

Linee guida

Utilizzo del biochar in agricoltura

Marzo 2023



COSA È IL BIOCHAR



APPLICAZIONE IN CAMPO



NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le presenti linee guida sono state redatte nell'ambito del progetto Biochar Latium, finanziato tramite bando POR-FESR Lazio "Progetti di Gruppi di Ricerca 2020"

Biochar Latium intende inserire all'interno dell'economia dell'alto Lazio l'uso del biochar come soluzione sostenibile per il recupero di suoli degradati e per la valorizzazione di materiali legnosi di scarto.





Sommario

Cosa è biochar	3
Potenzialità del biochar in agricoltura	4
Normativa di riferimento sull'uso in agricoltura	6
Mercato dei crediti di carbonio	8
Acquisto del biochar	10
Consigli per l'utilizzo degli scarti agricoli nella produzione di energia e biochar	11
Consigli per applicazione del biochar al suolo in agricoltura	14
Bibliografia	16

Cosa è biochar

Il biochar, secondo la definizione fornita dall'Associazione Italiana Biochar (iChar), è un carbone vegetale che si ottiene dalla pirolisi di diversi tipi di biomassa vegetale.

Il biochar può essere prodotto a partire da scarti dell'agricoltura e della silvicoltura (potature, ramaglie) o sottoprodotti di produzione come sanse di oliva, vinacce, crusconi, noccioli e gusci di frutta, cascami non trattati della lavorazione del legno. Queste biomasse possono essere vantaggiosamente convertite tramite pirolisi (conversione termochimica in condizioni di assenza di ossigeno) in biocombustibili (olio, idrogeno, syngas), calore e biochar. I migliori rendimenti si ottengono utilizzando sostanze con limitato contenuto di umidità e ricche di lignina e cellulosa.

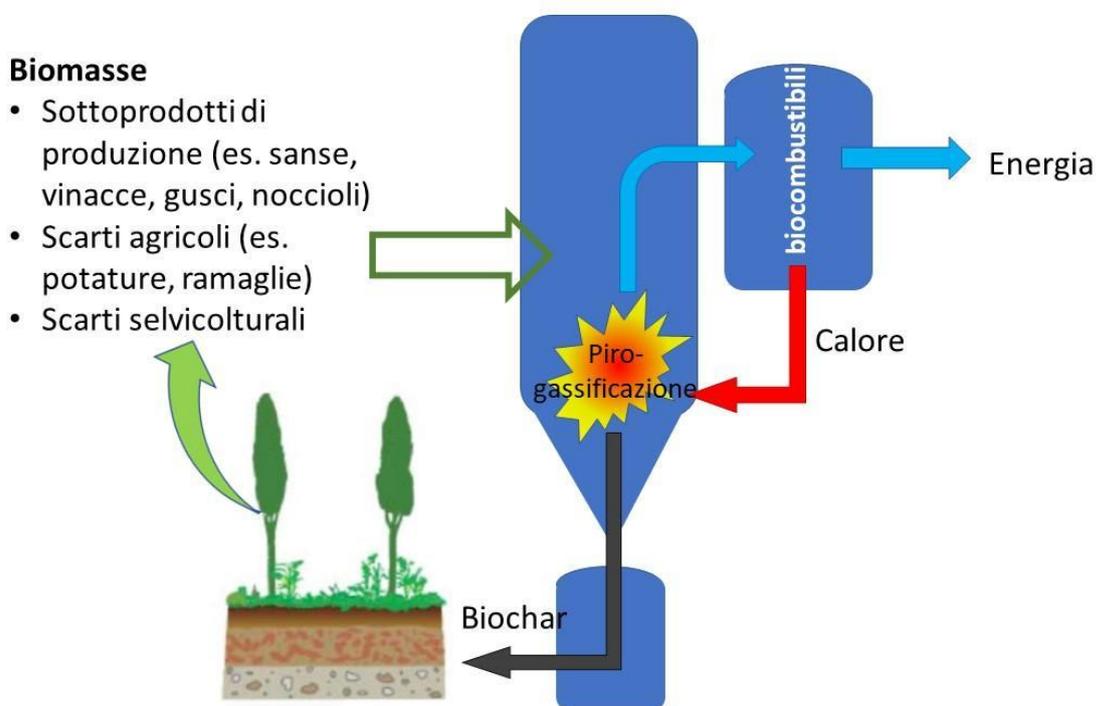


Fig 1. Processo di produzione del biochar, modificato da Lehmann, 2007.

