

Linee guida per la coltivazione della canapa da seme e fibra



SCARABEO 

Scarti di Canapa - Riutilizzi Alimentari e Biovalorizzazione Energetica degli Oli

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

 UNIONE EUROPEA Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale  Regione Emilia-Romagna L'Europa investe nelle zone rurali

Linee guida per la coltivazione della canapa da seme e fibra

Prodotto sviluppato nell'ambito del progetto SCARABEO

Domanda di sostegno N. 5015701, FOCUS AREA 5C

PSR 2014-2020

Ottobre 2020

Introduzione

V.M. Cristiana Moliterni (vitamariacristiana.moliterni@crea.gov.it)

La canapa

La canapa industriale (*Cannabis sativa, sativa*) è una pianta erbacea annuale che può raggiungere 4-5 m di altezza. Ha un apparato radicale fittonante molto sviluppato (Fig. 1), da cui derivano le proprietà ristrutturanti di questa coltura. Ha uno sviluppo molto veloce nelle prime fasi del ciclo vitale, andando subito a copertura del suolo ed impedendo così lo sviluppo e la fioritura delle malerbe.

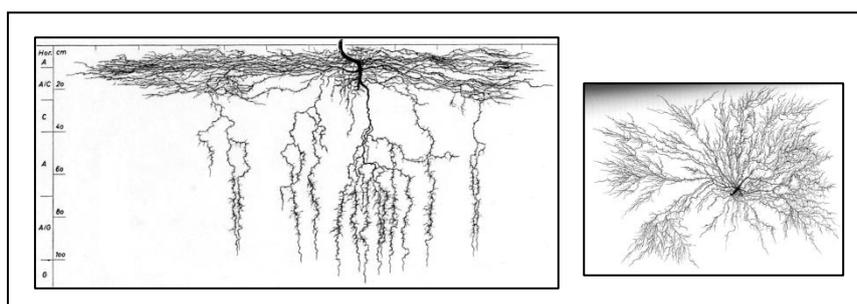


Fig. 1 apparato radicale di una pianta adulta di canapa
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5>)

La canapa è stata tradizionalmente coltivata per la sua fibra, contenuta all'interno del fusto, e particolarmente lunga e resistente. Nel fusto della canapa si distinguono 2 porzioni: una corticale (20-30%) detta **tiglio** ed una midollare (70-80%), detta **canapulo** (Fig. 2). Nel tiglio si trovano fibre lunghe (20-50 mm) ricche di cellulosa e poco lignificate (cellulosa 50-70%, lignina 7%), mentre nel canapulo si trovano fibre corte (2 mm) e più lignificate (lignina 20-30%). Il rapporto fibra lunga/fibra corta è variabile e dipende generalmente dalla densità di semina e dalla varietà. Il fusto della canapa da fibra è generalmente privo di ramificazioni laterali, che possono comparire se si pratica una semina rada (20-30 kg/ha).

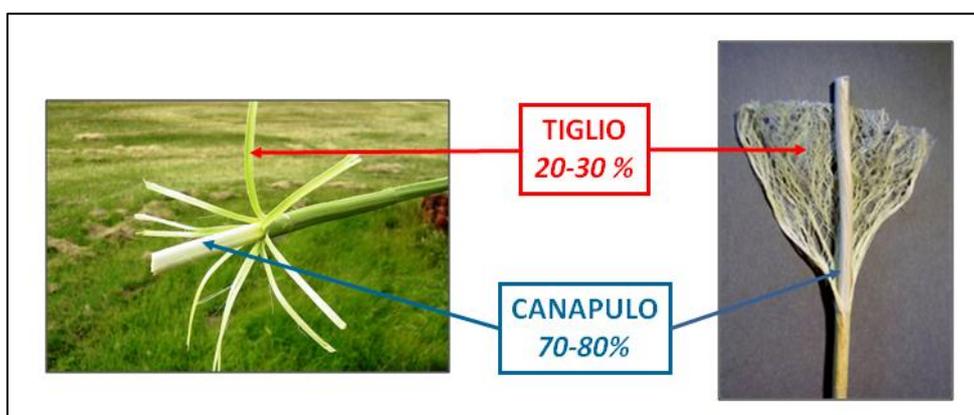


Fig. 2 struttura del fusto di canapa

Esistono due tipologie di canapa: la canapa **dioica** (a sessi separati) con fiori maschili e femminili portati

in infiorescenze terminali su individui diversi (Fig. 3 a-c) e la canapa **monoica** con fiori maschili e femminili portati sulla stessa pianta in un'unica infiorescenza terminale (Fig. 4 a,b). Nella canapa dioica la differenza tra sessi si manifesta poco prima della fioritura: i maschi crescono più alti ed esili delle femmine e poco dopo la fioritura cominciano a seccare, mentre le femmine restano vitali fino alla completa maturazione dei semi. Le varietà tradizionali italiane (*Carmagnola*, *Fibranova*, *CS*) sono dioiche.

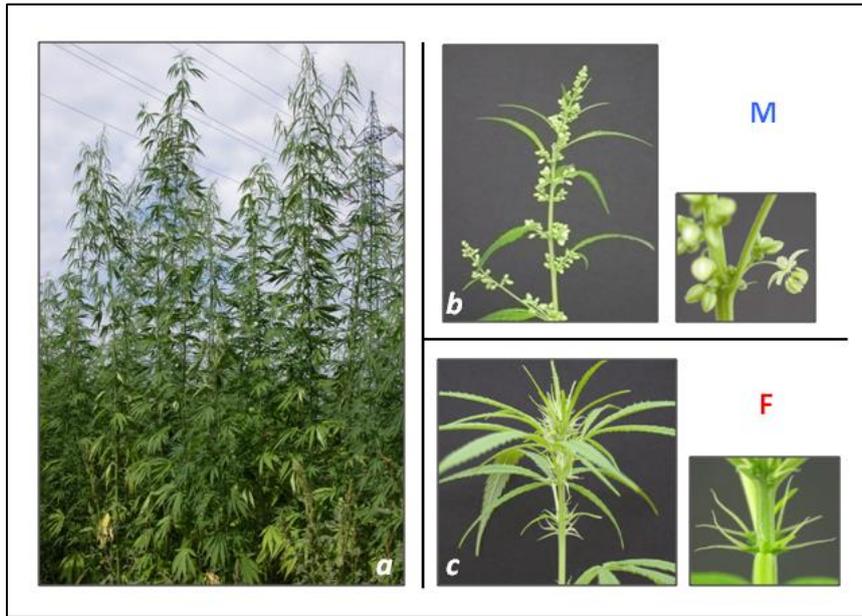


Fig. 3 canapa dioica (a) e infiorescenze maschili (b) e femminili (c)

Le varietà monoiche hanno un portamento ed un piano di sviluppo che le rende più simili alle femmine dioiche; sono più omogenee per taglia e durata del ciclo vitale rispetto alle dioiche. Poiché nelle varietà monoiche i fiori femminili sono presenti su tutti gli individui, la quantità totale di seme prodotto dalle varietà monoiche è potenzialmente maggiore rispetto a quella prodotta dalle varietà dioiche. In realtà avendo un ciclo più breve le monoiche rispetto alle dioiche hanno spesso una produzione simile di semi.



