

**AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2016 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.1.01
"GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"
FOCUS AREA 4A, 5C, 5D e 5E DGR N. 2376 DEL 21 DICEMBRE 2016**

RELAZIONE TECNICA □ INTERMEDIA X FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO 5015701

DOMANDA DI PAGAMENTO 5155954

FOCUS AREA: 5C

Titolo Piano	Scarti di Canapa-Riutilizzi Alimentari e Biovalorizzazione Energetica degli Oli (SCARABEO)	
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Azienda Agraria Sperimentale Stuard S.C.R.L.	
Elenco partner del Gruppo Operativo	Associati Beneficiari 1. Azienda Agraria Sperimentale Stuard: responsabile del piano- San Pancrazio (PR) 2. CREA-Consiglio per la ricerca in agricoltura e le analisi dell'economia agraria- Fiorenzuola d' Arda (PC)) 3. UCSC- Università Cattolica del Sacro Cuore (PC) 4. UNIPR- Università degli Studi di Parma (PR) 5. CFSIVT-Centro di Formazione Sperimentazione Innovazione Vittorio Tadini (PC)) 6. Azienda Agricola Freppoli Giuseppe- Vigolo Marchese (PC) 7. Binelli Bruno e Ugo e C.- Società Agricola S.S.- Morfasso (PC) 8. Società Agricola Valentina E Federico Rossi S.S. – Morfasso (PC)	
Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	28	
Data inizio attività	01/04/17	
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	27/01/2020	
Relazione relativa al periodo di attività dal	1 Novembre 2018- 27 Gennaio 2020	
Data rilascio relazione	14/09/2020	
Autore della relazione	M. R. Vecchi, R. Reggiani, S. Cornali, V.M.C. Moliterni, E. Maestri, L. Paesano, M. Donati, L. Lamastra, E. Mazzoni, C. Reguzzi, L. Lucini, M. Errani, L. Dal Bello	
Telefono		Email: r.reggiani@stuard.it

Sommario

1.0 Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

2.0 Descrizione per singola azione

2.1. Azione 1 (COOPERAZIONE)

2.2. Azione 2 (STUDI)

2.3. Azione 3.1 (AZIONE 1)

2.4. Azione 3.2 (AZIONE 2)

2.5. Azione 3.3 (AZIONE 3)

2.6. Azione 3.4 (AZIONE 4)

2.7. Azione 3.5 (AZIONE 5)

2.8. Azione 3.6 (AZIONE 6)

2.9. Azione 3.7 (AZIONE 7)

2.10. Azione 3.8 (AZIONE 8)

2.11. Azione 3.9 (AZIONE 9)

2.12. Azione 4 (DIVULGAZIONE)

2.13 Azione 5 (FORMAZIONE)

3. Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

4. Altre informazioni

5. Considerazioni finali

6. Relazione tecnica

1.0 Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano. Richiamare eventuali richieste di modifiche inviate agli organi Regionali ed apportate al progetto.

Prima di entrare nel dettaglio della relazione tecnica, si evidenziano i seguenti aspetti:

Variante di Ottobre 2019

In data 23 ottobre 2019 il partner capofila del GOI ha effettuato una richiesta di variante con redistribuzione del budget approvato. Parte del budget imputato alle trasferte è stato destinato alle ore personale dell'azione DIVULGAZIONE (per la creazione di un sito ufficiale del progetto) e dell'azione 2 e 3 poiché numerose modifiche effettuate al prototipo BIOREATTORE e all'impianto di allevamento LARVE hanno richiesto più impegno di quanto preventivato. Inoltre si è espressa l'intenzione di acquistare uno STELOMETRO per implementare la strumentazione di laboratorio necessaria ad effettuare le dovute analisi di qualità sulla fibra di canapa prodotta dalla macerazione dei fusti.

Questa variante è stata approvata dalla regione in data 07-11-2019, (delibera n. 20290 della Giunta).

Si precisa che lo stelometro spedito dalla Cina è arrivato con grande ritardo presso Stuard a causa dell'emergenza sanitaria COVID-19 prima in oriente poi in Italia. Lo strumento per tanto non è stato utilizzato per il PROGETTO SCARABEO; verrà ampiamente impiegato nel progetto in corso CATERPILLAR (n. 5149434 F.A. 2A) che vede coinvolti entrambi i partner AZIENDA STUARD e CREA.

Proroga di Novembre 2018

Il 6 novembre 2018 il GO ha effettuato una richiesta di proroga al termine del progetto. Nella relazione tecnica che ha accompagnato tale richiesta è stata motivata la decisione di rimandare le semine della canapa presso le aziende Rossi e Binelli nella primavera 2019; di conseguenza i rilievi agronomici e la raccolta dati sarebbe slittata nell'ultimo trimestre. La regione Emilia-Romagna ha accettato la richiesta in data 09/01/2019 det. N° 176.

La variante e la proroga sono state sopra citate e meglio descritte nei rispettivi documenti

Numerazione delle azioni

Si ricorda che come nella precedente relazione, la numerazione delle azioni presente nel PIANO del GO, non coincide con quella presente ed accettata dal SISTEMA SIAG. Per facilitare la comprensione, nella tabella seguente è riportata la correlazione tra le due numerazioni; nel testo verrà comunque indicata tra parentesi la numerazione presente nel SIAG.

NUMERAZIONE SIAG	NUMERAZIONE PIANO DEL GO PRESENTATO	DESCRIZIONE AZIONE
cooperazione	1	AZIONE ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE
STUDI	2	STUDI NECESSARI ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO (DI MERCATO, DI FATTIBILITÀ, PIANI AZIENDALI, ECC.)
Azione 1	3.1	raccolta e stoccaggio e stigliatura steli canapa
Azione 2	3.2	macerazione / estrazione fenoli
Azione 3	3.3	trattamento fibra macerata con allevamento di larve
Azione 4	3.4	carbonizzazione canapulo
Azione 5	3.5	Prove agronomiche
Azione 6	3.6	Analisi laboratorio
Azione 7	3.7	Redazione dei report annuali, recanti i dettagli tecnico-gestionali di ogni prova aziendale e i risultati ottenuti
Azione 8	3.8	Redazione delle Linee Guida per l'applicazione e la diffusione delle pratiche e/o combinazione di pratiche testate.
Azione 9	3.9	Raccolta dati.
Divulgazione	4	PIANO DIVULGAZIONE DI TRASFERIMENTO DEI RISULTATI E IMPLEMENTAZIONE DELLA RETE PEI. (ASVT)
Formazione	5	ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano: cronoprogramma

Indicare per ciascuna azione il mese di inizio dell'attività originariamente previsto nella proposta ed il mese effettivo di inizio, indicare analogamente il mese previsto ed effettivo di termine delle attività. Indicare il numero del mese, ad es.: 1, 2, ... considerando che il mese di inizio delle attività è il mese 1. Non indicare il mese di calendario.

