



Programma di  
Sviluppo Rurale  
dell'Emilia-Romagna  
2014 - 2020



# IL BIOCHAR PER LA DEPURAZIONE

## Linee guida per l'uso



# SOMMARIO

## **IL BIOCHAR PER LA DEPURAZIONE: LINEE GUIDA ..1**

Le proprietà di base del biochar.....	2
Valutazione delle quantità di biochar da applicare .....	4
Indicazioni pratiche sulla distribuzione del biochar .....	5
Considerazioni generali .....	6
RIFERIMENTI .....	6

# IL BIOCHAR PER LA DEPURAZIONE: LINEE GUIDA

I processi produttivi legati al settore agricolo (zootecnico e vegetale), possono rappresentare una fonte di inquinanti che raggiungono i corsi d'acqua vicini e da questi altri corpi idrici. Norme nazionali ed Europee prevedono la costituzione di "fasce tampone" vegetate lungo i corsi d'acqua, una protezione vegetale stabilmente inerbita spontanea o seminata, oppure arbustiva od arborea, spontanea od impiantata, di larghezza di 5 metri. Le fasce tampone portano alla rimozione di sedimenti ed inquinanti dalle acque di ruscellamento in modo complesso, governate da differenti meccanismi tra i quali giocano un ruolo preponderante filtrazione, deposizione, infiltrazione, adsorbimento sul suolo, assorbimento da parte delle piante, decomposizione, volatilizzazione.

Il biochar costituisce il residuo solido dei processi di pirolisi o di gassificazione di biomasse di origine vegetale. La pirolisi e la gassificazione rappresentano due diversi metodi termochimici per la conversione delle biomasse. In base all'allegato 2 del D.Lgs. n. 75/2010 è possibile un uso agronomico del biochar da "prodotti e residui di origine vegetale provenienti dall'agricoltura e dalla silvicoltura".

Il progetto RIFASA ha proposto di utilizzare in zone vulnerabili ai nitrati (ZVN) il biochar ottenuto dalla pirolisi di materiali vegetali sfalciati dagli argini e dalle fasce tampone per aumentare l'efficacia depurativa delle fasce stesse, sfruttando le proprietà particolari del biochar nell'adsorbimento e biodegradazione di inquinanti.

Gli effetti positivi del biochar usato come ammendante e per aumentare l'efficacia depurativa spesso non sono immediatamente visibili nel breve periodo. Ci si aspetta che il biochar apporti benefici alle colture in termini di:

- *Sequestro di contaminanti*
- *Depurazione delle acque*
- *Miglioramento della tessitura e struttura dei suoli*
- *Miglioramento di proprietà chimico-fisiche*

- Ritenzione idrica
- Effetti sinergici con concimazioni di diverso tipo
- Incremento di sostanza organica nel suolo
- Possibilità di interazione con microrganismi

## LE PROPRIETÀ DI BASE DEL BIOCHAR

**Granulometria e dimensioni delle particelle:** le dimensioni delle particelle e la loro distribuzione percentuale in classi granulometriche sono importanti caratteristiche per poter definire le qualità del biochar da impiegare come ammendante agricolo, in quanto possono agire modificando, anche in misura considerevole, la tessitura del suolo e la capacità di trattenere o filtrare l'acqua. La classificazione in base alle dimensioni prevede categorie basate sulle classi da 50mm, 25mm, 16mm, 8mm, 4mm, 2mm, 1mm e 0,5mm. La granulometria influenza anche la superficie a disposizione per le interazioni depurative (vedi oltre), ed è quindi un parametro importante, insieme alla dimensione dei pori nel biochar. Qualora necessario, può essere possibile ridurre le dimensioni delle particelle meccanicamente tramite l'utilizzo di un biotrituratore, avendo cura di usare biochar inumidito o dentro sacchi per evitare spargimenti non voluti e perdite di materiale. Valgono i seguenti principi generali:

- Se le particelle sono più piccole rispetto a quelle del suolo, il biochar potrà riempire gli spazi e contribuire ad aumentare la ritenzione di acqua
- Se le particelle sono più grandi di quelle del suolo, il biochar migliorerà il drenaggio creando pori più grandi

Considerando le tipologie di suoli comuni, si possono delineare le seguenti linee guida.