Fig. 4 canapa monoica (a) e infiorescenza monoica (b)

Nella canapa la maturazione del seme non avviene contemporaneamente su tutta l'infiorescenza, ma è *scalare*, procedendo dal basso verso l'alto. Il **seme** della canapa, o meglio il **frutto** (è un achenio), ha un involucro coriaceo e fibroso (Fig. 5) ed è particolarmente ricco di acidi grassi e proteine. Mediamente il peso 1000 semi è compreso tra 15 e 22 g.

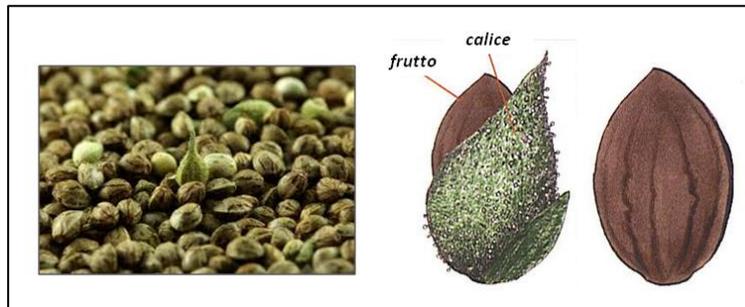


Fig. 5 il seme (frutto) di canapa

Il ciclo vitale della canapa (Fig. 6) ha una durata di 5-6 mesi, e può variare in funzione della varietà, dell'epoca di semina e delle condizioni climatiche. Nei climi temperati ed alle nostre latitudini la semina è primaverile, la fioritura avviene dopo il solstizio d'estate, quando il fotoperiodo si riduce a 12-14 ore, la raccolta del seme e dei fusti viene effettuata a fine agosto.

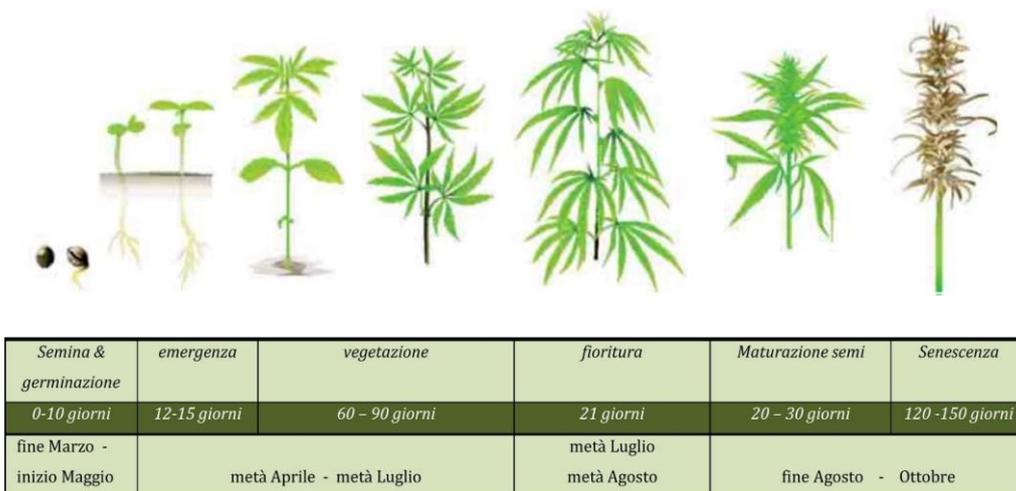


Fig. 6 ciclo vitale della canapa (varietà monoica, adattato da Mediavilla et.al, 2003)

Tutte le specie appartenenti alla famiglia delle *Cannabaceae* hanno un metabolismo secondario molto attivo, producendo più di 200 composti chimici diversi (*terpeni, cannabinoidi, flavonoidi,*

pigmenti), alcuni dei quali noti per le proprietà medicinali, farmacologiche e psicoattive. I **cannabinoidi** sono circa un centinaio ma i più noti e studiati sono il **THC** (tetraidrocannabinolo, psicoattivo) ed il **CBD** (cannabidiolo, non psicoattivo). I cannabinoidi vengono prodotti sulla superficie delle foglie e delle brattee fiorali femminili, soprattutto durante la fioritura, sia nelle varietà monoiche che nelle varietà dioiche. Il rapporto tra le concentrazioni di THC e CBD è determinato geneticamente e viene definito **chemotipo** (De Mejer et al., 2003). In base al valore di questo rapporto si distinguono 3 chemotipi diversi (Fig. 6). Il **chemotipo I** ed il **chemotipo III** sono prevalenti tra le varietà di canapa disponibili sul mercato e corrispondono rispettivamente alla **canapa ad uso medico** (chemotipo I, prevalente THC) ed alla **canapa industriale** (chemotipo III, prevalente CBD). In UE la canapa ad uso industriale deve avere un contenuto di THC inferiore allo 0,2 % (0,6% massimo sulla coltura). In Italia è possibile coltivare senza richiesta di autorizzazione solo canapa industriale che rispetti il limite massimo di THC di 0,2%. E' inoltre possibile coltivare canapa industriale per la produzione di CBD, composto dalle proprietà medicamentose, non psicoattivo. In UE possono essere coltivate e commercializzate solo le varietà iscritte al catalogo varietale EU.

(https://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases EU Plant Variety database **species A - 85 - Hemp - Cannabis sativa**).

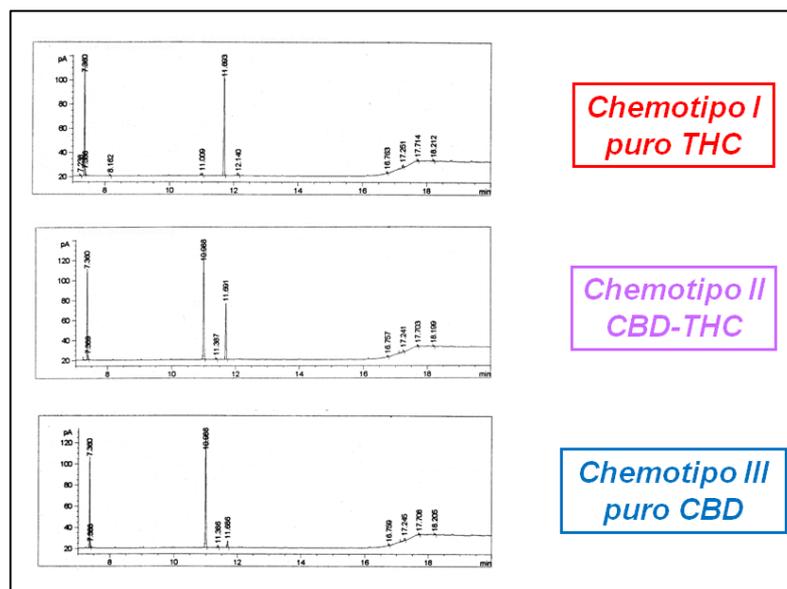


Fig. 6 classificazione della canapa in base al chemotipo

La canapa può essere coltivata per molteplici scopi, legati alla grande varietà di prodotti che è possibile ottenere dalle sue **foglie**, dal **fusto** e dal **seme**, come riassunto in Fig. 7.