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Azione 1 (COOPERAZIONE)	Stuard, UNIPR, CREA, CFSVT	Esercizio della Cooperazione	1	1	28	34
Azione 2 (STUDI)	UNIPR	Studi necessari alla realizzazione del piano	19	18	28	34
Azione 3.1 (AZIONE 1)	Stuard	Raccolta e stoccaggio steli	7	7	21	30
Azione 3.2 (AZIONE 2)	Stuard, CREA, CFSVT	Macerazione/ Estrazione fenoli	7	16	27	33
Azione 3.3 (AZIONE 3)	Stuard, UCSC	Trattamento Larve	7	7	21	33
Azione 3.4 (AZIONE 4)	CFSVT, UNIPR	Carbonizzazione Canapulo	4	14	24	26
Azione 3.5 (AZIONE 5)	Stuard	Prove Agronomiche	7	12	28	30
Azione 3.6 (AZIONE 6)	UCSC, UNIPR	Analisi Laboratorio	16	14	28	32
Azione 3.7 (AZIONE 7)	Stuard, UCSC, CFSVT, UNIPR, CREA	Redazione dei report annuali	10	14	28	33
Azione 3.8 (AZIONE 8)	Stuard, CREA	Redazione delle Linee Guida	25	25	28	34
Azione 3.9 (AZIONE 9)	Stuard, CREA, UCSC, CFSVT, UNIPR	Raccolta dati	4	14	28	33
Azione 4 (DIVULGAZIONE)	Stuard, CFSVT, UCSC	Piano divulgazione	1	14	28	34
Azione 5 (FORMAZIONE)	CFSVT	Formazione	7	16	21	21

2. Descrizione per singola azione: attività e risultati

Descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione

2.1 Azione 1 (COOPERAZIONE): responsabile Azienda Stuard

2.1.1. Descrizione delle attività

L' Azienda Stuard nel periodo oggetto della seguente rendicontazione (da novembre 2018 a gennaio 2020) ha coordinato, supportato dai partner, le attività di funzionamento e gestione del Gruppo Operativo, pianificando e mettendo in atto tutte le iniziative necessarie alla realizzazione degli obiettivi previsti dal Piano.

Per realizzare il coordinamento e per una migliore gestione del Piano del GO, azienda Stuard si è avvalsa del proprio personale tecnico (Dott. Reggiani Roberto), amministrativo (Sig.ra Rossetti Roberta) e di una consulente esterna

In particolare, le principali attività effettuate da Azienda Stuard nell'ambito dell'azione di cooperazione sono state:

- Monitoraggio dello stato di avanzamento dei lavori;
- Valutazione dei risultati in corso d'opera;
- Analisi degli scostamenti rispetto ai risultati attesi ed individuazione di azioni correttive;
- Richiesta di variante (23 ottobre 2019) a seguito della verifica di alcuni scostamenti rispetto ai risultati attesi
- Richiesta di proroga (06 novembre 2018)
- Preparazione dei documenti per la domanda di pagamento a saldo;
- Attività di comunicazione delle attività svolte a tutti i partner del GOI

Numerose le riunioni del GOI convocate da Azienda Stuard nel periodo oggetto della presente rendicontazione

- 07/11/2018
- 26/11/2018
- 22/02/2019
- 19/09/2019
- 29/11/2019
- 07/01/2020

Grazie alla collaborazione di tutti i partner gli incontri tecnici-organizzativi sono stati ottimi momenti di scambio e confronti sulle diverse attività ed ambiti di ricerca.

2.1.2. Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità

La gestione del GOI è stata sicuramente non facile, sia per l'intrinseca complessità del Piano del GO sia per l'eterogeneità dei partner coinvolti (Università, Enti di ricerca e di sperimentazione, Enti di formazione ed aziende agricole), caratterizzati da tempi e modalità operative diverse.

Le attività sono state nel complesso realizzate, anche se con un generale ritardo rispetto al cronoprogramma previsto nel Piano del GO.

2.1.4 Costo personale azione 1 (COOPERAZIONE)

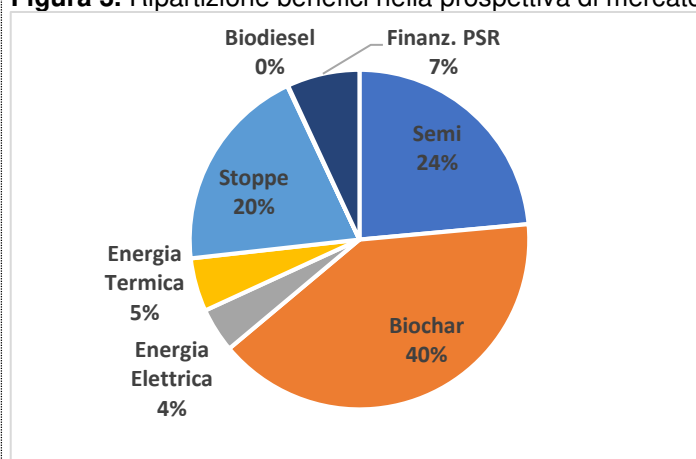
Il costo del personale coinvolto nella cooperazione è riportato nella tabella seguente:

Cognome e Nome	Azienda/Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	SCVSA	Professore ordinario	Coordinamento delle attività	4,65	€ 86,85	€ 403,85
	STUARD	Tecnico Agronomo	Cooperazione GO	21	€ 29,99	€ 629,79
	STUARD	Amministrativa	Amministrativa	80	€ 16,31	€ 1.304,80
	CFSIVT	Direttore	Coordinamento delle attività	18	€ 31,99	€ 575,82
	CFSIVT	Amministrativa	Amministrativa	14	€ 30,49	€ 426,86
Totale						3.341,12 €