Il biochar è un materiale molto poroso e che interagisce facilmente con gli ioni; grazie a queste particolari caratteristiche trova numerose applicazioni. Viene usato nei sistemi di filtrazione delle acque, come ammendante in agricoltura per il miglioramento della fertilità dei suoli, per trattare i contaminanti nei terreni o ancora come materiale isolante.

Il biochar, composto principalmente da carbonio, è particolarmente stabile nel terreno; per questo sta acquistando importanza anche come sistema di stoccaggio del carbonio per la mitigazione dell'effetto serra e del cambiamento climatico.



Potenzialità del biochar in agricoltura

L'applicazione di biochar come ammendante gioca un ruolo importante nel recupero di suoli degradati; può essere applicato per aumentare la fertilità e la ritenzione idrica dei terreni agrari.

Il biochar apporta al terreno carbonio stabile e a lentissimo rilascio, contribuisce a trattenere i nutrienti, aumenta la ritenzione idrica dei terreni e ne corregge il pH (Allohverdi et al., 2021). I benefici apportati al terreno si riflettono sulla crescita delle colture; è stato stimato che l'uso del biochar aumenti le rese agricole di circa il 20%, considerando dosi di applicazione intorno alle 10 t/ha (Agegnehu et al., 2017). Questo tema è comunque ancora dibattuto in ambito scientifico e i risultati delle diverse sperimentazioni sono difficili da confrontare, nonostante siano stati portati avanti diversi studi pilota in campo. Si può tuttavia affermare che uno stesso tipo di biochar possa portare o meno ad un incremento nella resa delle colture a seconda del tipo di suolo su cui viene applicato e del clima. L'Italia è tra i paesi mediterranei in cui è stato realizzato il maggior numero di siti pilota orientati a sperimentare gli effetti del biochar sulle colture, tra questi citiamo in Emilia Romagna un sito vicino Parma (Vaccari et al., 2015) e uno vicino Bologna (Ventura et al., 2012), in Piemonte, a Prato di Sesia (Pulcher et al., 2022), in Friuli Venezia Giulia i siti di Beano, Rivignano e Rocca Bernarda (Ameloot et al., 2014) e di Udine (Sanchez-Monedero et al., 2019), in Toscana i siti di Montepulciano (Baronti et al., 2022) e di Pistoia (Rutigliano et al., 2014), nelle Marche (Francioni et al., 2022), in Campania vicino Portici (Iacomino et al., 2022).

Gli effetti del biochar sul suolo e sulle colture sembrano essere più rilevanti quando si tratta di terreni acidi e neutri, con una scarsa ritenzione idrica (sabbiosi) e in condizioni di siccità.

Bisogna ricordare che il biochar è composto principalmente da carbonio stabile, non utilizzabile dalle piante; questo ammendante non sostituisce quindi un fertilizzante sebbene l'applicazione del biochar aiuti a ottimizzare l'effetto dei fertilizzanti e quindi a ridurre la quantità da utilizzare.

Studi recenti hanno dimostrato come l'applicazione combinata di biochar ed ammendanti organici può portare ad un miglioramento ulteriore delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo. Infatti, l'uso combinato di biochar e compost è stato messo in relazione ad un effetto sinergico positivo sul contenuto di carbonio organico e nutrienti: il biochar sembra limitare la lisciviazione di questi composti, allungando il loro tempo di residenza nel terreno (Agegnehu et al., 2017).

Il biochar può essere quindi utilizzato per ridurre le perdite causate dall'erosione, portando ad un generale miglioramento della stabilità strutturale del suolo. Inoltre, il



biochar aiuta a ottimizzare l'apporto di nutrienti e l'irrigazione, permettendo di risparmiare acqua e fertilizzanti.

Tali vantaggi sono particolarmente rilevanti in ambito Mediterraneo, dove scarsità idrica ed erosione sono tra le problematiche più importanti che determinano la perdita di suolo. L'applicazione integrata di biochar e compost dà un contributo nell'arginare la desertificazione dei suoli, contribuendo al contempo al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile ed ecologico, e alla mitigazione del cambiamento climatico.

Normativa di riferimento sull'uso del biochar in agricoltura

Il panorama normativo relativo all'uso del biochar è in rapida evoluzione; nella presente pubblicazione diamo un quadro della situazione aggiornata al gennaio 2023, auspicando che il percorso normativo Nazionale evolva ulteriormente, in sintonia con la normativa Europea e con i risultati delle ultime ricerche scientifiche.