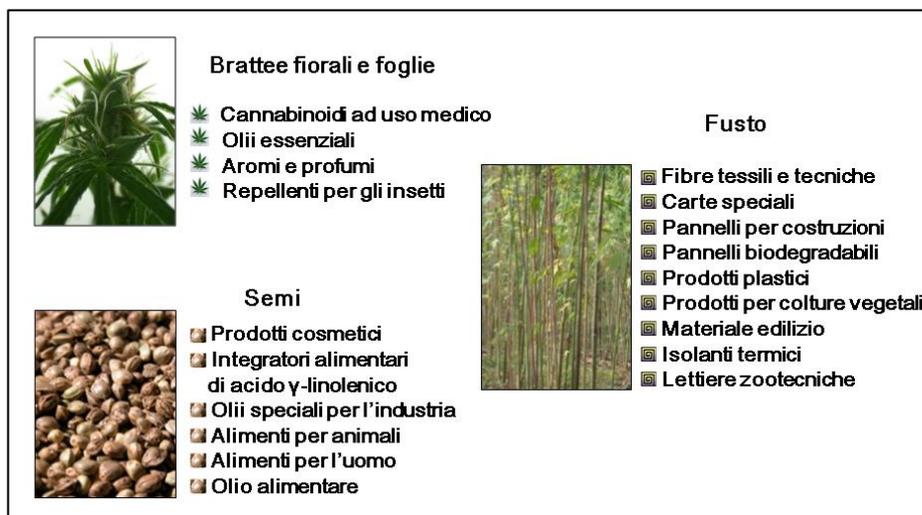


Fig. 7 I diversi prodotti della canapa

Nell'ambito del progetto SCARABEO è stato sviluppato un modello di filiera agroindustriale della canapa per la produzione di fibra ad uso tecnico e/o tessile, e seme ad uso alimentare. L'attività di sperimentazione condotta nell'ambito del progetto ed alla base di queste linee guida fa riferimento a questa tipologia di filiera.

Bibliografia

1. de Meijer E.P.M., M. Bagatta, A. Carboni, P. Crucitti, V.M.C. Moliterni, P. Ranalli and G. Mandolino. The inheritance of chemical phenotype in *Cannabis sativa* L. *Genetics* Vol. 163: 335-346, 2003.
2. Mediavilla V. Jonquera, I. Schmid-Slembrouck, A. Soldati: Decimal code for growth stages of hemp (*Cannabis sativa* L.). *JOURNAL OF THE INTERNATIONAL HEMP ASSOCIATION* 5 (2): 65, 68-74, 1998

LINEE GUIDA

Coltivazione della canapa da seme e fibra

Marco Errani (*errans@outlook.com*), Roberto Reggiani (*r.reggiani@stuard.it*), Roberta Vecchi

Esigenze climatiche

Grazie al suo ciclo vegetativo breve ed alle molte varietà esistenti, la canapa è ubiquitaria, praticamente coltivata o potenzialmente coltivabile in tutto il mondo. In passato, in Italia, era coltivata dai mille metri d'altitudine in Piemonte, alla pianura padana, fino alla Campania. La canapa infatti non è particolarmente esigente da un punto di vista climatico, ma raggiunge le migliori prestazioni nei climi temperati caldo-umidi che consentono lo sviluppo di grandi quantità di biomassa. La temperatura minima per la germinazione è di +1°C, ma, nonostante la bassa temperatura tollerata dal seme e il fatto che le piantine siano piuttosto resistenti alle gelate tardive, non conviene anticipare la semina per non allungare eccessivamente il periodo dell'emergenza. Quando nel terreno vengono raggiunte stabilmente temperature di 8-10°C si hanno le migliori condizioni per una buona emergenza. La temperatura minima per la fioritura è di 19°C e per la maturazione dei semi di 13°C. La canapa presenta una doppia risposta al fotoperiodo: durante i primi due-tre mesi, una maggiore durata del giorno è associata ad un maggiore sviluppo vegetativo; più tardi, la pianta richiede un giorno più corto (12-14 ore) per fiorire e completare il ciclo biologico (Ranalli e Casarini, 1998). Nel periodo che va dalla semina alla fioritura sono nocivi i caldi precoci e l'aridità perché costringono le piante a pre-fiorire e, quindi, a ridurre lo sviluppo in altezza. Una grande quantità di acqua, se la pianta si trova su terreni ben drenanti, è positiva, mentre è dannosa se il terreno tende a far ristagnare l'acqua perché soffoca le radici.

Avvicendamento

La canapa è la tipica coltura primaverile da rinnovo, può essere utilizzata con grandi vantaggi in quei terreni molto sfruttati da monoculture agrarie depauperanti. Infatti migliora le condizioni fisiche del terreno per la struttura e le dimensioni del suo apparato radicale, contiene lo sviluppo delle malerbe per l'intensa competizione esercitata dalla coltura sia con effetti fisici diretti, sia per l'ombreggiamento, sia per la pacciamatura naturale effettuata dalle foglie della porzione basale, che cadono sul terreno ricoprendolo parzialmente.

Con le attuali tecniche di raccolta, l'apparato fogliare, che mediamente costituisce il 20-30% del peso fresco e il 10-15% del secco, rimane normalmente sul terreno riportando il 60% dell'anidride fosforica asportata e la quasi totalità del potassio. Pertanto le colture che la seguono nell'avvicendamento (es. i cereali autunno-vernini) si avvantaggiano sensibilmente sia della sua azione rinettante, sia dell'importante massa di residui organici lasciati sul terreno (15-20 t ha⁻¹ di peso fresco). Anche le colture primaverili si avvantaggiano dall'essere state precedute da una coltura di canapa, poiché dopo di essa la lavorazione del terreno risulta notevolmente facilitata. La canapa può succedere a sé stessa (2-3 anni) senza che il terreno accusi fenomeni di impoverimento, ma per chi aderisce a misure o regolamenti che accedono a finanziamenti pubblici (regime integrato Misura 10.1.01 del PSR della Regione Emilia-Romagna o al Regolamento del biologico DM n°3757 del 9 aprile 2020) non è possibile effettuare ristoppio.