2.2. Azione 2 (STUDI): responsabile UNI-PR

Azione	Analisi economica del progetto
Unità aziendale	SITEIA
Descrizione e delle attività	Nel corso del periodo, SITEIA ha completato lo sviluppo del modello di valutazione economica basato sulla tecnica dell'Analisi Costi-Benefici (ACB) e valutato la sostenibilità economica dell'impiego delle paglie di canapa nel processo di pirogassificazione. Come mostra la Fig. 1, il modello ACB tiene conto dei due principali prodotti del processo di stigliatura: la fibra e il canapulo. La fibra è destinata alla macerazione attraverso l'impiego di larve di <i>H. illucens</i>, da cui si ottengono le stoppe e il larvato. Le stoppe possono essere rilavorate come tessuto tecnico, mentre dal larvato è possibile estrarre un bio-olio utilizzabile come combustibile (bio-diesel). Il canapulo subisce un trattamento termo-chimico attraverso pirogassificazione, da cui si ottiene biochar e syngas. Il syngas può essere a sua volta convertito in energia, termica ed elettrica. Figura 1. Impiego della paglia di canapa Lo schema della Fig. 2 illustra il trattamento del canapulo del processo di pirogassificazione e le principali informazioni tecnico-economiche impiegate nel modello ACB. I costi e i benefici economici sono stati distribuiti su un orizzonte temporale di 20 anni applicando un adeguato fattore di attualizzazione (2% = IRS20 + 1% spread). Oltre a valutare la prospettiva di mercato, si è valutata la convenienza economica ad impiegare il biochar direttamente sui terreni delle aziende coinvolte nel progetto. La prospettiva di cessione degli output al mercato è apparsa tuttavia quella più sostenibile da un punto di vista economico. Figura 2. Sistema analizzato Come noto, il biochar non apporta soltanto un beneficio di tipo agronomico, ma anche di tipo ambientale attraverso il sequestro stabile di carbonio nei terreni. A questo riguardo, il modello ACB ha tenuto conto del beneficio monetario determinato dal contributo del biochar alla mitigazione del cambiamento climatico.

Figura 3. Ripartizione benefici nella prospettiva di mercato



La ripartizione dei benefici (Fig. 3) mostra come il biochar sia l'output del sistema a incorporare il maggiore quota di beneficio totale (40% del totale), a cui seguono i semi (24%) e le stoppe (20%). Il finanziamento PSR rappresenta una quota di solo il 7%, a testimonianza della buona remuneratività di mercato degli output del sistema. L'incidenza dei benefici è calcolata su un orizzonte temporale di 20 anni. Per quanto riguarda la stima del valore di mercato del biochar, è stato applicato il prezzo di mercato pari a 1,5 €/kg, corrispondente al prezzo medio rilevato da una indagine effettuata su un campione di 40 aziende del settore. Per quanto riguarda le stoppe, il prezzo assunto nel modello è pari a 1 €/kg.

I risultati ottenuti mostrano una sostenibilità economica positiva della prospettiva di mercato. Il VAN di progetto è pari a circa 113.000 €, corrispondente ad una valorizzazione delle paglie di circa 11 €/q.le (valore comprensivo della vendita dei semi), mentre il TIR di progetto è del 10%. In base alle ipotesi adottate, il costo complessivo dell'investimento verrebbe recuperato in 9 anni.

Per valutare l'effetto prodotto dai prezzi del biochar e delle stoppe sui risultati economici del progetto, proponiamo un'analisi di sensitività del VAN al variare dei due prezzi. Più precisamente, a parità di altre condizioni, valutiamo le dinamiche del VAN all'interno di un intervallo di variazione del prezzo del biochar da 0 a 3 €/kg e delle stoppe da 0 a 5 €/kg.

Tabella 1. Analisi di sensitività del valore economico delle paglie (€/q.le) al variare dei prezzi del biochar e delle stoppe

		Prezzo Biochar (€/kg)										
		0.00	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00
Prezzo stoppe (€/kg)	0.0	-	-	-	-	-	-8.91	-0.68	7.55	15.78	24.00	32.23
	0.5	-	-	-	-	-	1.17	9.40	17.63	25.86	34.08	42.31
	1.0	-	-	-	-	-	11.2	19.48	27.71	35.94	44.16	52.39
	1.5	-	-	-	-	-	21.3	29.56	37.79	46.02	54.24	62.47
	2.0	-	-	-	-	-	31.4	39.64	47.87	56.10	64.32	72.55
	2.5	-	-	-	-	-	41.4	49.72	57.95	66.18	74.40	82.63
	3.0	-	-	-	-	-	51.5	59.80	68.03	76.26	84.48	92.71
	3.5	-	-	-	-	-	61.6	69.88	78.11	86.34	94.56	102.7
	4.0	-	-	-	-	-	71.7	79.96	88.19	96.42	104.6	112.8
	4.5	-	-	-	-	-	81.8	90.04	98.27	106.5	114.7	122.9
	5.0	-	-	-	-	-	91.8	100.1	108.3	116.5	124.8	133.0
	0	50.05	41.82	33.60	25.37	17.14	-8.91	-0.68	7.55	15.78	24.00	32.23
	0	39.97	31.74	23.52	15.29	-7.06	1.17	9.40	17.63	25.86	34.08	42.31

	La Tab. 1 suggerisce un prezzo di break-even delle stoppe in assenza di remunerazione di mercato del biochar maggiore di 3 €/kg, mentre quello del biochar in assenza di remunerazione di mercato delle stoppe maggiore di 2,40 €/kg. Dalle indagini effettuate, risulta che il margine lordo dell'impiego convenzionale dei prodotti della canapa è pari a 20 €/q.le, corrispondente alla soglia di convenienza della filiera innovativa analizzata nell'ambito del progetto. L'area verde della Tab. 1 individua le combinazioni di prezzo sostenibili rispetto al margine lordo di una filiera convenzionale.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Anche se l'analisi ACB è, per sua natura, un approccio alla valutazione della sostenibilità economica di lungo periodo, nel presente progetto le sperimentazioni effettuate hanno avuto una durata limitata a due anni, per cui il modello ACB riflette i risultati sperimentali di breve periodo. Inoltre, si assume una condizione di market clearance, in base alla quale tutti gli output ottenuti sono assorbiti dal mercato ai prezzi ipotizzati. Si fa presente, infine, che l'industrializzazione della tecnologia e una differente scala degli impianti potrebbero modificare, anche in modo sensibile, il rapporto costi-benefici qui calcolato.
Attività ancora da realizzare	<i>Tutte le attività sono state realizzate</i>

2.2.2 Costo personale azione 2 (STUDI)

Cognome e Nome	Azienda/Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	SITEIA	Ricercatore	Analisi Economiche	10	29,01/31,44	302,25 €
	SITEIA	Borsista di Ricerca	Analisi Economiche	430	10,83 €	4.656,90 €
Totale						4.959,15 €

2.3. Azione 3.1 (AZIONE 1): responsabile Azienda Stuard

Descrizione attività e risultati: raccolta, stoccaggio e strigliatura steli canapa.

