilizzanti, calce e ammendanti, ed a un parallelo incremento delle rese, il **BIOCHAR** si qualifica tra i più validi alleati in agricoltura, incluso il segmento biologico.

Con un incremento della superficie coltivata a biologico del 5,3% annuo²⁷, il settore è trainato da una crescente richiesta da parte del consumatore: secondo una recente ricerca di Mintel, il 28% dei consumatori italiani preferisce i prodotti bio, una percentuale che è destinata ad aumentare²⁸.

L'indotto connesso alla produzione di **BIOCHAR** comporta anche alcuni **vantaggi sociali**; l'industria produttiva del **BIOCHAR** è attualmente un settore in forte crescita, basti pensare che il mercato attuale del **BIOCHAR** è valutato al 2020 in 170,9 milioni di dollari e si stima che in futuro la produzione raggiunga i 587,7 milioni di dollari²⁹. Un aumento di questa entità permetterà l'impiego di un numero sempre maggiore di addetti e tecnici specializzati impiegati nella produzione industriale, ma anche in tutto l'indotto commerciale.

Inoltre, a livello agricolo/di viticoltura la possibilità di aggiungere in campo un solo prodotto con più vantaggi permette agli agricoltori di risparmiare tempo ed energie nella concimazione dei terreni e di poter dedicare il loro tempo ad altre attività fornendo un importante miglioramento nelle condizioni di lavoro.

BIOCHAR



4. BIOCHAR NELLE MODERNE PRATICHE VITIVINICOLE

Il comparto vinicolo, come numerosi settori produttivi, si trova in una fase congiunturale di progressiva ripresa dalla crisi innescata dalla pandemia di **Covid-19**, responsabile di una prolungata interruzione dei consumi e una contrazione della disponibilità di spesa degli operatori industriali (ristorazione e HORECA) e dei consumatori³⁰. A fronte di una flessione negativa dei consumi non si è registrata una corrispondente riduzione dei costi di produzione, che invece hanno registrato, nel secondo trimestre 2021, una crescita di +2,7% dei mezzi tecnici di produzione dall'inizio dell'anno. Un trend negativo che frena l'export lombardo, inferiore di oltre 4 punti percentuali (+11,7%) dalla media nazionale (+15,6%)³¹.

Dall'altra parte i sempre più consistenti cambiamenti climatici contribuiscono alla perdita di fertilità del suolo, condizioni atmosferiche avverse e alterazione della biodiversità vegetativa, causando una riduzione della resa di coltivazione. Studi recenti mostrano come la regione del Mediterraneo sia una tra quelle più interessate dal cambiamento climatico e come sia fondamentale sviluppare degli adattamenti per la coltivazione della vite, soprattutto per quanto concerne l'irrigazione, la preservazione dell'acqua e il riutilizzo delle acque di scarico³². A fronte di un aumento stimato della temperatura di +2 gradi entro il 2050, il 56% delle attuali regioni vitivinicole nel mondo potrebbe sparire, una percentuale destinata a salire al 68% nel caso dell'Italia³³.

La recessione globale unita all'impatto sempre più consistente dei cambiamenti climatici incentiva, dunque, il settore a adottare **buone pratiche di sostenibilità** volte a conservare la **sostanza organica dei suoli**, ridurre le **emissioni di CO₂** preservando produzione e qualità.

In tale contesto, l'uso del **BIOCHAR** come ammendante nei suoli è una pratica sostenibile molto vantaggiosa in grado di rispondere alle sempre più pressanti sfide ambientali e, contemporaneamente, alle richieste dei consumatori. Recentemente l'utilizzo in agricoltura del **BIOCHAR** è stato incoraggiato dal report speciale del *Intergovernmental Panel on Climate Change* nel 2018, e più specificatamente anche a livello delle vigne si è osservato che l'uso del biochar è in grado di offrire vantaggi aumentando la resa produttiva della vite³⁴.