Ad oggi in Italia il biochar è ufficialmente incluso tra gli ammendanti ammessi in agricoltura (Dlgs 75/10, allegato 2, numero d'ordine 16, come modificato dai decreti ministeriali di giugno 2015 e di giugno 2016, rispettivamente pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale n.186 del 12/06/2015 e n.188 del 12/08/2016); in ottemperanza a questa norma, vengono considerati come biochar tutti i materiali ottenuti dalla carbonificazione di prodotti e residui vergini di origine vegetale provenienti dall'agricoltura e dalla silvicoltura. Tra i materiali riconosciuti per la produzione di biochar sono quindi esclusi i rifiuti e qualsiasi materia organica di origine animale e vengono invece espressamente inclusi alcuni sottoprodotti delle attività sopracitate come le sanse di oliva, le vinacce, i cruscami, noccioli e gusci di frutta e i cascami non trattati della lavorazione del legno. Dalla normativa sopracitata sono stati fissati limiti per i metalli, gli idrocarburi, i policlorobifenili e le diossine presenti nel biochar perché questo possa essere venduto come ammendante.

N.	Denominazione del tipo	Modo preparaz. e componenti essenziali	Titolo minimo in elementi e/o sostanze utili	Altre indicazioni di denomin. del tipo	Elementi o sostanze utili il cui titolo deve essere dichiarato	Note
16	Biochar da pirolisi o da gassificazione	Processo di carbonizzazione di prodotti e residui di origine vegetale provenienti dall'agricoltura e dalla silvicoltura, oltre che da sanse di oliva, vinacce, cruscami, noccioli e gusci di frutta, cascami non trattati della lavorazione del legno, in quanto sottoprodotti delle attività commesse. Il processo di carbonizzazione è la perdita di idrogeno, ossigeno e azoto da parte della materia organica a seguito di applicazione di calore in assenza, o ridotta presenza, dell'agente ossidante, tipicamente l'ossigeno. A tale decomposizione termochimica è dato il nome di pirolisi o piroschissione. La gassificazione prevede un ulteriore processo ossido-riduttivo a carico del carbone prodotto da pirolisi.	<p>C tot di origine biologica^(*) % s.s. ≥ 20</p> <p>Conducibilità elettrica (salinità) mS/m ≤ 1000^(*)</p> <p>pH_(pH20) 4-12</p> <p>Umidità % ≥ 20 per prodotti polverulenti^(*)</p> <p>Ceneri % s.s. ≤ 60</p> <p>H/C (molare)^(*) $\leq 0,7$</p>	Occorre dichiarare il tipo di processo di produzione impiegato (pirolisi o gassificazione) e le tipologie di biomasse utilizzate (es. pirolisi di legno di conifere)	<p>Umidità %</p> <p>C tot di origine biologica % s.s.</p> <p>Ceneri % s.s.</p> <p>pH</p> <p>Conducibilità elettrica (salinità) mS/m</p> <p>Rapporto H:C (molare)</p> <p>Granulometria (passante mm 0,5-2-5)</p> <p>azoto tot % s.s.</p> <p>potassio tot % s.s.</p> <p>fosforo tot % s.s.</p> <p>calcio tot % s.s.</p> <p>magnesio tot % s.s.</p> <p>sodio tot % s.s.</p> <p>% C da carbonato</p> <p>max ritenzione idrica % m/m</p>	<p>^(*) sottratto il C da carbonati</p> <p>^(*) per utilizzo quale componente dei substrati di coltivazione (allegato 4) ≤ 1000</p> <p>^(*) dato comunque da dichiarare. Per prodotto polverulento si intende, in questa sede, un prodotto nel quale la frazione < 2 mm risulta > del 50%</p> <p>^(*) indice di stabilità del carbonio. Per il calcolo si deve utilizzare il dato del parametro C tot di origine biologica</p> <p>Sono inoltre fissati i seguenti parametri chimico-biologici: - test di fitotossicità / accrescimento (UNI EN 16086-1:2012) - prova di crescita in vaso con orzo primaverile): l'inibizione alla germinazione e/o alla crescita (con dose di utilizzo del prodotto del 25%) deve essere inferiore al 25%</p> <p>- IPA < 6 mg/kg s.s.</p> <p>- PCB < 0,5 mg/kg s.s.</p> <p>- Diossine < 9 ng I-TEQ/kg</p>



Figura 2. Caratteristiche del biochar richieste dalla normativa Italiana per l'utilizzo come ammendante (Pozzi & Valagussa, 2020).

Sono anche stati fissati requisiti da rispettare per quanto riguarda la salinità, il pH, il rapporto tra idrogeno e carbonio, il contenuto di umidità e il contenuto di contaminanti (organici e metalli), così come le classi di qualità in funzione del contenuto di carbonio e della percentuale di ceneri. Infine, sono indicate alcune caratteristiche come granulometria, contenuto di macroelementi ed eventuale fitotossicità/fitostimolazione che il produttore deve dichiarare al momento della vendita.