Nel 2019 con gli steli di canapa provenienti dall'Azienda Rossi, Binelli e Stuard, si è ottenuto nuovo materiale da strigliare presso l'azienda toscana. La fibra ottenuta è poi servita per le nuove macerazioni condotte nell'ultimo quadrimestre del 2019.



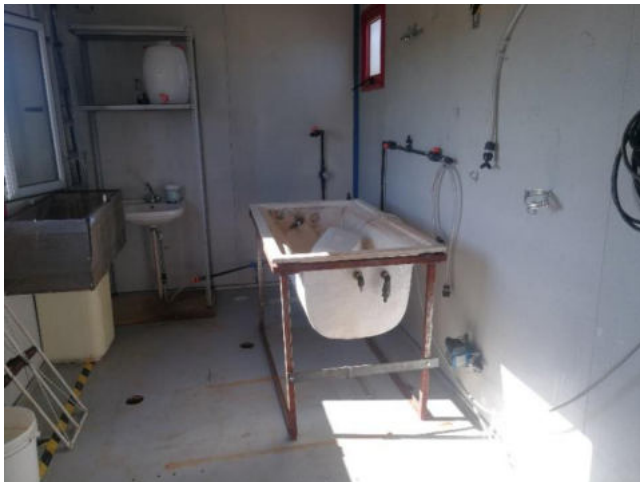
Strigliatura presso l'azienda toscana del materiale raccolto dai campi di Az. Rossi, Binelli e Stuard

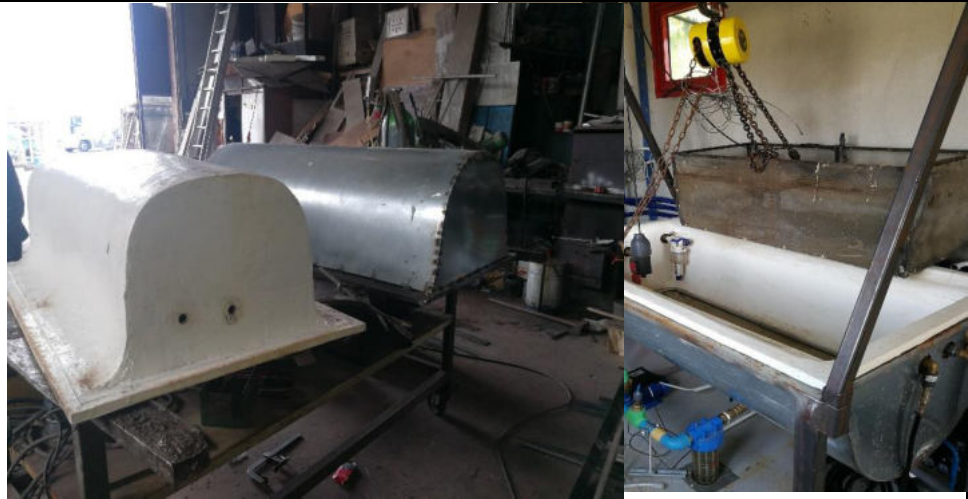
2.3.4 Costo personale azione 3.1 (AZIONE 1)

Cognome e Nome	Azienda/Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	STUARD	Tecnico Agronomo	Strigliatura canapa	43	24,79 €	1.065,97 €
	STUARD	Tecnico	Strigliatura canapa	15	17,65 €	264,75 €
	STUARD	Operaio	Strigliatura canapa	45	15,93 €	716,95 €
	STUARD	Operaio	Strigliatura canapa	21	16,13 €	338,73 €
Totale						2.386,40 €

2.4 Azione 3.2 (AZIONE 2): responsabile (STUARD, CREA, CFSIVT)

2.4.1 Descrizione attività e risultati: macerazione/ estrazione fenoli

Azione	Azione 3.2 Ricostituzione e implementazione dell'impianto di macerazione
Unità aziendale responsabile	Azienda Agraria Sperimentale Stuard
Descrizione delle attività	A termine delle macerazioni condotte nel corso dell'estate del 2018 l'impianto di Macerazione è stato completamente riprogettato ed implementato, al fine di migliorarne la funzionalità e correggere gli errori individuati nella prima fase di esercizio dell'impianto  <i>Figura 1: Impianto di macerazione estate 2018</i> Sono state apportate sostanziali modifiche sia idraulica ed elettriche/elettroniche e sia alla parte strutturale dell'impianto. Per la parte strutturale si è proceduto ad isolare ulteriormente la vasca in vetroresina inglobandola in una nuova struttura in acciaio coibentata con uno materassino isolante, al fine di ridurre la dispersione termica. Il supporto in ferro che conteneva la vasca è stato rifatto completamente al fine di garantirne maggiore solidità e si è proceduto all'aggiunta di una struttura per facilitare le manovre di carico scarico dei cestelli contenenti la fibra di canapa.



L'impianto idraulico è stato riprogettato e ricostruito con nuove tubazioni in polipropilene ad alta tenuta e con l'aggiunta di nuove valvole per facilitare le operazioni di svuotamento e pulizia della vasca. Tali attività hanno interessato anche la modifica del container con la realizzazione di nuovi scarichi e punti di ingresso dell'acqua.

L'impianto idraulico è stato implementato con la realizzazione di una nuova vasca di termoaccumulo, dotata di due resistenze in grado di scaldare rapidamente l'acqua alla temperatura di esercizio e di sensori per il controllo sia del livello del liquido all'interno dell'accumulatore stesso sia di sensori di temperatura in grado di azionare o spegnere le resistenze.

Questa nuova soluzione ha evitato i problemi derivanti dalle perdite di carico dal pozzo dell'azienda Stuard e le oscillazioni di temperatura che erano state riscontrate nel corso delle macerazioni del 2018.

Infine la parte elettrica è stata anch'essa riprogettata e ricostruita implementando la PLC con nuovi sensori e nuovi comandi per il controllo dei flussi e delle temperature all'interno della vasca.



Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità, evidenziate

L'impianto di macerazione è stato completato e messo a punto permettendo di eseguire omogenei di macerazione necessari per fornire campioni uniformi. I dati raccolti dai sensori disposti nel circuito di ricircolo del liquor di macerazione hanno permesso di perfezionare gli algoritmi di controllo del processo.

Attività ancora da realizzare

Tutte le attività sono state completate.

Azione	Azione 3.2 Macerazione (AZIONE 2)																																																																																
Unità aziendale responsabile	CFSIVT																																																																																
Descrizione delle attività	Il CFSIVT dopo avere eseguito le modifiche migliorative della vasca di macerazione in collaborazione con la Stuard, ha messo a punto un protocollo di macerazione in collaborazione con UCSC, per identificare l'attività di pulizia delle larve. Il protocollo prevedeva l'identificazione di una serie di parametri di seguito indicati: • peso secco fibra da macerare; • volume acqua di pozzo utilizzata per la macerazione; • peso secco fibra macerata; • peso secco fibra macerata, lavata e non larvata; • peso secco fibra macerata, larvata e lavata. Ovviamente le macerazioni sono sempre state controllate in remoto e con algoritmi associati a variabili di controllo di alcuni parametri (temp.°C, pH, Rx e O₂ disciolto), indicatori dell'attività batterica di processo. Dalle prove preliminari si è evidenziato che l'utilizzo di un piccolo inoculo batterico accelera il processo, per questa ragione ad ogni macerazione sono stati integrati 10 litri di inoculo provenienti dalla macerazione precedente su 200 litri. <table><tr><th></th><th></th><th>macerazione</th><th>data (gg/mm/aaaa)</th><th>PF fibra a macerare (g)</th></tr><tr><td>E</td><td>1</td><td>inizio</td><td>21/10/2019</td><td>2400</td></tr><tr><td>F</td><td>2</td><td>inizio</td><td>24/10/2019</td><td>2400</td></tr><tr><td></td><td>3</td><td>inizio</td><td>28/10/2019</td><td>2400</td></tr><tr><td>G</td><td>4</td><td>inizio</td><td>31/10/2019</td><td>2400</td></tr><tr><td></td><td>5</td><td>inizio</td><td>04/11/2019</td><td>2400</td></tr><tr><td></td><td>6</td><td>inizio</td><td>07/11/2019</td><td>2400</td></tr><tr><td>H</td><td>7</td><td>inizio</td><td>11/11/2019</td><td>2400</td></tr><tr><td></td><td>8</td><td>inizio</td><td>21/11/2019</td><td>2400</td></tr><tr><td></td><td>9</td><td>inizio</td><td>25/11/2019</td><td>4800</td></tr><tr><td>I</td><td>10</td><td>inizio</td><td>28/11/2019</td><td>4800</td></tr><tr><td></td><td>11</td><td>inizio</td><td>02/12/2019</td><td>4800</td></tr><tr><td>L</td><td>12</td><td>inizio</td><td>05/12/2019</td><td>4800</td></tr><tr><td></td><td>13</td><td>inizio</td><td>09/12/2019</td><td>2400</td></tr><tr><td></td><td>14</td><td>inizio</td><td>12/12/2019</td><td>2400</td></tr><tr><td></td><td>15</td><td>inizio</td><td>16/12/2019</td><td>2400</td></tr></table> Al fine di garantire una completa rimozione del prodotto macerato dalle fibre e un sistema di lavaggio che fosse uguale per tutti i campioni si è deciso di eseguire il lavaggio della fibra con la lavatrice. Infatti il sistema di lavaggio con l'idropulitrice si è dimostrato non omogeneo sui campioni testati. Completata la macerazione il protocollo prevedeva di prelevare 12 campioni da consegnare a UCSC per eseguire le prove del larvato del dittero <i>Hermetia illucens</i>, in 4 repliche per tesi: • solo fibra, • fibra e 5% larve, • fibra e 10% larve. I campioni consegnati a UCSC per fare le prove di larvato sono stati successivamente riconsegnati alla Stuard per fare il lavaggio in lavatrice e calcolare la sostanza secca. Le macerazioni consegnate a UCSC sono identificate nella tabella con le lettere E, F, G, H, I, L. Dopo avere testato due tempi di pulizia della fibra con le larve 3 e 6 gg, si è deciso di dedicare 6 gg per la pulizia della fibra in quanto maggiormente efficace. La macerazione I e L sono state eseguite con il doppio di fibra (4.8 kg invece di 2.4) per garantire un campione per replica di 500 g invece dei 100 g, al fine di avere un quantitativo sufficiente per analizzare le larve. Sono stati effettuati anche prelievi dei campioni di liquido di macerazione per le analisi previste dal CREA. A fine macerazione sono stati consegnati diversi litri del liquor di macerazione sui quali sono stati eseguiti i test di filtrazione del biochar di canapulo da parte del CREA.			macera zione	data (gg/mm/aaaa)	PF fibra a macera re (g)	E	1	inizio	21/10/2019	2400	F	2	inizio	24/10/2019	2400		3	inizio	28/10/2019	2400	G	4	inizio	31/10/2019	2400		5	inizio	04/11/2019	2400		6	inizio	07/11/2019	2400	H	7	inizio	11/11/2019	2400		8	inizio	21/11/2019	2400		9	inizio	25/11/2019	4800	I	10	inizio	28/11/2019	4800		11	inizio	02/12/2019	4800	L	12	inizio	05/12/2019	4800		13	inizio	09/12/2019	2400		14	inizio	12/12/2019	2400		15	inizio	16/12/2019	2400
		macera zione	data (gg/mm/aaaa)	PF fibra a macera re (g)																																																																													
E	1	inizio	21/10/2019	2400																																																																													
F	2	inizio	24/10/2019	2400																																																																													
	3	inizio	28/10/2019	2400																																																																													
G	4	inizio	31/10/2019	2400																																																																													
	5	inizio	04/11/2019	2400																																																																													
	6	inizio	07/11/2019	2400																																																																													
H	7	inizio	11/11/2019	2400																																																																													
	8	inizio	21/11/2019	2400																																																																													
	9	inizio	25/11/2019	4800																																																																													
I	10	inizio	28/11/2019	4800																																																																													
	11	inizio	02/12/2019	4800																																																																													
L	12	inizio	05/12/2019	4800																																																																													
	13	inizio	09/12/2019	2400																																																																													
	14	inizio	12/12/2019	2400																																																																													
	15	inizio	16/12/2019	2400																																																																													

	LIQUOR DI MACERAZIONE  Fibra larvata  Larvato sciacquato con acqua  L'attività del CFSIVT prevedeva anche la carbonizzazione del canapulo, che è stato caratterizzato da UNIPR e testato come filtro del liquor di macerazione dal CREA.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità, evidenziate	L'impianto di macerazione è stato completato e messo a punto e sono state eseguite tutte le macerazioni necessarie per reperire la campionatura utilizzata dai partner per fare le analisi sull'attività per la prova di pulitura della fibra con larve del dittero <i>Hermetia Illucens</i> .
Attività ancora da realizzare	Tutte le attività sono state completate.