Alcune prove sperimentali condotte su colture di vite in centro Italia (Toscana), nel quadriennio 2010-2014 hanno mostrato come il **BIOCHAR** utilizzato nelle vigne è in grado di causare la **diminuzione della densità dei suoli**, ottimizzare il contenuto di acqua e ridurre lo stress idrico rispetto ai controlli senza aggiunta (dal 3,2% al 45%) con conseguente miglioramento del potenziale fogliare e dell'attività fotosintetica in condizioni di siccità del 24-37%³⁵.

Analisi condotte invece sui frutti mostrano che anche la **resa produttiva** di uva per pianta è significativamente aumentata nei campi trattati con **BIOCHAR** rispetto ai controlli, in un range che va dal 16% al 66% durante tutti e quattro gli anni di studio. Il numero dei grappoli per pianta invece, non viene influenzato dalla presenza del **BIOCHAR**, mentre il peso medio

di ciascuno subisce un aumento fino ad un massimo del 46% a causa dell'ingrandimento delle dimensioni degli acini (14,8%)³⁴.

Tuttavia, analizzando la differenza di resa di ciascun anno si osserva che anche in presenza di **BIOCHAR**, la produttività è inversamente correlata alle precipitazioni della stagione di crescita (estate) e si rileva comunque un effetto "protettivo" del **BIOCHAR** durante gli anni più siccitosi³⁴.

Fattore da evidenziare è che l'aumento produttivo associato all'utilizzo di **BIOCHAR** non corrisponde ad una variazione dei parametri di qualità rispetto ai controlli, e quindi permette di ottenere le medesime caratteristiche qualitative nel prodotto finito³⁴.

In conclusione, queste strategie confermano che l'utilizzo di **BIOCHAR** svolge un ruolo di primaria importanza nell'adattamento delle vigne prevenendo e limitando gli effetti negativi della siccità, che sempre più interesseranno il bacino del mediterraneo e l'Italia³⁰. Infine, l'utilizzo dei sarmenti, scarti della produzione vitivinicola, come biomassa di partenza per il processo produttivo del **BIOCHAR** si inserisce in un'ottica di economia circolare, andando ad ulteriormente ridurre le pratiche convenzionali di combustione con formazione di gas serra e fumi tossici³⁶.

DOSAGGI E MODALITÀ DI IMPIEGO

Il dosaggio di **BIOCHAR** in campo richiede una preliminare caratterizzazione chimico-fisica e biologica del suolo³⁷ al fine di formulare la corretta somministrazione in base alla tipologia di suolo e coltura. Attualmente, la limitata disponibilità di evidenze sperimentali non consente la formulazione di raccomandazioni universali, condizione in molta parte dovuta alla tipologia del materiale di origine (scarti di origine forestale, agroindustriale, rifiuti organici) e dall'applicazione di processi produttivi, eterogenei per temperatura, pressione, velocità di riscaldamento e durata. La composizione della materia prima di partenza differente per quota di emicellulosa, cellulosa, lignina, nonché dal comportamento termico durante la pirolisi sono da considerare fattori cruciali per la resa del **BIOCHAR**. Altri contenuti di lignina garantiscono una migliore reattività del processo, produzione di carbonio stabile e di conseguente efficacia durante le applicazioni agronomiche.

Numerosi studi hanno dimostrato effetti positivi del **BIOCHAR** sulle colture somministrati con dosaggi entro un range molto ampio compreso tra 5 a 50 tonnellate per ettaro.

Per quanto riguarda la frequenza di applicazione del **BIOCHAR** in campo, si è osservato che anche singole applicazioni sono in grado di fornire effetti positivi grazie alla sua capacità di degradarsi molto lentamente nei suoli, perciò a differenza degli altri fertilizzanti sintetici, il **BIOCHAR** non necessita di essere applicato con ogni coltura.