In passato, negli avvicendamenti continui tra frumento e canapa, durante l'intervallo tra la raccolta del cereale e la semina della canapa si coltivava un erbaio autunno-vernino che veniva sovesciato sul terreno un mese prima della semina. Oggi un'ulteriore pratica utile e consigliabile non solo per l'effetto concimante, ma per la conservazione della sostanza organica nel terreno e per il suo effetto protettivo verso infestazioni dannose (funghi patogeni e nematodi) è l'interramento di colture da sovescio (crucifere o leguminose).

Scelta varietale

La scelta della varietà viene fatta in base alla destinazione d'uso della coltura ed alla disponibilità di seme presso i rivenditori. In linea generale, per la produzione di **fibra e seme** la scelta deve ricadere sulle varietà **monoiche**; per una produzione specifica di **semi**, è preferibile scegliere varietà monoiche con un'altezza medio-bassa che non superi 1.5-1.8 metri d'altezza che consenta l'utilizzo di normali trebbiatrici per la raccolta. Se invece si vuole coltivare la canapa per la **produzione di CBD**, e quindi per la raccolta delle infiorescenze, è preferibile optare per una varietà **dioica o monoica ad alto contenuto di CBD**. Quando il prodotto richiesto è la **fibra di buona qualità** (fibra lunga) occorre disporre di piante molto alte, caratteristica che appartiene principalmente alle varietà dioiche il cui contenuto in fibra oscilla tra il 15 e il 20%. In realtà la scelta varietale dipende fortemente dalla disponibilità di semi sul mercato. Infatti, delle 85 varietà di canapa formalmente iscritte al registro varietale europeo, solo poche sono quelle effettivamente reperibili sul mercato, come succede per le nostre varietà dioiche tradizionali (Carmagnola, Fibranova, C.S.). Attualmente le varietà più facilmente reperibili sul mercato sono le **monoiche francesi e ungheresi** o le **dioiche ungheresi**.

Alcune ditte che operano su piattaforme di vendita online, forniscono al cliente un quadro sinottico delle principali caratteristiche della varietà (monoica/dioica, produzione fusti, produzione seme, contenuto THC/CBD). Il rivenditore deve fornire un cartellino identificativo della varietà acquistata, che garantisce che essa sia iscritta al registro varietale europeo ed abbia un contenuto di THC inferiore allo 0,2 %, secondo normativa. Tale cartellino va conservato fino alla raccolta. La semina di canapa industriale in Italia non è soggetta a denuncia presso Forze dell'Ordine; è tuttavia preferibile avvertire verbalmente della presenza di una coltivazione di canapa industriale la stazione delle FdO più vicina, per favorirne l'identificazione in caso di telerilevamento.

Terreno

I migliori terreni sono quelli di medio impasto, profondi, freschi, permeabili e con alto tenore di sostanza organica. Buone rese possono essere ottenute anche in tipologie di terreni diversi purché questi non siano aridi, a scheletro prevalente o eccessivamente argilloso e mal strutturati, con prolungati ristagni idrici. Particolare attenzione deve essere prestata alla giacitura dei terreni, poiché deve essere garantito un buon irraggiamento. Inoltre è necessario evitare pendenze eccessive per la conseguente difficoltà ad utilizzare i macchinari necessari alla raccolta.

Preparazione del letto di semina

La lavorazione del terreno richiesta dalla canapa è equiparabile a quella di altre colture da rinnovo. Dopo l'aratura (tradizionalmente profonda 30-40 cm) o la lavorazione a due strati mediante aratro

ripuntatore, è necessario proseguire la preparazione del letto di semina con un affinamento (erpicoltura) in autunno o a fine inverno in base alle caratteristiche fisiche del terreno. Per una regolare emergenza ed una rapida crescita in tutti gli ambienti, risulta fondamentale un omogeneo e buon affinamento del letto di semina. In ambiente montano, soprattutto in terreni ricchi di scheletro, si preferisce sostituire l'aratura (che porterebbe in superficie numerosi sassi) con una vangatura max a 20 - 30 cm di profondità, con successivo affinamento tramite erpicatura. Contemporaneamente alle lavorazioni, negli ambienti di pianura viene effettuata anche una concimazione di fondo con elementi nutritivi poco mobili quali fosforo e potassio. In alternativa, la canapa risponde comunque molto bene alle concimazioni organiche (letame, pollina, liquami, digestato e compost) compatibili con i disciplinari dell'agricoltura biologica. La canapa assorbe anche elevate quantità di calcio, ma raramente è necessario aggiungerlo nei suoli italiani, poiché in genere ne sono sufficientemente ricchi. La coltura è sensibile alla disponibilità di azoto e normalmente le colture scarsamente dotate si presentano ingiallite, con accrescimento stentato e disomogenee. Eccessi di azoto sono tuttavia deleteri in quanto accrescono la probabilità che la coltura si alletti in condizioni di forte vento. Oggi i fertilizzanti comunemente impiegati apportano 150 kg ha⁻¹ di N, 150 kg ha⁻¹ di P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ di K₂O (Rivoira, 2001). Quando la concimazione organica risulta l'unico apporto di nutrienti, come negli ambienti montani, deve essere almeno 300-400 q ha⁻¹. La distribuzione di tali elementi dev'essere fatta durante le operazioni di preparazione del terreno, così come la distribuzione di eventuali ammendanti, come il biochar (cfr pag. 13 e seguenti). La mancata concimazione è una delle cause principali di produzione di seme vuoto.

Semina

La semina è possibile quando la temperatura del terreno ha ormai raggiunto i 10°C (da metà marzo in poi), preferibilmente intorno ai 12-14°C (Bonciarelli, 1995). Bisogna fare attenzione a non ritardare troppo la semina perché in tal caso aumentano i rischi di 'stretta' (mancanza d'approvvigionamento idrico), cui le piante sono particolarmente sensibili durante la prima fase d'accrescimento. Nella scelta dell'epoca di semina è da tener presente anche la necessità di effettuare la raccolta (seme e steli) prima delle piogge autunnali, per garantire l'essiccazione in campo e facilitare la trebbiatura.

Ritardi nell'epoca di semina possono provocare una riduzione nel numero di piante per m² con successivo inspessimento e ramificazione dei fusti che causano gravi problemi in fase di raccolta.

Per la semina si utilizza una normale seminatrice meccanica a file da grano (Fig. 8) con interfila di 13-20 cm ed una profondità di semina di 2-3 cm. Se il terreno fosse troppo secco, dopo la semina è opportuna una leggera rollatura in modo da favorire la conservazione di acqua nel suolo.