Tipo di suolo	Classe tessiturale	Diametro particelle§	Biochar per ritenzione idrica – classe di dimensioni preponderante*	Biochar per drenaggio – classe di dimensioni preponderante*
Argilloso	>40% argilla	< 0,002mm	Non applicabile, dipende dalle caratteristiche della superficie	<1mm
Limoso	>80% limo	0,002<x<0,05mm	Non applicabile, dipende dalle caratteristiche della superficie	<1mm
Sabbioso	>70% sabbia	0,05<x<2mm	<2mm	>4mm
Medio impasto		Secondo i casi	Da calcolare in base alle dimensioni medie	Da calcolare in base alle dimensioni medie

§Definizione USDA

\*La classe preponderante deve corrispondere almeno al 70% delle particelle.

**pH:** Il biochar è solitamente basico con valori maggiori di 8,5 e quindi può avere un effetto moderatore del pH in suoli tendenti all'acidità contrastando i processi di acidificazione propri dei suoli agricoli. Il pH e altre caratteristiche della superficie dipendono dalla matrice di provenienza e dalle temperature di pirolisi. Quando il pH supera il valore di 10 si richiede particolare cautela nell'utilizzo. L'effetto di contrasto nei confronti dell'acidità contribuisce a ridurre anche la mobilità di metalli e sali (vedi oltre "Nutrienti" e "Contaminanti"). Se il



biochar possiede cariche negative può attrarre ioni metallici carichi positivamente. Un aumento di pH potrebbe aumentare la mobilità di contaminanti come l'Arsenico e questo è un fattore da considerare.

L'effetto moderatore del pH dipende dalle dosi di biochar applicate (vedi oltre) e dal tempo di "weathering" durante il quale le proprietà del biochar si adattano a quelle del suolo. In condizioni sperimentali, in ambiente confinato e usando alte dosi di biochar il pH del substrato di crescita può subire incrementi considerevoli (2-3 unità) ma in condizioni di utilizzo in campo, le modifiche sul pH del suolo risultano notevolmente contenute anche se rilevabili.

**Conducibilità elettrica:** il biochar con bassa conducibilità elettrica (inferiore a 300-400 mS/m) è povero di sali, e può sequestrare sali in eccesso presenti nei suoli, soprattutto se ha particelle di dimensioni grandi (vedi "Granulometria"). Il contenuto di sali nel biochar è correlato alla proporzione di ceneri. I gruppi chimici presenti sulla superficie del biochar possono reagire con sostanze allo stato ionico e carica positiva, come metalli o altri inquinanti. Mentre questi fattori sono di estrema importanza nel regolare fattori agronomici, l'azione depurativa del biochar, sviluppandosi nel tempo, difficilmente è correlabile a questo parametro.

**Contenuto di materia organica, ceneri:** il D.Lgs. 75/2010 fissa valori superiori al 60% di C totale di origine biologica su sostanza secca come criterio per la classificazione del biochar di classe 1, scendendo a valori del 20-30% per quello di Classe 3. Per le ceneri i valori sono inferiori al 10% sulla sostanza secca per la Classe 1, 40-60% per la Classe 3.

**Rapporto H/C:** il biochar sequestra carbonio in una forma resistente alla mineralizzazione, riducendo quindi le emissioni di gas serra. Le stime sulla stabilità del biochar si basano sul rapporto molare idrogeno/carbonio (H/C). Biochar altamente carbonizzati hanno valori piccoli di H/C. Le linee guida dell'IBI fissano come limite superiore  $H/C_{org} = 0,7$  per un avere una biomassa sufficiente carbonizzata da essere considerata biochar.