Attualmente per quanto concerne la vite si ha come protocollo quello di utilizzare 13 m³ di **BIOCHAR**/ha nella preparazione del suolo, con la concimazione di fondo preimpianto e successivamente l'aggiunta di 1,5 m³ di **BIOCHAR**/ha in settembre – ottobre appena terminata la raccolta³⁸.



5. NORMATIVE E MERCATO: PROSPETTIVE PER IL SETTORE AGRICOLO

Nel corso degli ultimi decenni, il **BIOCHAR** è stato interessato da un crescente interesse di mercato, grazie a una più ampia conoscenza delle proprietà chimico-fisiche e dei vantaggi per lo sviluppo di numerosi settori produttivi.

Nella Legislazione europea, con la direttiva EU 2019/216439 il **BIOCHAR** è considerato conforme agli obiettivi e principi della produzione biologica come fertilizzante e ammendante, inserito nell'allegato I del regolamento (CE) n. 889/2008 e pertanto ammesso nel mercato comunitario⁴⁰.

In Italia, a partire dal 2015 il **BIOCHAR** è rientrato nella classificazione degli ammendanti riconosciuti in agricoltura dal Dlgs 75/2010, come prodotto ottenuto da *"processi di pirolisi o gassificazione a partire da residui di origine vegetale provenienti dall'agricoltura e dalla silvicoltura, oltre che da sanse di oliva, vinacce, cruscamì, noccioli e gusci di frutta, cascami non trattati della lavorazione del legno, in quanto sottoprodotti delle attività connesse"*⁴¹.

Nello stesso anno, è ammesso per l'utilizzo in agricoltura biologica e il suo utilizzo è tutt'ora incentivato dalla Politica Agricola Comune (PAC) quale valido alleato nel contrasto ai cambiamenti climatici, nella protezione delle risorse naturali e della biodiversità.

Rimane tuttavia ancora incerta la destinazione dei prodotti a base di **BIOCHAR**, che non aderiscono alla regolamentazione dei prodotti fertilizzanti (*Fertilising Products Regulation*), per i quali ciascuno Stato Membro si riserva la capacità di definirne la classificazione⁴⁰. Così come la diversa composizione della materia prima di partenza e l'applicazione di diversi processi produttivi di **BIOCHAR**, frenano lo sviluppo del mercato a causa di difficoltà di standardizzazione, tracciabilità e approvazione.

Al fine di superare questi ostacoli normativi, l'International **BIOCHAR** Initiative (IBI) sta promuovendo lo sviluppo di un programma di certificazione, l'European **BIOCHAR** Certificate (EBC) per favorirne la commercializzazione e l'utilizzo sicuro e responsabile²⁵.

Con l'aumento dell'importanza del **BIOCHAR**, molti stati hanno, quindi, introdotto leggi parallele agli standard IBI e EBC, mentre altri stati ancora fanno ricadere l'uso del **BIOCHAR** nelle specifiche dei fertilizzanti e del compost²⁵. Si tratta di linee guida industriali che, tuttavia, essendo ad attuazione volontaria, risultano ancora insoddisfacenti per regolare completamente il mercato.

I produttori italiani, rappresentati dall'Associazione iChar, operano per immettere sul mercato prodotti che rispondano alla normativa vigente, definendone modalità e prezzi di riferimento.

Un'armonizzazione normativa ed economica, oltre che tecnologica, favorirebbe la commercializzazione di **BIOCHAR** e la diffusione del suo utilizzo nelle pratiche agronomiche sostenibili⁴², contribuendo contemporaneamente a mitigare gli impatti ambientali negativi comunemente associati all'uso di ammendanti e concimi di sintesi.