La **densità di semina** ottimale dipende dalla destinazione d'uso della coltura e dalla percentuale di germinabilità del seme, che andrebbe sempre verificata prima della semina. Per ottenere una buona quantità di fusti non eccessivamente lignificati e/o ramificati, si scelgono alte densità di semina (da 50 kg ha⁻¹ fino a 75 kg ha⁻¹ considerando che commercialmente vengono venduti sacchi da 25 kg). L'investimento elevato ha l'obiettivo di costringere le piante a filare al fine di ottenere culmi molto esili e soffocare le infestanti, rendendo non necessario il trattamento con diserbanti. Semine fitte permettono inoltre di ottenere alla raccolta fusti sottili ed uniformi per procedere più agevolmente alla raccolta meccanizzata del seme ed allo sfalcio dei fusti.

Irrigazioni

Generalmente l'irrigazione non è praticata nelle regioni dove l'apporto irriguo non comporta un

aumento di produzione (regioni del Nord Italia) anche se la coltura può risentire di carenze d'acqua nella fase vegetativa che rallentano lo sviluppo e anticipano la fioritura.



Fig. 8 semina della canapa con seminatrice universale

Avversità

La canapa può essere soggetta ad avversità di tipo abiotico e biotico. Tra le prime, oltre a brinate e gelate tardive durante le fasi giovanili, vanno considerati il vento che genera allettamento e sbandamenti, e la grandine che può provocare rotture e mortalità delle piante. Tra le avversità di tipo biotico vanno ricordate crittogame quali *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum* (provoca macchie biancastre alla base del fusto) e numerose batteriosi del genere *Pseudomonas*. Tra i lepidotteri, quelli potenzialmente più pericolosi sono la piralide della canapa (*Grapholita delinea*) e la piralide del mais (*Ostrinia nubilalis*); questi insetti, quando presenti, si stabiliscono nelle diverse parti della pianta, dalle radici al fusto, alle foglie fino alle infiorescenze. Anche se queste avversità possono, in qualche caso provocare danni, non è opportuno effettuare interventi di difesa, né preventivi, né curativi. Si può eseguire la lotta biologica alla piralide con *Trichogramma brassicae*, grazie alla distribuzione di capsule che vengono rilasciate in base alla posizione GPS pre-impostata nel software di volo di un drone.

Controllo delle infestanti

La canapa teme la competizione delle malerbe solo nei primissimi stadi di accrescimento, ma se viene seminata per tempo e la crescita è uniforme, va velocemente a copertura limitando lo sviluppo delle infestanti e l'uso dei diserbanti. Pertanto generalmente non necessita di interventi per il controllo delle malerbe. Nel caso della semina rada per la produzione di seme, sono utili sarchiature in post-emergenza. Ritardi nella semina possono facilitare la crescita di infestanti macroterme tipo *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus* spp., *Convolvulus* spp., ed altre, tipiche del mais

Raccolta del seme

La canapa ha una maturazione del seme scalare, per questa ragione non è semplice individuare l'epoca di raccolta ideale. Prove sperimentali indicano che massime rese si ottengono raccogliendo circa 2 settimane dopo primi imbrunimenti delle brattee fiorali. In alternativa, l'epoca di raccolta si stabilisce in funzione della percentuale di semi allegati in campo (generalmente 50-70%).

Un ritardo eccessivo della raccolta potrebbe comportare un sensibile calo di resa dovuto sia alla caduta dei semi che agli uccelli che se ne cibano.

Per la raccolta del seme si possono usare normali macchine trebbiatrici quali Laverda, CASE International, New Holland, CLASS, John Deer. Sarebbero da preferire le macchine che presentano il battitore assiale quali CASE e le nuove John Deer. Occorre in ogni caso ridurre la velocità di avanzamento dell'aspo e dei battitori. Sono preferibili trebbiatrici con lo scuotipaglia e senza trinciapaglia che rischia d'intasarsi di fibra. È fondamentale che le lame siano ben affilate per evitare che la fibra presente negli steli vada fra la lama ed il battilama. Nella Tabella 1 sono riportati i valori di alcuni parametri salienti per l'impostazione della trebbiatrice

parametro	valore
Velocità battitore	250 giri/min
Velocità ventola	1070 giri/min
Griglia	3,17 mm (1/8-inch)
Controbattitore	9,5 mm (3/8-inch)

Tab. 1 parametri impostazione trebbiatrice per la raccolta del seme di canapa

Il seme deve essere messo ad asciugare entro 4 ore dalla raccolta possibilmente in essiccatoi orizzontali a basse temperature (25-27 °C) e senza calore diretto sul seme. In alternativa l'asciugatura può essere fatta all'aria, stendendo il seme su teli di juta o di canapa, possibilmente rialzati da terra per favorire l'arieggiamento e contrastare l'insorgenza di muffe sul seme.

Raccolta dei fusti (paglie)

Il taglio e la raccolta delle paglie potrebbero presentare alcune problematiche, prima fra tutte l'avvolgimento della fibra intorno agli organi rotanti e l'intasamento della barra falciante. Il taglio può essere effettuato con convenzionali barre falcianti preferibilmente a doppia lama. I fusti tagliati vengono messi in andana e lasciati essiccare sul terreno se le condizioni meteo climatiche lo permettono. Per favorire l'asciugatura possono essere periodicamente girate con un comune ranghinatore. La ranghinatura favorisce un'essiccazione omogenea e la rimozione delle foglie. Per favorire l'asciugatura gli steli possono essere raccolti in covoni verticali, in modo da sollevarli dal terreno, e lasciati asciugare al sole. La raccolta può essere fatta con imballatrici convenzionali sia tonde che quadre. Se gli steli superano 1.5/2 metri di lunghezza nelle rotoimballatrici si potrebbe creare il così detto "effetto ponte", ossia lo stelo eccessivamente lungo ed elastico non si spezza, impedendo quindi la creazione del cuore all'interno della rotoballa che risulterà quindi con un buco centrale. In ogni caso, il taglio degli steli in

porzioni da 1-1.5 metri con macchine specifiche `e consigliabile per favorire le operazioni di rivoltatura ed imballaggio.

Bibliografia

1. Bonciarelli F. 1995. Coltivazioni erbacee. Ed. Edagricole Bologna, XVIII 1995, 310.
2. Ranalli P, Casarini B. Canapa: il ritorno di una coltura prestigiosa. Nuove produzioni di fibra e cellulosa. Ed. Avenue Media, Bologna, 1998.