Azione	A 3.2 Macerazione/estrazione fenoli
Unità aziendale responsabile	CREA
Descrizione delle attività	Il CREA ha seguito l'andamento di tutte le macerazioni effettuate durante l'intera durata del progetto nella vasca realizzata presso STUARD. Sono stati controllati parametri chimico/fisici dell'ambiente di reazione registrati presso l'impianto (temperatura, pH, redox ed Ossigeno disciolto) al fine di verificare l'andamento e l'omogeneità del processo. Il CREA ha collaborato con CFSIVT e STUARD al prelievo di campioni di liquido di macerazione in tempi diversi durante il processo, ed al termine. Tali campioni sono stati analizzati per il contenuto di fenoli (UCSC) e di proteine (CREA), al fine di una possibile valorizzazione del liquido di macerazione. Presso il CREA sono stati analizzati per il contenuto proteico, campioni del liquido di macerazione prelevati al termine del processo. Sono stati valutati due sistemi diversi di precipitazione basati sull'impiego di una miscela di TCA/Acetone in concentrazione e rapporto di precipitazione diversi. 1) TCA/acetone 62,5% (p/v), rapporto d'estrazione 1:1/2 2) TCA/acetone 15% (p/v), rapporto d'estrazione 1:4 Dei due metodi d'estrazione, il secondo è l'unico che ha dato risultati apprezzabili con il metodo di quantificazione colorimetrica delle proteine utilizzato, tuttavia la quantità di proteine misurata nel liquido di macerazione è risultata particolarmente bassa (23,68 mg/l). Nel secondo anno di attività è stato investigato il contenuto proteico del sedimento del liquido di macerazione, ottenuto per centrifugazione (2.000xg) del liquor. Al fine di accertare la natura di tale sedimento, sono stati preventivamente effettuati dei test di crescita su terreno solido (LB agarizzato), di varie diluizioni del sedimento in MgSO₄ (10 mM). Tali prove hanno accertato l'abbondante presenza di batteri nel sedimento analizzato, come atteso, pertanto si è proceduto all'estrazione della componente proteica del sedimento adoperando due protocolli alternativi (con e senza l'impiego di lisozima). L'estrazione con lisozima si è rivelata più efficace di quella che non prevede l'impiego dell'enzima; la resa in mg di pellet proteico è stata ad ogni modo non eccezionalmente elevata, essendo circa 21 mg/40 ml di liquor, che corrisponde ad una resa/litro di circa 500 mg di proteine. Prima di procedere all'analisi qualitativa, i pellet proteici, risospesi in Laemmli buffer 1x, sono stati analizzati per elettroforesi monodimensionale (SDS-PAGE). L'elettroforesi monodimensionale ha confermato la natura batterica del pattern proteico ottenuto, ma ha rivelato anche una sovrastima di circa il 30 % della resa d'estrazione, calcolata sulla base del peso dei pellet proteici. Alla luce di questi risultati si esclude la possibilità di valorizzare la componente proteica del liquor di macerazione ottenuta per precipitazione ed estrazione diretta.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità, evidenziate	L'andamento delle macerazioni è risultato generalmente conforme a quanto atteso e gli scostamenti, ove riscontrati, coerenti con le condizioni di macerazione adottate. E' stata inoltre verificata l'impossibilità di valorizzazione del liquido di macerazione per l'estrazione della componente proteica, data la scarsa concentrazione di proteine misurata, sia nel sovranatante che nel sedimento ottenuto per centrifugazione del liquor
Attività ancora da realizzare	Le attività previste nel Piano sono state portate a termine

Azione	A 3.2 Macerazione/estrazione fenoli
Sottoazione	Realizzare filtro a biochar per vasca di macerazione
Unità aziendale responsabile	CREA, UNIPR

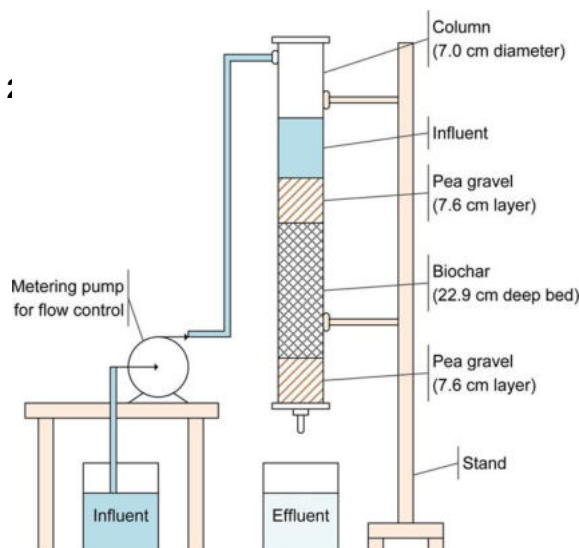
Il filtro in questione dovrebbe essere collocato alla base della vasca di macerazione per consentire la filtrazione e la rimessa in circolo del liquido di macerazione durante il processo. Il liquido entra nel filtro per gravità e l'eluato viene rimesso in circolo nella vasca mediante una pompa.

La ricerca bibliografica ha prodotto numerosissimi esempi di filtri che utilizzano biochar come substrato filtrante, ma la nostra attenzione si è focalizzata sui modelli meno rudimentali e più dettagliati trovati in letteratura, sia perché più facilmente riproducibili, sia perché corredati di sperimentazione. Tra tutti, un lavoro pubblicato dalla Società americana degli ingegneri civili (Khrishna et al., 2016), è stato particolarmente utile sia perché fornisce un esempio di filtro pensato per rimuovere contaminanti misti dalle acque reflue urbane (acque piovane), sia perché riporta un disegno molto dettagliato del filtro e tutti i dati della sperimentazione.