L'attuale produzione di **BIOCHAR** è esclusivo appannaggio industriale necessitando di sistemi e tecnologie in grado di garantire un accesso a volumi consistenti di biomasse e un maggior controllo



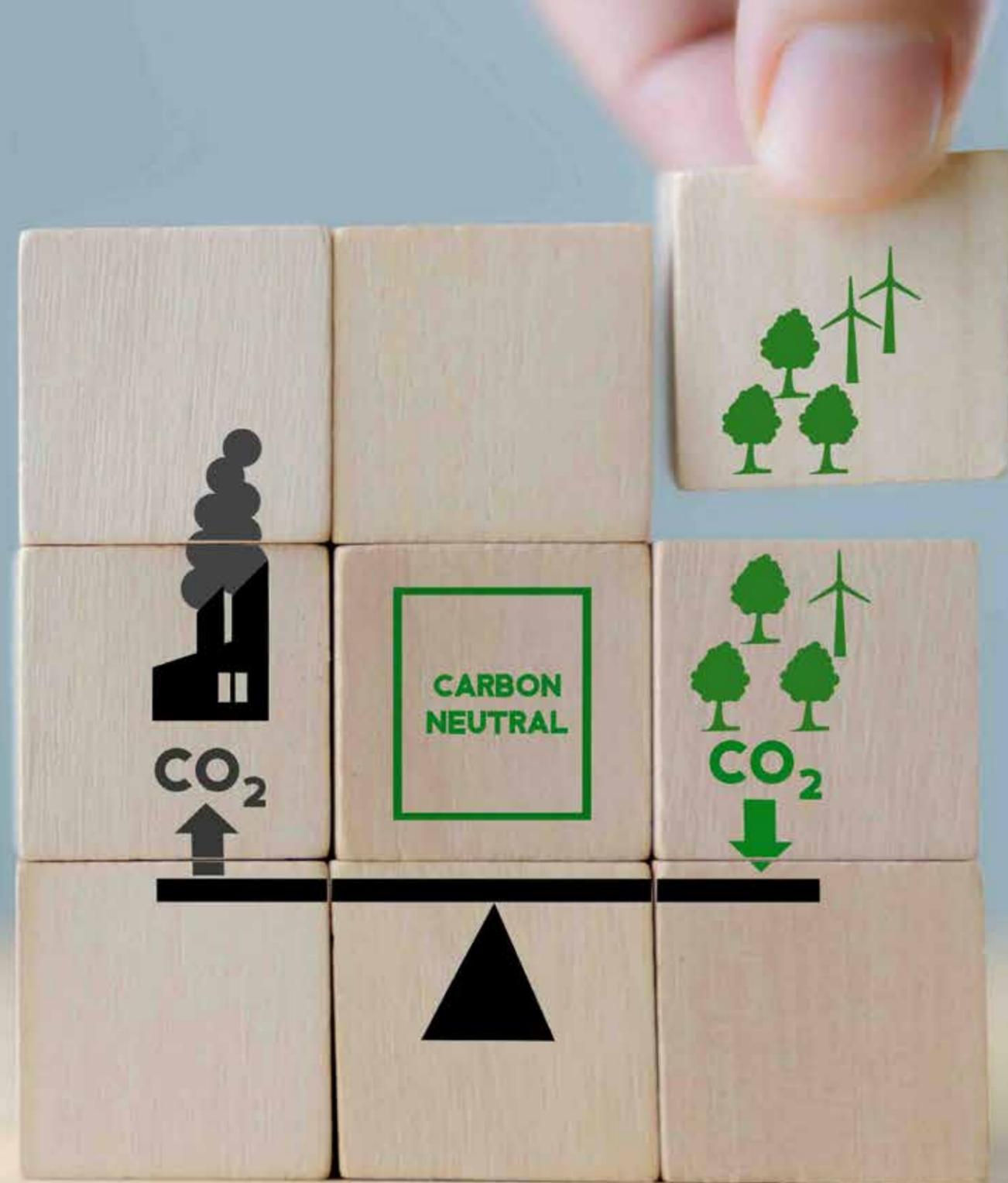
delle alte temperature di processo. Il **BIOCHAR** per applicazioni agronomiche è disponibile sul mercato in un ampissimo range di prezzo (da 90 a 5.000 US \$/ tonnellata) dipendente da una pluralità di fattori, quali il grado di sviluppo delle economie in cui il **BIOCHAR** trova applicazione, dalla composizione della materia prima di partenza, dal processo produttivo, dalla tipologia di coltura a cui viene destinato⁴³.