Uso del biochar di canapulo nella coltivazione della canapa

Elena Maestri (elena.maestri@unipr.it), Laura Paesano, Davide Imperiale, Nelson Marmioli

Il biochar

Il **biochar** è carbone vegetale che si ottiene dalla pirolisi di diversi tipi di biomassa vegetale. La pirolisi è un processo che permette di ottenere energia sotto forma di gas (syngas) con un potere calorifico pari al GPL, e biochar o carbone vegetale. Il biochar ha un contenuto di carbonio pari al 90% e, se applicato ai suoli, è un potente ammendante. La sua alta porosità aumenta la ritenzione idrica e quella degli elementi nutritivi, che rimangono più a lungo disponibili per le piante; migliora inoltre la struttura del terreno e le sue proprietà meccaniche. Molti studi hanno già dimostrato l'impatto positivo dell'applicazione del biochar sulle rese agricole diminuendo il fabbisogno di acqua e fertilizzanti (www.ichar.org). Per il suo ruolo nella regolazione dello stato idrico del suolo, il biochar è quindi un utile ammendante nella coltivazione della canapa, sensibile al ristagno. La presenza del biochar è inoltre compatibile con la pratica del sovescio, che apporta materia organica e nutrienti al suolo e stimola la crescita di microrganismi. Gli effetti del biochar sulla struttura e tessitura del suolo sono particolarmente apprezzati in una coltura come la canapa. Il biochar è ora ammesso tra gli ammendanti in agricoltura biologica (Dlgs 75/10, allegato 2).

La struttura compatta del biochar, unita alle caratteristiche chimiche, permette a questo prodotto di non essere degradato dai microrganismi del suolo e quindi di immobilizzare nel suolo il carbonio anziché farlo tornare all'atmosfera sotto forma di CO₂, come nel caso del compost o dell'abbruciamento dei residui di potatura (www.ichar.org)

Quindi la produzione e l'uso di biochar in agricoltura è una tecnica per la mitigazione dei cambiamenti climatici poiché sequestra carbonio nel suolo in una quantità superiore a quella che emette per produrre energia. L'impiego di biochar sui terreni agricoli permette inoltre di diminuire le emissioni di N₂O dal suolo, gas a effetto serra con un potenziale di riscaldamento globale 296 volte maggiore della CO₂ (www.ichar.org)

Di particolare interesse risulta la produzione di biochar a partire da residui/sottoprodotti agricoli: potature, stoppie di mais o grano, lolla di riso, mallo di mandorla, fogliame secco. Nell'ambito del progetto SCARABEO è stato ottenuto biochar carbonizzando il canapulo residuo dalla stigliatura dei fusti di canapa.

Il biochar di canapulo

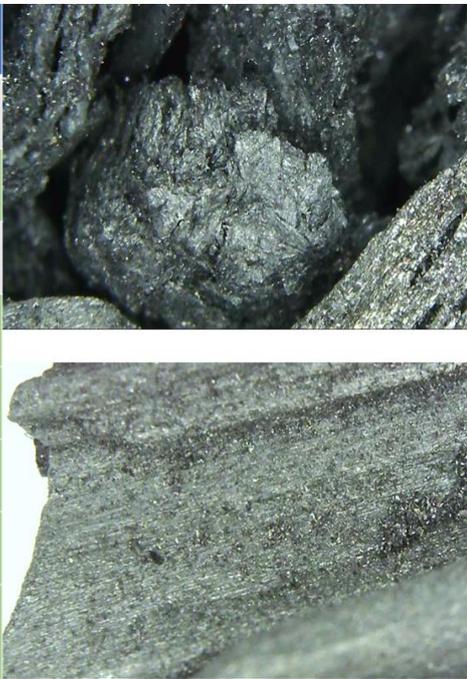
Per facilitare l'alimentazione del pirogassificatore, il canapulo è stato miscelato al 50% con pellet di legno. La granulometria del biochar ottenuto è principalmente compresa tra 10mm e 2 mm (circa il 75%, Tab.1). Le analisi chimico-fisiche hanno rivelato che il biochar di canapulo ha un pH basico, che lo rende adeguato all'utilizzo in terreni eccessivamente acidi, ed un ridotto contenuto salino. Il contenuto di metalli molto al di sotto dei limiti previsti per l'utilizzo come ammendante (linee guida IBI, www.biocharinternational.org), lo rende idoneo all'uso agricolo (Tab.2)

I test di fitotossicità effettuati su piante modello secondo protocolli ufficiali certificati, hanno dimostrato che l'applicazione di biochar di canapulo al 50 % ha un effetto stimolante sulla crescita anche a dosi piuttosto elevate (5%; Tab. 3).

Al contrario, i test di germinazione in piastra hanno evidenziato un effetto inibente della germinazione alle dosi applicate, come spesso si verifica in test effettuati all'interno di capsule chiuse (Tab. 3). Questi dati sono stati tenuti in considerazione nella definizione del protocollo per l'uso del biochar di canapulo nella coltivazione della canapa.

<i>Analisi</i>	<i>Risultato</i>	<i>Unità di misura</i>
Classi granulometriche	20mm: 0,0% 20mm>x>10mm: 0,5% 10mm>x>5mm: 20,9% 5mm>x>2mm: 52,8% 2mm>x>0,5mm: 13,1% <0,5mm: 12,7%	%

Tab. 1 granulometria del biochar di canapulo

Caratteristiche del biochar da canapulo		
pH	11,44	
CE	2,76 mS/cm	
Densità apparente	0,19 g/cm ³	
Sostanza organica	83,5%	
Sostanza secca	93,8%	
Contenuto metalli	Entro i limiti	
Contenuto IPA	4,1 mg/kg	
Classe	P4 idoneo all'uso agricolo	

Tab. 2 proprietà chimico-fisiche del biochar di canapulo

Analisi	Risultato	Unità di misura
Test di fitotossicità su <i>Hordeum vulgare</i> L.	NON fitotossico Fitostimolante: > 0,5%	%
Test di fitotossicità su <i>Lactuca sativa</i>	Giudizio del test: P4 . Il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il Prodotto si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.	%
Test germinazione	Effetto stimolante germinazione: no Fitotossicità (EC50): 0,09 Inibizione totale germinazione: 1	g/piastra

Tab. 3 risultati test di fitotossicità e germinazione del biochar di canapulo 50%

Applicazione del biochar in campo

Le prove effettuate con il biochar da canapulo ne dimostrano l'idoneità per l'uso agricolo. Il biochar non apporta nutrienti e, se adeguatamente prodotto, analizzato e certificato, non apporta contaminanti, ne consegue che per un uso agricolo, la fertilizzazione azotata è indispensabile. Tuttavia 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. La fertilizzazione aggiuntiva al biochar può essere effettuata in vari modi:

- biochar mescolato con compost, letame o altri fertilizzanti e/o concimi (aumenta il contenuto di sostanza organica del suolo)
- biochar mescolato con nutrienti (fornisce un habitat ideale e favorire la crescita dei microrganismi della rizosfera e del suolo)

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. In condizioni ottimali è consigliato applicare il biochar in fase di preparazione del campo, per poterlo interrare liberamente. Nella sperimentazione SCARABEO la distribuzione del biochar nelle parcelle è stata superficiale in fase post-emergenza, in quantità pari a 1kg/m².