Modello sperimentale

Il modello proposto (da riprodurre eventualmente in scala ridotta) è costituito da uno strato di biochar frapposto a due strati di ghiaia, contenuti all'interno di una colonna in materiale acrilico (tipo colonna per cromatografia). Ogni strato è separato dal successivo da una retina metallica per evitare che i due materiali in contatto si mescolino. Il biochar utilizzato è stato setacciato prima con un setaccio da 4,75 mm (N. 40) e poi con un setaccio da 2 mm (N. 10) per essere poi impaccato nella colonna.

Figura da Khrishna et al, :



Questo tipo di filtro è stato utilizzato per filtrare acque reflue “sperimentali” cioè prodotte in laboratorio dalla miscela di vari possibili inquinanti, tra cui metalli pesanti, sostanze organiche, IPA, fitofarmaci, pesticidi ed anche cellule di E. Coli. Prima di essere utilizzati i filtri sono stati lavati con acqua e nell'eluato è stato misurato il contenuto di eventuali contaminanti rilasciati dal biochar.

“The results demonstrated that this filter reduced the TSS (Total Suspended Solids) in the storm water effluent by an average of 86% and the concentrations of nitrate and phosphate by 86 and 47%, respectively. After filtration, the concentration of Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, and Zn (heavy metals) decreased by 18, 19, 65, 75, 17, and 24%, respectively. The variation can be explained in terms of the chemical behavior of the different heavy metals as well as the properties of the biochar. Among the three PAHs tested, biochar successfully removed phenanthrene (almost 100% removal efficiency) and achieved 76% removal efficiency for naphthalene but resulted in no removal

of benzo(a)pyrene; the average removal for the three PAHs was 68%.

Biochar was not efficient in removing E. coli from storm water, and the concentration of almost 7,400 MPN=100 mL in the inflow was reduced to approximately 5,000 MPN=100 mL in the outflow, representing a mean removal efficiency of 27%.” (Risultati da Khrishna et al. 2016).

Alla luce di quanto emerso dalla pubblicazione, questo tipo di filtro, con opportune riduzioni in scala, ha dimostrato avere le potenzialità per essere utilizzato a nostro scopo, per le prove sperimentali. Il materiale utilizzato infatti è facilmente reperibile ed il sistema filtrante ha provato di saper rimuovere con buona efficienza una vasta gamma di molecole.

OSSERVAZIONI

- *Dovendo utilizzare il filtro per “ripulire” il liquido di macerazione dalle sostanze in esso contenute, bisognerebbe innanzitutto caratterizzarne quantità e qualità, oppure avere quantomeno una misura del BOD e del COD del liquido in entrata, per poterla raffrontare con quello dell’effluente;*
- *Prima di essere utilizzato per filtrare, il biochar di canapulo dovrebbe essere caratterizzato chimicamente per dedurne le proprietà adsorbenti e filtranti;*
- *Prima di progettare il filtro bisognerebbe conoscere anche la granulometria del biochar di canapulo che viene prodotto dal carbonizzatore prototipale.*

PROVE DI FILTRI BIOCHAR PRESSO CREA-GB

Sono state preparate 3 tipologie di filtri:

- 1) con biochar misto-canapulo, formato da tre granulometrie (<1mm; 1mm><2 mm;>5mm);*
- 2) con biochar misto-canapulo, di un unico tipo di granulometria (a) filtro <1mm; (b) filtro 1mm><2 mm; (c) filtro >5mm;*
- 3) con biochar solo canapulo di un unico tipo di granulometria (a) filtro BRUTTO; (b) filtro BUONO (c) filtro ROUGH (vedi presentazione con foto)*

In particolare:

MATERIALI:

- 1. Biochar di canapulo (ottenuto dal prototipo presso UNIPR) in tre granulometrie (BRUTTO, BUONO, ROUGH)*
- 2. Acqua MilliQ (osmotizzata, pH ~ 6,0);*
- 3. Siringhe sterili da 60 ml*
- 4. Filtri di carta per micropipetta P5000Gilson*

biochar	peso	volume
BR	5g	10 ml
BU	3g	12 ml
R	1,5g	~ 20ml

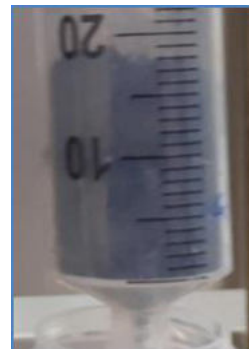
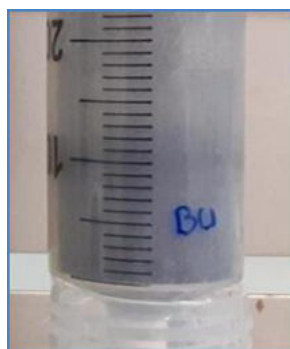
Tab. 1

METODO:

- . Preparati 3 filtri con i pesi ed i volumi riportati in Tabella 1;
- . Aggiunti 15 ml di H₂O MilliQ per 3 volte ad intervalli di 10';
- . Registrato volume del filtro e volume dell'eluato ad intervalli di tempo regolari (Nell'incubazione over night i filtri e i vials sono stati coperti con parafilm)

INIZIO ESPERIMENTO T0

biochar	peso	volume
BR	5g	10 ml
BU	3g	12 ml
R	1,5g	~ 20ml



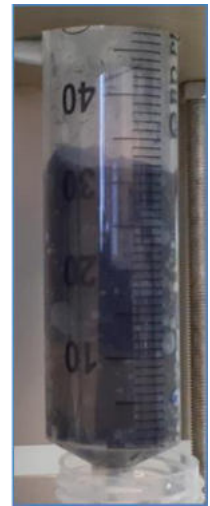
10'+ 15 MI DI H2O

<i>biochar</i>	<i>peso</i>	<i>Volume 0</i>	<i>v15</i>
<i>BR</i>	<i>5g</i>	<i>10 ml</i>	<i>>20 ml</i>
<i>BU</i>	<i>3g</i>	<i>12 ml</i>	<i>20 ml</i>
<i>R</i>	<i>1,5g</i>	<i>~ 20ml</i>	<i>20 ml</i>