La produzione small scale in azienda agricola è, invece, ancora molto limitata; si attestano limitati studi pilota dedicati alla produzione di **BIOCHAR** in campo. Ad esempio, impianti pirolitici su piccola scala sono installati presso aziende agricole di Svezia e altri paesi nordici con lo scopo prevalente di generare calore a supporto dei costi di gestione operativa, e in secondo luogo, ammendanti per gli usi agronomici⁴⁴.

In accordo con questi casi, da un impianto dimensionato a 50kW la produzione annua di **BIOCHAR** ottenibile si aggira intorno alle 26 tonnellate, suggerendo la considerazione che l'implementazione di impianti pirolitici "in campo" potrebbe essere sfruttato da piccole realtà agricole come forma di diversificazione del modello reddituale⁴⁴. Qualora non fosse possibile applicare la tecnologia in modo capillare in situ, studi crescenti indicano numerosi vantaggi potenziali dalla produzione di **BIOCHAR** a livello rurale, anche attraverso logiche basate su economie di scala per l'ottimizzazione dei costi di processo. L'accesso a biomassa di partenza a basso costo e localmente disponibile posta in prossimità degli impianti produttivi (entro 50-200km) è da preferire in modo da ridurre l'impatto dei costi di logistica della biomassa e sostenere la profittabilità del modello di produzione²⁶.

Una nuova prospettiva per lo sviluppo del mercato di **BIOCHAR** è costituito dall'opportunità di combinare il suo utilizzo ai **crediti di carbonio**⁴⁵, cioè le unità equivalenti alla rimozione di una tonnellata di CO₂ dall'atmosfera. Nel contesto industriale moderno in un'ottica di sostenibilità ambientale, le aziende accedono con maggiore frequenza ai **crediti di carbonio certificati**, uno strumento finanziario per compensare in modo virtuoso le emissioni residue di gas ad effetto serra generate durante la produzione nei settori petrolchimico, dell'acciaio, del cemento, e dell'aviazione. All'interno del mercato dei crediti di carbonio, si può inserire anche il **BIOCHAR**; grazie alla sua capacità di sequestrare e stoccare carbonio in forma stabile fino a circa 3 tonnellate per singola tonnellata di **BIOCHAR** prodotto, generando quindi 3 crediti di carbonio per singola tonnellata di **BIOCHAR**³⁸.

Attualmente il mercato globale dei crediti di carbonio è in rapida espansione, con costi che si assestano sui **20 €/t CO₂**, ma presumibilmente tra qualche anno i crediti volontari andranno verso i **50€/t CO₂**, valori interessanti anche in un'ottica di ampliamento degli impieghi del **BIOCHAR**⁴⁶.