Si riportano in figura 2 le caratteristiche richieste dalla normativa italiana per l'utilizzo del biochar in agricoltura.

Un recente Decreto (D.M del 10/10/2022, pubblicato sulla G.U. n 303 del 2022), ha aggiornato la normativa inserendo anche il biochar tra i fertilizzanti consentiti in agricoltura biologica, purché il biochar risponda ai requisiti di cui allegato del decreto, con una variante restrittiva per gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (valore limite 4 mg/kg s.s. anziché 6 mg/kg). Ad oggi quindi la normativa italiana ed europea sono concordi nel promuovere l'utilizzo del biochar come ammendante in agricoltura biologica.

Invece in Italia per il momento il biochar non è commercializzabile come materiale componente dei substrati di coltivazione, e quindi ad oggi non può essere usato per vivaismo, tetti verdi e altre colture fuori suolo, sebbene a livello europeo questo materiale rientri tra le matrici utilizzabili per la preparazione di fertilizzanti.

Date le ultime discrepanze esistenti tra legislazione italiana ed europea su questi temi, si confida che a breve lo scenario diventi più omogeneo permettendo una maggiore commercializzazione e utilizzo del biochar in ambito agricolo e vivaistico.



Mercato dei crediti di carbonio

Il biochar contiene una importante porzione di carbonio stabile che rimane nel suolo per periodi molto più lunghi di quanto avverrebbe per il legno da cui il biochar è stato prodotto (Fig XX). Per questa sua proprietà il biochar può essere usato per immobilizzare la CO₂ nel medio-lungo periodo, contribuendo a ridurre la concentrazione del gas-serra nell'atmosfera e mitigare il cambiamento climatico in atto.

Il report 2022 dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) afferma che il biochar avrebbe il potenziale di rimuovere globalmente 2,6 miliardi di tonnellate di CO₂ ogni anno; nel report l'applicazione del biochar nel suolo viene inclusa tra le opzioni di mitigazione proposte a livello internazionale (IPCC, 2022).

L'applicazione del biochar al terreno è stata riconosciuta a livello europeo come una delle azioni di "carbon-farming", letteralmente "coltivazione del carbonio" pratica che include tutte quelle attività di gestione dei terreni, come il recupero di torbiere e le agro-forestazioni, volte a catturare l'anidride carbonica dall'atmosfera immagazzinando il carbonio nei suoli o nella biomassa o a ridurre le emissioni dai suoli stessi. Nel dicembre 2021 la Commissione Europea ha adottato la comunicazione sui cicli sostenibili del carbonio (EC 2021), che definisce le azioni a breve e medio termine mirate ad affrontare le attuali sfide del "Carbon Farming" per diffondere un modello di business verde che ricompensi i gestori dei terreni per l'adozione di pratiche che portano al sequestro di carbonio, combinato con forti benefici sulla biodiversità.

Sebbene in ambito forestale il sistema di certificazione per il sequestro del carbonio sia ben avviato e i crediti generati dalla messa a dimora di alberi possano essere usati come compensazioni nell'ambito del mercato volontario, ad oggi, in campo agricolo ancora non esistono certificazioni di questo tipo (Paul et al., 2023). A livello europeo si sta lavorando per definire il quadro regolatorio che fisserà i criteri per monitorare e contabilizzare l'effettivo sequestro di carbonio nel suolo apportato dall'uso del biochar. Su questa base potranno essere quantificati gli incentivi da assegnare agli agricoltori che fanno uso di questo materiale e gli agricoltori stessi potranno vendere i certificati ottenuti a fronte dell'uso del biochar alle imprese che vorranno compensare le proprie emissioni di gas-serra.

Considerando che i processi produttivi legati al settore agricolo (zootecnico e vegetale), rappresentano una delle maggiori fonti di emissioni di gas climalteranti, l'uso di scarti agricoli per produrre biochar e l'applicazione di quest'ultimo al terreno

costituisce una soluzione che potrebbe compensare parte delle emissioni in agricoltura, in linea con gli obiettivi di sostenibilità e di circolarità teorizzati.