In Italia, l'iscrizione del biochar in allegato 2 del D.Lgs. n. 75/2010 in qualità di ammendante prevede un  $H/C \leq 0.7$  (ICHAR, vedi riferimenti).

**Nutrienti:** il biochar non apporta nutrienti. Per un uso agricolo, quindi, la fertilizzazione azotata è comunque indispensabile. Occorre considerare che lo stesso biochar potrebbe apportare una certa quantità di N totale, anche se non in forma immediatamente disponibile. In aree con problemi di vulnerabilità è consigliabile stimare la quantità di azoto apportata con il biochar per calcolare, quindi, l'entità della fertilizzazione aggiuntiva possibile.

- *Il biochar mescolato con compost, letame o altri fertilizzanti e/o concimi può migliorare la disponibilità dei nutrienti, soprattutto in suoli poveri di materia organica*
- *Il biochar mescolato con nutrienti può fornire un habitat ideale e favorire la crescita dei microrganismi della rizosfera e del suolo.*
- *Il biochar può sequestrare sali, sostanze contaminanti, metalli, e composti volatili, migliorando le condizioni dei suoli marginali o naturalmente arricchiti di elementi minerali quali Ni o As (vedi "Conducibilità elettrica" e "pH")*

- *Il biochar mescolato con fanghi o liquami aumenta le capacità depurative per immobilizzazione di metalli pesanti e contaminanti organici*

**Contaminanti:** il biochar, se adeguatamente prodotto, analizzato e certificato, non apporta contaminanti. Il D.Lgs. n. 75/2010 fissa i valori limite di metalli e idrocarburi policiclici aromatici. Il biochar ha soprattutto un ruolo importante nel sequestrare contaminanti, sia inorganici (metalli, sali) che organici (insetticidi, erbicidi, antibiotici). I processi fondamentali nella cattura di metalli pesanti sono: attrazione elettrostatica con ioni positivi o negativi; scambio ionico con gruppi superficiali; complessazione con gruppi superficiali; co-precipitazione di metalli; adsorbimento fisico. La superficie del biochar presenta spesso gruppi funzionali contenenti ossigeno, che in base al pH del suolo possono catturare metalli per formare complessi. Nei confronti dei contaminanti organici entrano in gioco anche le capacità di formare legami chimici con gruppi funzionali negli strati superficiali e l'effetto idrofobico per contaminanti non polari. La formazione di questi complessi, e le interazioni elettroniche, possono portare alla "stabilizzazione" dei contaminanti nel suolo, impedendone l'ingresso nelle piante e nella catena alimentare, e riducendone la tossicità per invertebrati, animali e microrganismi.

Le misure tipicamente usate nel definire la capacità adsorbente dei carboni attivi (es area superficiale, numero di iodio) non sono strettamente applicabili nel caso del biochar. Infatti l'azione depurativa del biochar non è solamente collegata alle sole proprietà chimico-fisiche, ma è dovuta a un processo più complesso che implica l'interazione nel tempo del biochar con il suolo stesso e che, come dimostrato dagli studi di questo progetto, tendono ad aumentare la capacità depurativa dopo alcuni mesi dall'applicazione in campo.

Più appropriati risultano studi di rilascio di contaminanti di riferimento misurati in sistemi reali suolo/biochar.

## **VALUTAZIONE DELLE QUANTITÀ DI BIOCHAR DA APPLICARE**

La concentrazione di biochar nella letteratura scientifica è spesso espressa in percentuale peso su peso (w/w) oppure peso su volume (w/v); infatti negli esperimenti in serra e in spazi confinati il biochar viene mescolato con il substrato di crescita in modo uniforme.