BIBLIOGRAFIA

- (1) Biochar for Environmental Management: Science and Technology; Lehmann, J., Joseph, S., Eds.; Earthscan: London ; Sterling, VA, 2009.
- (2) EBC (2012-2022) "European Biochar Certificate - Guidelines for a Sustainable Production of Biochar."; Version 10.2 from 8th Dec 2022; Carbon Standards International (CSI), Frick, Switzerland. (<http://european-biochar.org>).
- (3) Lehmann, J.; Rillig, M. C.; Thies, J.; Masiello, C. A.; Hockaday, W. C.; Crowley, D. Biochar Effects on Soil Biota – A Review. *Soil Biol. Biochem.* 2011, 43 (9), 1812–1836. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.04.022>.
- (4) Bezerra, J.; Turnhout, E.; Vasquez, I. M.; Rittl, T. F.; Arts, B.; Kuyper, T. W. The Promises of the Amazonian Soil: Shifts in Discourses of Terra Preta and Biochar. *J. Environ. Policy Plan.* 2019, 21 (5), 623–635. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2016.1269644>.
- (5) What are the air emissions of burning wood? – Wood Energy. <https://wood-energy.extension.org/what-are-the-air-emissions-of-burning-wood/> (accessed 2023-01-03).
- (6) Artiola, J.; Wardell, L. Guide to Making and Using Biochar for Gardens in Southern Arizona. 2017, AZ1752.
- (7) Biochar Production Technologies. biochar-international. <https://biochar-international.org/biochar-production-technologies/> (accessed 2023-01-23).
- (8) Shankar Tumuluru, J.; Sokhansanj, S.; Hess, J. R.; Wright, C. T.; Boardman, R. D. REVIEW: A Review on Biomass Torrefaction Process and Product Properties for Energy Applications. *Ind. Biotechnol.* 2011, 7 (5), 384–401. <https://doi.org/10.1089/ind.2011.7.384>.
- (9) Agricoltura - Arpa per le imprese. ARPA Lombardia. <https://www.arpalombardia.it:443/Pages/Arpa-per-le-imprese-Autorizzazioni-e-Controlli/Agricoltura.aspx> (accessed 2023-01-03).
- (10) Menegat, S.; Ledo, A.; Tirado, R. Greenhouse Gas Emissions from Global Production and Use of Nitrogen Synthetic Fertilisers in Agriculture. *Sci. Rep.* 2022, 12 (1), 14490. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18773-w>.
- (11) Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Solomon, S., Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds.; Cambridge University Press: Cambridge ; New York, 2007.
- (12) Ding, Y.; Liu, Y.; Liu, S.; Li, Z.; Tan, X.; Huang, X.; Zeng, G.; Zhou, L.; Zheng, B. Biochar to Improve Soil Fertility. A Review. *Agron. Sustain. Dev.* 2016, 36 (2), 36. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0372-z>.
- (13) Liang, B.; Lehmann, J.; Sohi, S. P.; Thies, J. E.; O'Neill, B.; Trujillo, L.; Gaunt, J.; Solomon, D.; Grossman, J.; Neves, E. G.; Luizão, F. J. Black Carbon Affects the Cycling of Non-Black Carbon in Soil. *Org. Geochem.* 2010, 41 (2), 206–213. <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2009.09.007>.
- (14) Bonanomi, G.; Ippolito, F.; Scala, F. A "Black" Future for Plant Pathology? Biochar as a New Soil Amendment for Controlling Plant Diseases. *J. Plant Pathol.* 2015, 97, 223–234. <https://doi.org/10.4454/jpp.v97i2.3381>.
- (15) Guerrieri, E.; Lingua, G.; Digilio, M. C.; Massa, N.; Berta, G. Do Interactions between Plant Roots and the Rhizosphere Affect Parasitoid Behaviour? *Ecol. Entomol.* 2004, 29(6), 753–756. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2004.00644.x>.
- (16) Pietikäinen, J.; Kiikkilä, O.; Fritze, H. Charcoal as a Habitat for Microbes and Its Effect on the Microbial Community of the Underlying Humus. *Oikos* 2000, 89, 231–242. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.890203.x>.
- (17) <https://www.lchar.org/Content/Php?Page=136>.