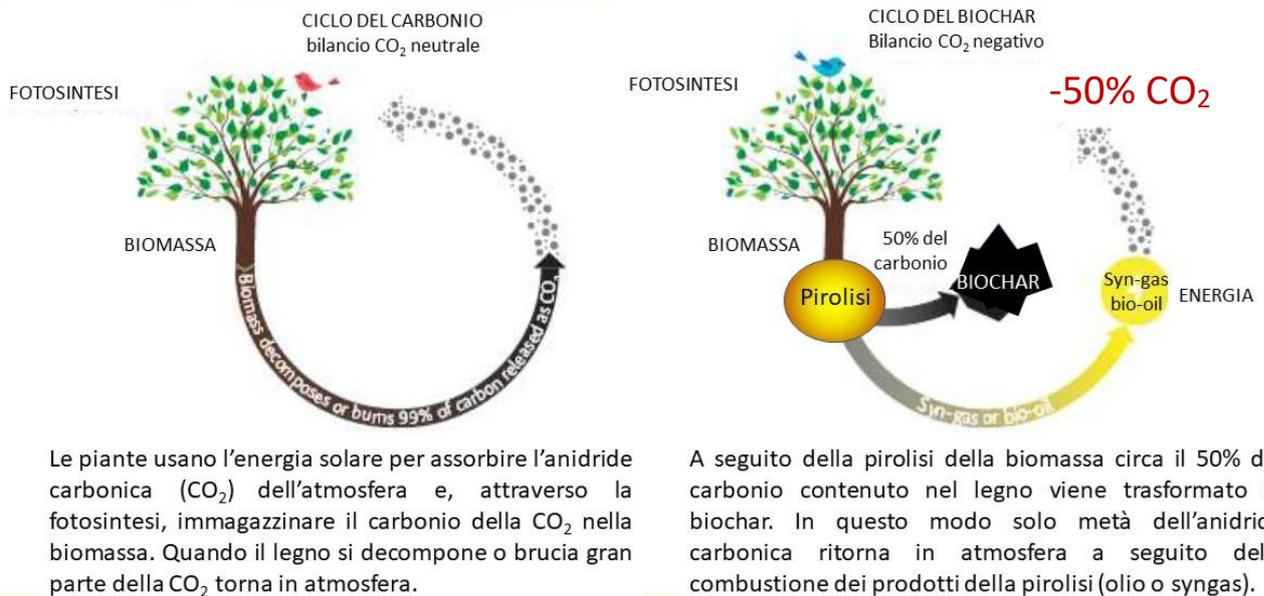


Figura 3. Schematizzazione del ciclo del carbonio nel caso in cui la biomassa venga degradata o bruciata (sinistra) e nel caso in cui la biomassa venga sottoposta a pirolisi e il biochar derivante venga addizionato al suolo (destra). Nel primo caso si ha un bilancio neutro della CO₂ che ritorna all'atmosfera; nel secondo caso si ha un bilancio negativo della CO₂ (-50%) poiché nel medio periodo questa viene per metà immagazzinata nel suolo. Modificato da Wilson (2013).

Oltre all'applicazione sul suolo, altre pratiche legate al biochar stanno attraendo l'attenzione della comunità scientifica: l'aggiunta del biochar come additivo durante la produzione di compost e l'integrazione del biochar nella dieta dei ruminanti sembrano ridurre consistentemente le emissioni di gas climalteranti collegate rispettivamente al compostaggio e all'allevamento (Mosa et al., 2023).

Acquisto del biochar

Il mercato del biochar è in via di consolidamento in Italia, ancora poche aziende lo producono e il prezzo è ancora piuttosto alto. Ad oggi si aggira intorno ai 500-3000 euro a tonnellata, trasporto escluso. Il biochar viene normalmente consegnato in big-bag da 1 m³ contenenti circa 300 Kg di prodotto (figura 4), si può tuttavia trovare anche venduto in quantità minori e in questi casi il prezzo è molto più alto.

La tendenza principale delle aziende produttrici di biochar, che ad oggi in Italia sono circa 20, è quella di una vendita diretta all'utilizzatore finale, senza intermediazione da parte di soggetti terzi. Il mercato è prevalentemente nazionale.

Sulla piattaforma del Sian (Sistema Informativo Agricolo Nazionale) sono consultabili tutti i prodotti commerciali registrati con denominazione "All.2.2.16-Biochar da pirolisi o gassificazione", con indicazione del relativo produttore e delle caratteristiche chimico-fisiche del biochar venduto. Si consiglia comunque a chi voglia acquistare biochar, in particolar modo in grandi quantità, di farsi dare dal venditore le analisi relative al lotto o in mancanza di queste delle ultime analisi disponibili.

Una soluzione economicamente vantaggiosa potrebbe essere quella di autoprodurre il biochar investendo inizialmente in un impianto di gassificazione di biomasse con produzione di energia, calore e biochar. Questa soluzione si adatta bene al contesto dei consorzi agrari o forestali, che potrebbero centralizzare il recupero di ramaglie da potatura e altri scarti legnosi di origine agricola (nocciolino o gusci) e poi distribuire il biochar prodotto alle diverse imprese facenti capo al consorzio.