Per calcolare la quantità di biochar da applicare è opportuno tener conto delle seguenti indicazioni:

- 1 ettaro di suolo (10.000m²) alla profondità di 25 cm corrisponde a 3250 tonnellate di suolo, se si considera una densità di 1,3 t/m³
- 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/cm³, pari a 0,5 t/m³; nel caso del canapulo, la densità del biochar era 0,2 g/cm³;
- Assumendo una densità di 0,5 t/m³, la quantità di biochar necessaria per ammendare 1 ha di suolo, 32,5 t, corrisponderà a 65 m³ di biochar. Ipotizzando un trasporto in 65 big bag da 1 m³, 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
- 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.
- 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

Il biochar può essere costituito da particelle di dimensioni variabili (Tab. 1), e quindi anche da particelle molto piccole, oppure può 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:

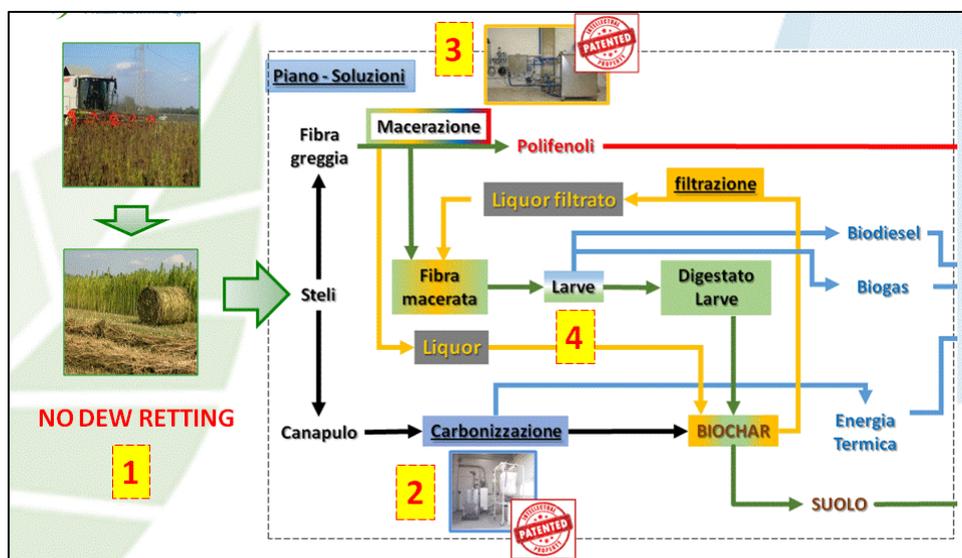
- Distribuire il biochar quando il vento è al minimo, oppure durante una leggera precipitazione;
- Mescolare il biochar con acqua o con compost, letame, ecc.;
- Utilizzare biochar trasformato in pellet;
- Inserire la distribuzione del biochar nelle normali pratiche agronomiche per ridurre i costi, ad 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 semina, post semina, post emergenza, piante annuali o perenni, ecc. Nelle esperienze effettuate nel progetto il biochar è stato somministrato alle piante di canapa al momento dell'emergenza.

Considerazioni generali

- 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 con mascherine contro le polveri e occhiali protettivi;

La filiera sperimentale SCARABEO

Il progetto SCARABEO ha come obiettivo il rilancio della canapicoltura italiana, proponendo una filiera innovativa della canapa industriale da seme e fibra, che punta alla diversificazione e valorizzazione dei sottoprodotti e degli scarti di filiera, massimizzando i ricavi in modo eco sostenibile, perfettamente in linea con i principi fondamentali dell'economia circolare. Nella figura sottostante è schematizzato il piano di lavoro di SCARABEO, evidenziando i quattro punti di forza dell'innovazione:



1. In alternativa alla macerazione a terra dei fusti interi, che alle nostre latitudini e per via dei cambiamenti climatici, produce una fibra disomogenea e di scarsa qualità, SCARABEO propone la **stigliatura degli steli interi** per la separazione di **tiglio** e **canapulo** e la macerazione ad acqua del solo tiglio che contiene le fibre più lunghe e di migliore qualità.

2. La **carbonizzazione** in un impianto di pirolisi prototipale trasforma il canapulo in **biochar** (ammendante agricolo) e **syngas** (combustibile), con la produzione di energia;

3. La **macerazione ad acqua** del tiglio in un **impianto di macerazione prototipale** (brev. N. ITBO20050179 del 2006), sfruttando le proprietà pectinolitiche della flora macerante (batteri), consente l'estrazione ottimale dei fasci di fibre dai tessuti circostanti in soli tre giorni. Il **liquor di macerazione** (scarto del processo, ricco di pectine, zuccheri riducenti, **polifenoli**), viene riciclato per **filtrazione su biochar** e adoperato nei successivi cicli di macerazione; il **biochar** così **arricchito** può essere utilizzato come ammendante-fertilizzante ad uso agricolo.

4. Larve del dittero *Hermetia illucens* (L.) puliscono la fibra macerata dalle mucillagini e dai residui di sostanza organica parzialmente decomposta che la ricoprono, alimentandosi. La pulitura convenzionale ad acqua viene quindi sostituita da un processo altamente ecocompatibile che trasforma gli scarti della lavorazione in biomassa larvale, che può essere utilizzata per la produzione di **biodiesel** e **pannelli proteici** per alimentare un impianto di **biogas**.

Il modello di filiera illustrato è stato realizzato su piccola scala ed è visibile presso l'Azienda Agraria Sperimentale Stuard

LA FILIERA SPRIMENTALE DELLA CANAPA PRESSO Az.Agr.Sperim. STUARD

1) STIGLIATURA DEGLI STELI PRESSATI IN BALLE:



Le rotoballe vengono aperte e i fusti, disposti su un nastro trasportatore, vengono convogliati nella macchina stigliatrice che mediante l'azione di rulli e tamburi determina la separazione del **tiglio** (parte esterna fibrosa) dal **canapulo** (parte interna del fusto lignificata). Il tiglio viene raccolto e nuovamente pressato in balle.



Tiglio



Canapulo

2) CARBONIZZAZIONE DEL CANAPULO

Il canapulo prodotto dalla stigliatura viene carbonizzato in un pirogassificatore prototipale (carbonizzatore), con la produzione di energia (syngas) e biochar.