Durante l'applicazione in campo, invece, è preferibile utilizzare, come misura quantitativa, le **tonnellate per ettaro, t/ha**, e il biochar può essere distribuito sulla superficie del campo o interrato a una profondità massima di 15-20 cm. Un interrimento più profondo, anche fino a 50 cm, può servire a sequestrare carbonio nel suolo, mentre un interrimento più superficiale serve ad apportare benefici alle radici delle piante. Questo è consigliato anche nel caso delle applicazioni alla depurazione nelle fasce tampone.

Indicazioni utili con esempio di calcolo:

- *1 ettaro di suolo (10.000m<sup>2</sup>) alla profondità di 25 cm corrisponde a 3250 tonnellate di suolo, se si considera una densità di 1,3 t/m<sup>3</sup>*
- *Una dose di biochar pari all'1% (w/w) prevede 10 g ogni kg di suolo, o 10 kg per ogni tonnellata di suolo*
- *Una dose di biochar all'1% distribuita su 1 ha di suolo da interrare per 25 cm corrisponde quindi a 32,5 tonnellate di biochar per ettaro*
- *Il biochar ha densità variabile, arrivando a circa 0,5 g/cm<sup>3</sup>, pari a 0,5 t/m<sup>3</sup>*

- Assumendo una densità di 0,5 t/m<sup>3</sup>, la quantità di biochar necessaria per ammendare 1 ha di suolo, 32,5 t, corrisponderà a 65 m<sup>3</sup> di biochar. Ipotizzando un trasporto in 65 big bag da 1 m<sup>3</sup>, questi potrebbero richiedere circa tre spedizioni effettuate con furgone, o due spedizioni con autoarticolato e piccola motrice.
- Questa dose di biochar ha un effetto trascurabile sul volume del suolo trattato; sono possibili anche dosi inferiori
- Se il biochar avesse un contenuto di umidità considerevole, ad esempio pari al 15%, il peso del materiale da applicare dovrebbe essere aumentato del 15%
- Occorre considerare che il biochar è recalcitrante e permane nel suolo, pertanto una singola applicazione può bastare per diverse stagioni di crescita; i dati della letteratura scientifica non sono ancora esaurienti al riguardo.
- Si può valutare la somministrazione del quantitativo di biochar richiesto in momenti diversi rispetto alle pratiche agronomiche (vedere "Indicazioni pratiche")
- È indispensabile notare che il contenuto di carbonio del biochar può variare da lotto a lotto, e in base alla matrice. Per uniformità si dovrebbero effettuare calcoli basati sulle tonnellate di "carbonio" per ettaro ma anche nella letteratura scientifica questi non sono molto comuni
- Non è possibile al momento stimare il costo di una somministrazione di biochar su aree estese perché non esiste ancora un mercato del biochar consolidato in Italia e in Europa. Tuttavia, i risultati delle analisi economiche effettuate suggeriscono l'impiego di biochar autoprodotta rispetto all'acquisto sul mercato, nell'ottica dell'economia circolare e del riutilizzo di sottoprodotti dell'azienda.

## **INDICAZIONI PRATICHE SULLA DISTRIBUZIONE DEL BIOCHAR**

**Manipolazione del biochar:** il biochar può essere costituito da particelle di dimensioni variabili (vedi "Granulometria"), e quindi anche da particelle molto piccole, oppure sbriciolarsi durante la manipolazione. Durante la distribuzione occorre, quindi, prestare attenzione a minimizzare i processi di dispersione al vento. Umidificare il biochar può prevenire questi problemi, ma occorre in questo caso considerare l'aumento di peso e i maggiori costi di trasporto e distribuzione che ne derivano. In generale si può consigliare di:

- Distribuire il biochar quando il vento è al minimo, oppure durante una leggera precipitazione
- Mescolare il biochar con acqua o con compost, letame, ecc. (vedi "Nutrienti")
- Utilizzare biochar trasformato in pellet (ma vedi avvertenze in "Granulometria")
- Inserire la distribuzione del biochar nelle normali pratiche agronomiche per ridurre i costi, ad es. con spanditori di letame, o di fertilizzanti
- La distribuzione del biochar dipende dal momento della vita colturale in cui si decide di agire: pre-semine, post semine, post emergenza, piante annuali o perenni, ecc.