Figura 4. Big-bag contenente biochar

Consigli per l'utilizzo degli scarti agricoli nella produzione di energia e biochar

Come discusso nelle sezioni precedenti, tramite la pirogassificazione di biomasse legnose si può ottenere energia (elettricità e calore) e biochar. Tra le biomasse vantaggiosamente convertibili vi sono diverse tipologie di scarti agricoli come ramaglie provenienti da potatura, nocciolino (sottoprodotto della lavorazione delle olive) o gusci di nocciole e mandorle (Figura 5).



Figura 5. Biomasse legnose valorizzabili tramite il processo di pirogassificazione.

Un'azienda o un consorzio che si orienta verso questo tipo di soluzione può acquisire il gassificatore o organizzarsi per il trasporto delle biomasse e la loro valorizzazione in un centro specializzato.

Esistono sul mercato impianti di pirogassificazione di taglia tale da poter soddisfare le esigenze di piccoli operatori agroforestali, così come di grandi cooperative o consorzi. Attualmente il mercato dei produttori italiani è limitato a poche aziende, le quali offrono impianti di gassificazione che trattano da 20 a 240 kg/h di biomassa per produrre da 19,9 a 200 kW elettrici e da 30 a 300 kW termici. Questi impianti sono



modulari e operabili attraverso interfacce digitali anche da remoto; grazie a una marcia programmabile l'utente può seguire i ritmi di disponibilità della biomassa e dei normali turni lavorativi.

Alcuni punti critici relativi alla filiera biomassa-biochar emersi nel corso del progetto Biochar Latium sono brevemente esposti di seguito.

- Accesso ai punti di deposito della biomassa: prima della produzione delle biomasse di scarto è importante organizzare la logistica legata al prelievo di queste e al trasporto al pirogassificatore, il mezzo deve poter accedere agevolmente ai punti di deposito.
- Tempistica della produzione e del prelievo delle biomasse: va valutata in anticipo la stagionalità di produzione delle biomasse (es. orientativamente ottobre per le nocciole e dicembre-febbraio per l'ulivo). Per quanto riguarda gli scarti di potatura, è importante considerare il contenuto di umidità al momento della pirogassificazione: un'umidità eccessiva aumenterebbe i costi di trasporto e ridurrebbe l'efficienza del processo di pirogassificazione. Rami e ramaglie vanno lasciati asciugare, o come viene comunemente detto "perdere la linfa", per circa un mese prima di essere processati. Tuttavia, la biomassa deve essere pirogassificata entro pochi mesi per evitare la degradazione del legno e dunque una minore resa.
- Lavorazione pretrattamento: a seconda del tipo di biomassa si devono prevedere pretrattamenti che ottimizzino il processo. Ad esempio, le potature di ulivo vanno bricchettate perché hanno una matrice di natura filamentosa che porta alla produzione di biochar polveroso, le potature di nocciolo invece possono essere cippate e hanno tendenza a produrre un biochar più granulare.
- In alcuni casi il biochar prodotto può contenere Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) che, al di sopra di determinate concentrazioni, risultano tossici per l'ecosistema suolo-pianta. Gli IPA, come il naftalene, sono naturalmente presenti tra i prodotti di pirogassificazione del legno, ma di solito si trovano in stato gassoso. Un rapido raffreddamento del biochar può provocare l'intrappolamento degli IPA gassosi che condensano nelle porosità del biochar. A seconda della specifica tecnologia di costruzione del piro-gassificatore, i vapori della pirolisi possono entrare a contatto con il biochar durante un periodo più o meno lungo di tempo. Zone fredde nell'impianto o un rapido raffreddamento del biochar possono portare a concentrazioni elevate di IPA. Questo fenomeno indesiderato è favorito se la matrice legnosa ha un eccessivo contenuto di umidità. E' quindi importante effettuare delle analisi periodiche sul biochar in uscita dall'impianto; per legge il biochar può essere venduto come ammendante solo se ha valori di IPA ≤ 6 mg/kg s.s. per l'utilizzo in agricoltura convenzionale e ≤ 4 mg/kg s.s. per



l'utilizzo in agricoltura biologica. Un trattamento termico del biochar a temperature intorno ai 50°C consente la volatilizzazione degli IPA e quindi la diminuzione della concentrazione di questi contaminanti nella matrice.



Consigli per applicazione del biochar al suolo in agricoltura

Il biochar va distribuito uniformemente sulla superficie del suolo e poi incorporato tramite rimescolamento dello strato superficiale (primi 20 cm). Una dose di applicazione resta nel terreno a lungo e non è necessario ripeterla nel breve periodo; raggiungere concentrazioni di biochar troppo alte potrebbe arrecare danni al suolo e alle colture.