- (18) Glaser, B.; Parr, M.; Braun, C.; Kopolo, G. Biochar Is Carbon Negative. *Nat. Geosci.* 2009, 2 (1), 2–2. <https://doi.org/10.1038/ngeo395>.
- (19) Yanai, Y.; Toyota, K.; Okazaki, M. Effects of Charcoal Addition on N₂O Emissions from Soil Resulting from Rewetting Air-Dried Soil in Short-Term Laboratory Experiments. *Soil Sci. Plant Nutr.* 2007, 53 (2), 181–188. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2007.00123.x>.
- (20) Ndoung, O. C. N.; Figueiredo, C. C. de; Ramos, M. L. G. A Scoping Review on Biochar-Based Fertilizers: Enrichment Techniques and Agro-Environmental Application. *Heliyon* 2021, 7 (12), e08473. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08473>.
- (21) 1_Agricoltura_Finale.Pdf. https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/statoambiente/annuario-2016/1_Agricoltura%20finale.pdf (accessed 2023-01-03).
- (22) Wang, H.; Zhang, X. Biochar for the Remediation of Soils Contaminated with Potentially Toxic Elements.
- (23) Wang, J.; Shi, L.; Zhai, L.; Zhang, H.; Wang, S.; Zou, J.; Shen, Z.; Lian, C.; Chen, Y. Analysis of the Long-Term Effectiveness of Biochar Immobilization Remediation on Heavy Metal Contaminated Soil and the Potential Environmental Factors Weakening the Remediation Effect: A Review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2021, 207, 111261. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111261>.
- (24) Uchimiya, M.; Wartelle, L. H.; Lima, I. M.; Klasson, K. T. Sorption of Deisopropylatrazine on Broiler Litter Biochars. *J. Agric. Food Chem.* 2010, 58 (23), 12350–12356. <https://doi.org/10.1021/jf102152q>.
- (25) Carvalho, J.; Nascimento, L.; Soares, M.; Valério, N.; Ribeiro, A.; Faria, L.; Silva, A.; Pacheco, N.; Araújo, J.; Vilarinho, C. Life Cycle Assessment (LCA) of Biochar Production from a Circular Economy Perspective. *Processes* 2022, 10 (12), 2684. <https://doi.org/10.3390/pr10122684>.
- (26) Homagain, K.; Shahi, C.; Luckai, N.; Sharma, M. Life Cycle Cost and Economic Assessment of Biochar-Based Bioenergy Production and Biochar Land Application in Northwestern Ontario, Canada. *For. Ecosyst.* 2016, 3 (1), 21. <https://doi.org/10.1186/s40663-016-0081-8>.
- (27) FiBL, R. I. of O. A. Exceptional growth of the European organic market 2020 – Organic market reaches 52 billion euros and organic farmland 17 million hectares in 2020. <https://www.fibl.org/en/info-centre/news/exceptional-growth-of-the-european-organic-market-2020> (accessed 2023-01-05).
- (28) Moreno. Continua a crescere la richiesta di prodotti Bio: un mercato che vale 40,7 Mld di € a livello europeo. *beverfood.com.* <https://www.beverfood.com/a-crescere-richiesta-prodotti-bio-mercato-vale-40-7-ml-d-a-livello-europeo-wd/> (accessed 2023-01-05).
- (29) Biochar Market Size, Trends 2030: Industry Forecast. Allied Market Research. <https://www.alliedmarketresearch.com/biochar-market-A11816> (accessed 2023-01-03).
- (30) Baronti, S.; Magno, R.; Maienza, A.; Montagnoli, A.; Ungaro, F.; Vaccari, F. P. Long Term Effect of Biochar on Soil Plant Water Relation and Fine Roots: Results after 10 Years of Vineyard Experiment. *Sci. Total Environ.* 2022, 851, 158225. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158225>.
- (31) Unioncamerelombardia.it. 2021.
- (32) Santillán, D.; Iglesias, A.; La Jeunesse, I.; Garrote, L.; Sotes, V. Vineyards in Transition: A Global Assessment of the Adaptation Needs of Grape Producing Regions under Climate Change. *Sci. Total Environ.* 2019, 657, 839–852. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.079>.