Carbonizzatore prototipale

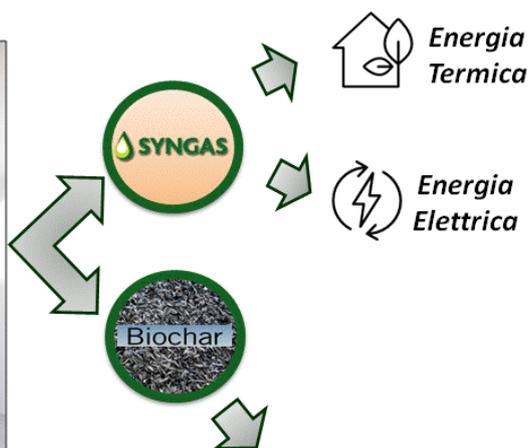


17-20 kg/h (biomassa)

Potenza elettrica: 8-10 KW

Potenza termica: 100-120 KW

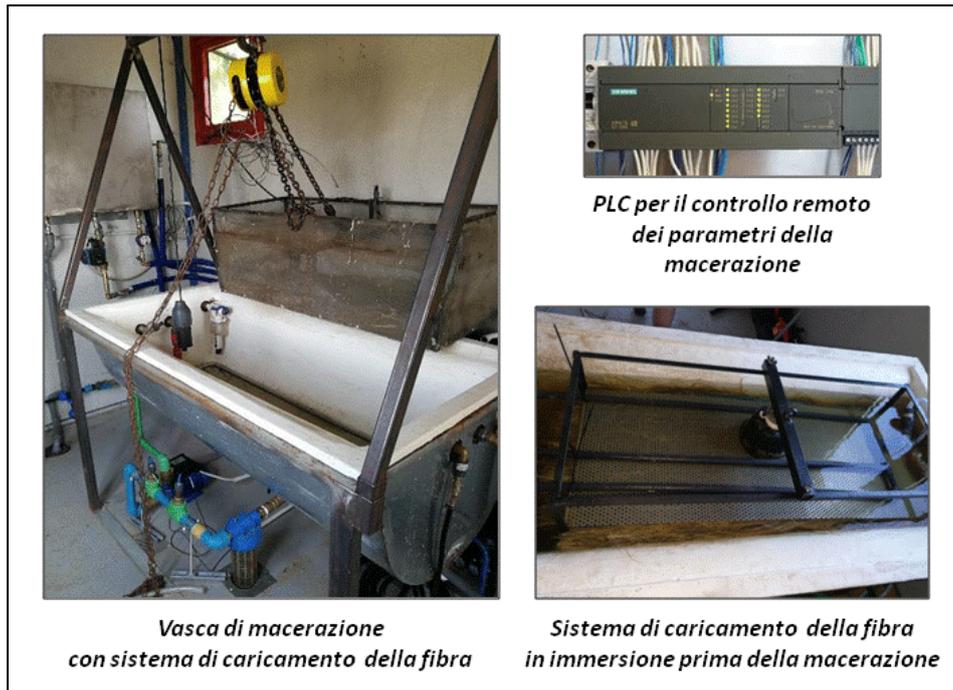
Resa biochar: 15-20%



- ✓ Migliora la struttura del suolo;
- ✓ Trattiene acqua in quantità 7 volte superiore al proprio peso;
- ✓ L'applicazione al suolo ha un effetto sequestrante della CO2 atmosferica

Il biochar è un ammendante agricolo con effetti benefici sul suolo, sulla coltura e sull'ambiente perché è difatto carbone inattaccabile che intrappola nel suolo la CO₂ atmosferica fissata nella biomassa vegetale. Il carbonizzatore della filiera SCARABEO si trova presso il Cinsa dell'Università degli Studi di Parma.

3) MACERAZIONE (ESTRAZIONE DELLA FIBRA) IN BIOREATTORE AD ACQUA



La "fibra" (il taglio) viene disposta in strati all'interno del sistema di caricamento ed immersa in acqua. L'acqua viene mantenuta a temperatura costante ed ossigenata attraverso un sistema di insufflazione d'aria. Una PLC registra i valori di *pH*, *temperatura* e *potenziale redox* di ogni macerazione. In questo sistema l'estrazione della fibra dal taglio viene portata a termine dalla microflora (batteri) naturalmente presente sui fusti, in circa tre giorni.

3) PULIZIA DELLA FIBRA MACERATA CON LARVE DI *HERMETIA ILLUCENS*

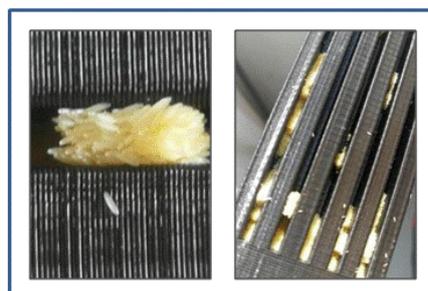
La fibra macerata ricoperta da mucillagini e dai residui di tessuto parzialmente decomposti viene ripulita dalle larve del dittero *Hermetia Illucens* (mosca soldato). Le larve alimentandosi ripuliscono la fibra ed aumentano la propria biomassa, ricca di lipidi e proteine. La biomassa larvale può essere adoperata come materia prima per la produzione di biogas, rendendo il processo di pulitura più sostenibile.



Presso l’Az. Stuard è stato anche allestito un allevamento di *Hermetia illucens*, composto da varie insettiere in cui il fotoperiodo, la temperatura e l’intensità della luce sono finemente controllati da una PLC. Nelle insettiere trovano posto dei particolari supporti per l’ovideposizione. Le larve vengono allevate su substrato organico costituito dai residui delle lavorazioni dell’azienda biologica Stuard, fino al raggiungimento dello stadio di sviluppo opportuno per alimentarsi con i residui della macerazione.



Moduli insettiere per l’allevamento di *Hermetia illucens* realizzati presso l’Az. Agr. Sper. Stuard, con PLC per il controllo remoto dei parametri ambientali dell’allevamento



Uova di *Hermetia illucens* nel contenitore per l’ovideposizione

IL PARTENARIATO SCARABEO:

Capofila: Azienda Agraria Sperimentale Stuard - Parma

- Dott. Roberto Reggiani
- Dott. Cristina Piazza
- Dott. Sandro Cornali
- Dott. M. Roberta Vecchi
- Dott. Luca Dal Bello

Responsabile scientifico: CREA-Centro di Ricerca Genomica e Bioinformatica - Fiorenzuola d'Arda (PC)

- Dott. Vita Maria Cristiana Moliterni
- Dott. Luca Dallacasagrande

Università Cattolica del Sacro Cuore- Piacenza

- Prof. Emanuele Mazzoni
- Prof. Luigi Lucini
- Dott. Cristina Reguzzi

Università degli Studi di Parma

- Prof. Nelson Marmiroli
- Prof. Elena Maestri
- Prof. Michele Donati
- Dott. Alessio Malcevschi
- Dott. Sara Graziano
- Dott. Marianna Guareschi

Centro di Formazione Sperimentazione e Innovazione "Vittorio Tadini" - Piacenza

- Dott. Massimiliano Gobbi
- Dott. Marco Errani

Azienda Agricola Freppoli Giuseppe (Vigolo Marchese - PC)

Azienda Agricola Binelli Bruno e Ugo (Morfasso - PC)

Società Agricola Valentina e Federico Rossi (Morfasso - PC)