Trattandosi di un materiale che contiene particelle molto fini, si deve fare attenzione a limitare la dispersione di polveri quando si movimentano il biochar. A questo fine si mettono di seguito in evidenza alcune precauzioni da adottare:

- evitare di distribuire il biochar durante periodi secchi e i periodi ventosi;
- inumidire il biochar tramite nebulizzazione prima, durante e dopo l'applicazione;
- coprire il biochar se questo viene stoccato anche per brevi periodi;
- indossare una mascherina durante le operazioni;
- l'aggiunta di compost al biochar prima dell'applicazione al suolo limita la volatilizzazione delle polveri;
- dopo aver distribuito il biochar sul terreno, incorporarlo nel più breve tempo possibile agli strati più profondi del suolo.

Per quanto sia a conoscenza degli autori, non esistono sul mercato macchinari agricoli pensati per distribuire il biochar sul terreno. In alcuni casi sono stati adattati a questo scopo delle seminatrici, degli spandiconcime a doppio disco o spandiletame. Per incorporare il biochar al suolo si possono invece usare motozappe, erpici a dischi o chisel (Major et al., 2010; Baronti et al., 2014).

Riguardo alla dose di applicazione, si consiglia un intervallo tra le 10 t/ha e le 50 t/ha (peso secco di biochar), considerando che per concentrazioni minori gli effetti sono minimi e che dosi superiori, oltre ad essere difficilmente sostenibili dal punto di vista economico, possono causare effetti non desiderati al suolo e alle colture (Brtnicky et al., 2021).

Dal momento che il biochar è un materiale poco biodegradabile e che permane nel terreno nel medio-lungo periodo, normalmente viene applicato una sola volta nell'arco di una decina di anni. Le dosi indicate possono anche essere distribuite in più applicazioni, considerando in questo caso l'apporto totale cumulato di biochar per ettaro. Tuttavia, vista la variabilità delle caratteristiche del biochar, in particolare in merito al contenuto del carbonio, sarebbe utile esprimere le dosi come quantità di carbonio apportato per ettaro.

Per descrivere le dosi di biochar si usano le tonnellate per ettaro (t/ha) o si esprime la quantità come concentrazione in peso nel suolo (% di biochar), o ancora come quantità di carbonio apportato per ettaro. Infine, spesso viene considerata come unità di base la big bag in cui il biochar viene venduto, che raccoglie 1 m³ di materiale e pesa circa 300 Kg (figura 4) Questi diversi modi di esprimere una stessa misura portano confusione e rendono complicato confrontare le diverse casistiche; si riporta di seguito un esempio di conversione tra le unità di misura citate:

Per ammendare un terreno di un ettaro serviranno tra le 10 e le 50 tonnellate di biochar, pari ad un volume rispettivamente di 33 e 150 big-bags.

Considerando una dose di applicazione di 10 t/ha, significa che si applicano 10 t per 10000 m², che su una profondità di 0,2 m corrispondono a 2000 m³ per ettaro. Considerando poi che questa dose di biochar viene applicata su un terreno con densità media di 1,3 Kg per dm³, si avrebbero 10t applicate su 2600 t di suolo, corrispondenti ad una percentuale in peso biochar/suolo di 0,38 %.

Si può dunque concludere che una dose di applicazione pari a 10 t/ha apporta al suolo una concentrazione in peso biochar/suolo pari a circa il 0,4 %. In questo modo si ottengono le seguenti conversioni: 10 t/ha = circa 0,4%; 20 t/ha = circa 0,8%; 50 t/ha = circa 2%. Chiaramente le conversioni sono indicative e variano a seconda della densità del suolo e del biochar .

Dal momento che gli effetti del biochar sul suolo e sulle colture sono molto sito-specifici, si consiglia ai coltivatori di testare il biochar per almeno un anno su un lotto di terreno campione prima di estendere l'applicazione a tutto il campo. In questo modo si potranno acquisire anche elementi utili per definire le dosi e le modalità ottimali di applicazione.