### **Esempi concreti dal progetto RIFASA:**

- Cereali (frumento tenero, mais dolce, mais da trinciato): il biochar è stato distribuito appena prima della semina, insieme a letame. Le criticità evidenziate riguardano la potenziale inibizione della germinazione dei semi se il biochar è stato applicato da poco; la distribuzione dopo l'emergenza delle piante invece rende difficile l'interramento fino a 20 cm. Alternativamente, si è distribuito e interrato il

*biochar dopo la emergenza del mais mediante sarchiatura interfilare, oppure sul terreno trattato con estirpatore ed erpice prima della semina del frumento.*

- *Pomodoro: il biochar è stato distribuito tre settimane dopo il trapianto, con rimescolamento e interrimento nei primi strati mediante intervento meccanico di sarchiatura interfilare.*
- *Erbai primaverili: il biochar è stato distribuito sul terreno pronto per la semina, effettuata dopo due giorni, interrandolo con erpice a denti fissi. Non si è verificata nessuna inibizione della germinazione.*

## **CONSIDERAZIONI GENERALI**

- *Assicurarsi che l'eventuale fornitore del biochar ne abbia una quantità sufficiente per i propri scopi, in modo da utilizzare biochar proveniente da un unico lotto e con proprietà uniformi*
- *Valutare in base al prezzo del biochar il vantaggio economico del suo impiego come ammendante nel lungo periodo*
- *Richiedere certificati di analisi, possibilmente in linea con le certificazioni di qualità ICHAR, IBI o EBC (vedi riferimenti) e con la normativa italiana*
- *Verificare lo stato della legislazione pertinente in materia di ammendanti agricoli; in particolare le fasce tampone sono considerate di fatto, per la loro prossimità ai corpi idrici e a prescindere dalla effettiva localizzazione in aree sensibili, come Zone di Salvaguardia rispetto all'applicazione dei fertilizzanti; conseguenza diretta per gli agricoltori risulta quindi l'obbligo di osservanza delle disposizioni specifiche in materia, contenute nel PAN a livello regionale*
- *Valutare, se possibile, che le matrici di partenza siano pulite, non contaminate e provenienti da fonti sostenibili (rinnovabili) e che il biochar sia prodotto a ridotta distanza dal luogo di applicazione (entro 80 km). Di particolare rilevanza il contenuto di azoto, di metalli pesanti e di idrocarburi policiclici aromatici in rispondenza a requisiti di legge*
- *Conservare e immagazzinare il biochar in modo da non contaminarlo, in "big bag"*
- *Ricordare che il biochar può infiammarsi o esplodere se mantenuto in spazi ristretti*
- *Gli operatori devono essere dotati di abbigliamento protettivo e, se necessario, mascherine contro le polveri durante la manipolazione*

## **RIFERIMENTI**

International Biochar Initiative, <https://biochar-international.org>

European Biochar Certificate, <http://www.european-biochar.org>

Associazione Italiana Biochar ICHAR, <http://www.ichar.org>



**Prodotta nel 2019 dai partner del progetto RIFASA**

**PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2014-2020 - REGIONE EMILIA-ROMAGNA**

**16.1.01 - Gruppi operativi del PEI per produttività e sostenibilità dell'agricoltura Progetti Pilota/Supporto per sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agroalimentare e forestale/ Approcci collettivi riduzione Gas serra**

**PARTECIPANTI**

Azienda Agraria Sperimentale Stuard S.c.r.l.: Roberto Reggiani, Maria Roberta Vecchi, Sandro Cornali

Università di Parma: Elena Maestri, Michele Donati, Davide Imperiale, Laura Paesano, Nelson Marmioli

Università di Bologna: Daniele Fabbri, Ivano Vassura, Alessandro G. Rombolà

© *Giugno 2019*