- (33) Morales-Castilla, I.; García de Cortázar-Atauri, I.; Cook, B. I.; Lacombe, T.; Parker, A.; van Leeuwen, C.; Nicholas, K. A.; Wolkovich, E. M. Diversity Buffers Winegrowing Regions from Climate Change Losses. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2020, 117 (6), 2864–2869. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906731117>.
- (34) Genesio, L.; Miglietta, F.; Baronti, S.; Vaccari, F. P. Biochar Increases Vineyard Productivity without Affecting Grape Quality: Results from a Four Years Field Experiment in Tuscany. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2015, 201, 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.021>.
- (35) Baronti, S.; Vaccari, F. P.; Miglietta, F.; Calzolari, C.; Lugato, E.; Orlandini, S.; Pini, R.; Zulian, C.; Genesio, L. Impact of Biochar Application on Plant Water Relations in Vitis Vinifera (L.). *Eur. J. Agron.* 2014, 53, 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.11.003>.
- (36) Montanaro, G.; Xiloyannis, C.; Nuzzo, V.; Dichio, B. Orchard Management, Soil Organic Carbon and Ecosystem Services in Mediterranean Fruit Tree Crops. *Sci. Hortic.* 2017, 217, 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.01.012>.
- (37) Major, J. Guidelines on Practical Aspects of Biochar Application to Field Soil in Various Soil Management Systems.
- (38) Onyx, W. Dosaggi e modalità d'impiego del biochar.
- (39) REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/2164 DELLA COMMISSIONEpdf. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2164&from=IT> (accessed 2023-01-05).
- (40) Štrubelj, L. Waste, Fertilising Product, or Something Else? EU Regulation of Biochar. *J. Environ. Law* 2022, 34 (3), 529–540. <https://doi.org/10.1093/jel/eqac013>.
- (41) MODIFICA DEGLI ALLEGATI 2, 6 E 7 DEL DECRETO LEGISLATIVO 29 APRILE 2010, N. 75..Pdf. https://www.gazzettaufficiale.it/do/atto/serie_generale/caricaPdf?cdimg=15A0617600100010110001&dgu=2015-08-12&art_dataPubblicazioneGazzetta=2015-08-12&art.codiceRedazionale=15A06176&art.num=1&art.tiposerie=SG (accessed 2023-01-05).
- (42) <https://lchar.org/>.
- (43) Osti, S. Biochar, un ammendante che sequestra la CO₂. Terra e Vita. <https://terraevita.edagricole.it/fertilizzanti-concimi/biochar-ammendante-sequestra-co2/> (accessed 2023-01-05).
- (44) Azzi, E. S.; Karlun, E.; Sundberg, C. Small-Scale Biochar Production on Swedish Farms: A Model for Estimating Potential, Variability, and Environmental Performance. *J. Clean. Prod.* 2021, 280, 124873. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124873>.
- (45) Crediti di Carbonio_ITA_.Pdf. https://carbonsink.it/wp-content/uploads/2022/02/Crediti-di-Carbonio_ITA_.pdf (accessed 2023-01-23).
- (46) Isonio, E. Biochar, il boom è dietro l'angolo: +164% nei prossimi 5 anni. Re Soil Foundation. <https://resoilfoundation.org/economia-finanza/biochar-crescita-valore-mercato/> (accessed 2023-01-23).



IL BIOCHAR NELLE MODERNE PRATICHE AGRONOMICHE. I BENEFICI AMBIENTALI ED ECONOMICI IN VITICOLTURA

Federica Binello, Sara Daniotti, Matteo Salina, Ilaria Re
Tutti i diritti riservati.

Nessuna riproduzione, totale o parziale, consentita senza il permesso scritto di Consorzio Italtbiotec, Italia (www.italbiotec.it)
Copyright: ©2023 Consorzio Italtbiotec

Consorzio Italtbiotec, Piazza della Trivulziana 4/A 20126 Milano
www.italbiotec.it
presidenza@italbiotec.it



Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Iniziativa realizzata nell'ambito del progetto REACTIVE | Operazione 1.2.01 «Progetti dimostrativi e azioni di informazione» del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Lombardia | Partner del progetto: Consorzio Italtbiotec | Autorità di gestione del Programma: Regione Lombardia



SCAN ME