Bibliografia

- Agegehu, G., Srivastava, A. K., & Bird, M. I. (2017). The role of biochar and biochar-compost in improving soil quality and crop performance: A review. *Applied soil ecology*, 119, 156-170.
- Allohverdi, T., Mohanty, A. K., Roy, P., & Misra, M. (2021). A review on current status of biochar uses in agriculture. *Molecules*, 26(18), 5584.
- Ameloot, N., Sleutel, S., Case, S. D., Alberti, G., McNamara, N. P., Zavalloni, C., ... & De Neve, S. (2014). C mineralization and microbial activity in four biochar field experiments several years after incorporation. *Soil Biology and Biochemistry*, 78, 195-203.
- Baronti, S., Magno, R., Maienza, A., Montagnoli, A., Ungaro, F., & Vaccari, F. P. (2022). Long term effect of biochar on soil plant water relation and fine roots: Results after 10 years of vineyard experiment. *Science of The Total Environment*, 851, 158225.
- Brtnicky, M., Datta, R., Holatko, J., Bielska, L., Gusiatin, Z. M., Kucerik, J., ... & Pecina, V. (2021). A critical review of the possible adverse effects of biochar in the soil environment. *Science of the Total Environment*, 796, 148756.
- EC 2021. Communication from the commission to the European Parliament and the Council. Sustainable Carbon Cycles, Brussels, 15.12.2021 COM(2021) 800 final.
- Francioni, M., Trozzo, L., Baldoni, N., Toderi, M., Bianchini, M., Kishimoto-Mo, A. W., & D'Ottavio, P. (2022). Management of a Mediterranean Forage/Cereal-Based Cropping System: An Ecosystem Service Multisectoral Analysis in the Perspective of Climate Change. *Atmosphere*, 13(3), 487.
- Iacomino, G., Sarker, T. C., Ippolito, F., Bonanomi, G., Vinale, F., Staropoli, A., & Idbella, M. (2022). Biochar and Compost Application either Alone or in Combination Affects Vegetable Yield in a Volcanic Mediterranean Soil. *Agronomy*, 12(9), 1996.
- IPCC: Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Adams, H., Adler, C., Aldunce, P., Ali, E., ... & Birkmann, J. (2022). Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. IPCC Sixth Assessment Report, 37-118.
- Lehmann, J. (2007). Bioenergy in the black. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(7), 381-387.



- Major, J. (2010). Guidelines on practical aspects of biochar application to field soil in various soil management systems. *International Biochar Initiative*, 8, 5-7.
- Mosa, A., Mansour, M. M., Soliman, E., El-Ghamry, A., El Alfy, M., & El Kenawy, A. M. (2023). Biochar as a Soil Amendment for Restraining Greenhouse Gases Emission and Improving Soil Carbon Sink: Current Situation and Ways Forward. *Sustainability*, 15(2), 1206.
- Paul, C., Bartkowski, B., Dönmez, C., Don, A., Mayer, S., Steffens, M., ... & Helming, K. (2023). Carbon farming: Are soil carbon certificates a suitable tool for climate change mitigation. *Journal of Environmental Management*, 330, 117142.
- Pozzi, A., & Valagussa, M. (2020). La normativa sul biochar e le prospettive d'uso. *Ecoscienza*, 2, 38-39.
- Pulcher, R., Balugani, E., Ventura, M., Greggio, N., & Marazza, D. (2022). Inclusion of biochar in a C dynamics model based on observations from an 8-year field experiment. *Soil*, 8(1), 199-211.
- Rutigliano, F. A., Romano, M., Marzaioli, R., Baglivo, I., Baronti, S., Miglietta, F., & Castaldi, S. (2014). Effect of biochar addition on soil microbial community in a wheat crop. *European Journal of Soil Biology*, 60, 9-15.
- Sánchez-Monedero, M. A., Cayuela, M. L., Sánchez-García, M., Vandecasteele, B., D'Hose, T., López, G., ... & Mondini, C. (2019). Agronomic evaluation of biochar, compost and biochar-blended compost across different cropping systems: Perspective from the European project FERTIPLUS. *Agronomy*, 9(5), 225.
- Ventura, F., Salvatorelli, F., Piana, S., Pieri, L., & Pisa, P. R. (2012). The effects of biochar on the physical properties of bare soil. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 103(1), 5-11.
- Vaccari, F. P., Maienza, A., Miglietta, F., Baronti, S., Di Lonardo, S., Giagnoni, L., ... & Genesio, L. (2015). Biochar stimulates plant growth but not fruit yield of processing tomato in a fertile soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 207, 163-170.



Le presenti linee guida sono state redatte da: Laura Passatore, Isabel Nogues e Serena Carloni, nell'ambito del progetto Biochar Latium, "Valorizzazione del BIOCHAR prodotto dal recupero di materiali legnosi di scarto derivanti da filiere del Lazio", CUP J85F21000410002, finanziato dalla Regione Lazio (POR FESR Lazio 2014-2020)

Si ringraziano:

L'Associazione i-Char

Eurovix srl

Reset srl

Evergreen Resources srl

Sabina Failla, Università di Catania



Biochar Latium