20'+ 15 mL di H2O

<i>biochar</i>	<i>peso</i>	<i>V0</i>	<i>V10'</i>	<i>V20'</i>
<i>BR</i>	<i>5g</i>	<i>10 ml</i>	<i>>20 ml</i>	<i>36 ml</i>
<i>BU</i>	<i>3g</i>	<i>12 ml</i>	<i>20 ml</i>	<i>34 ml</i>
<i>R</i>	<i>1,5g</i>	<i>~ 20ml</i>	<i>20 ml</i>	<i>32 ml</i>
<i>percolato</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>



percolato
+4'51"



30'+ 15 MI di H2O

biochar	V0	V10'	V20'	V30'
BR	10 ml	>20ml	36ml	50 ml
BU	12 ml	20 ml	34ml	45 ml
R	~20ml	20 ml	32ml	45 ml

Volumi percolato raccolti

tempo	BR	BU	R
10'	-	-	-
20'	-	-	0.2 ml
30'	-	-	0.5 ml
90'	1.5 ml	2.5 ml	5 ml
24h	6 ml	12 ml	25 ml
30h	8 ml	14 ml	25 ml
54h	16.5 ml	18.0 ml	34 ml
	volume percolato		

N. B. in tutti i filtri è stato introdotto un volume di H2O MilliQ pari a 45 ml

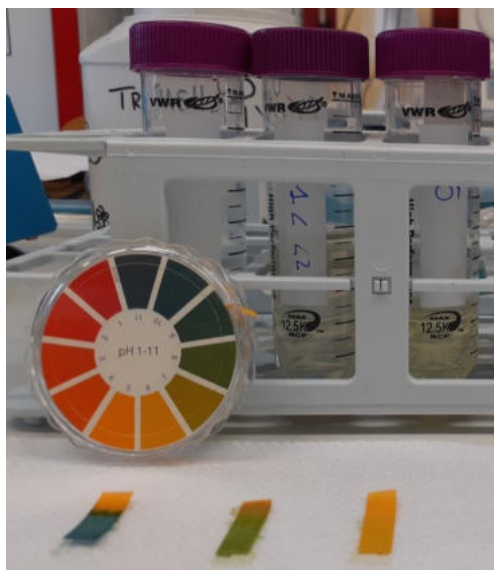
Osservazioni su percolato

Filtri <1mm; 1mm<> 2 mm; >5mm

- Il percolato è visibilmente giallastro, con intensità crescente all'aumentare della granulometria o della concentrazione (volumi percolato decrescenti) (foto 1)
- Nel percolato si è formato un sedimento bianco-giallastro (foto 2)
- Il pH del percolato (in origine circa 6) aumenta in proporzione inversa alla granulometria (foto 3)



3



Filtri BR-BU-R

1. Il percolato BR è visibilmente torbido; la colorazione giallastra meno intensa in tutti (foto 1)
2. Nel percolato di BR e BU si è formato un sedimento bianco-giallastro (foto 2)
3. Il pH del percolato (in origine circa 6) aumenta in tutti i filtri ed in particolare in R (foto 3)



1



2



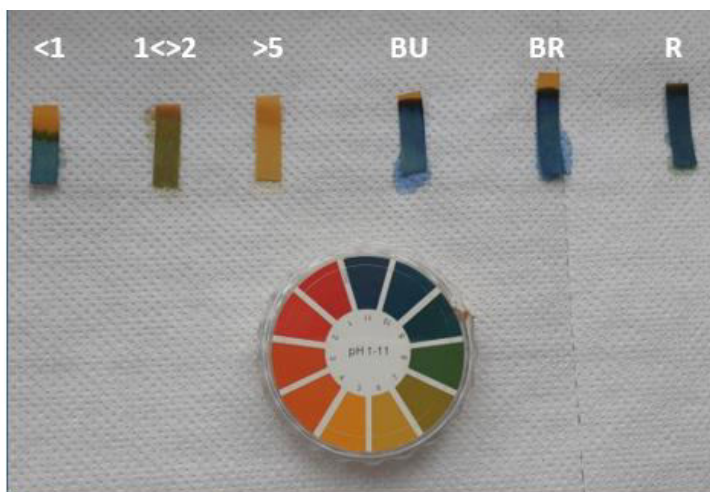
3

Nel primo esperimento la basificazione del percolato avviene nelle granulometrie più basse (a).

Nel secondo esperimento la basificazione del percolato è molto spinta, soprattutto per la granulometria R (b).



(a)



(b)

Questi esperimenti non sono stati particolarmente incoraggianti perché hanno rivelato un limite importante dell'uso combinato delle tre granulometrie, legato in modo particolare alla granulometria più piccola ($<1\text{ mm}$), per via del suo galleggiamento. In realtà, alla luce della letteratura citata in precedenza, avremmo dovuto escludere quella granulometria e concentrarci su quella intermedia ($1\text{ mm} < 2\text{ mm}$), o magari ottenere una granulometria uniforme di 2 mm , da adoperare nei filtri.

In questi esperimenti, la misurazione del pH nel percolato ha evidenziato come, partendo da una tipologia di acqua molto simile a quella citata nella procedura UNI-EN-ISO, questo tipo di biochar determina una basificazione del percolato sempre più spinta in modo inversamente proporzionale alle dimensioni del particolato (vedi foto). Inoltre, il percolato mostrava una colorazione debolmente giallastra e formava un sedimento bianco opalescente.

In questi esperimenti il percolato del biochar BR è visibilmente torbido e la colorazione giallastra meno intensa in tutti i casi, rispetto all'esperimento con biochar misto-canapulo. Tuttavia, nel percolato di BR e BU si è formato un sedimento bianco-giallastro. Il pH del percolato aumenta in tutti i filtri ed in particolare in R, in modo direttamente proporzionale alla granulometria.

Questi esperimenti preliminari evidenziano:

- la necessità di una migliore caratterizzazione delle proprietà chimico-fisiche del canapulo biochar di canapulo, per individuare l'eventuale causa della basificazione del percolato;
- la necessità di una migliore caratterizzazione del percolato (analisi chimiche) per individuare la causa della colorazione giallastra e del flocculato che si formano;
- La necessità di una rielaborazione della struttura dei filtri sulla base dei modelli disponibili in letteratura, prevedendo l'esclusione della granulometria di biochar più piccola.

Alla luce di questi risultati, ad oggi non sembra realizzabile la stesura delle linee guida per l'uso dei filtri a biochar, prevista nelle attività del progetto SCARABEO.

2.4.2 Costo personale azione 3.2 (AZIONE 2):

Cognome e nome	Ente/azienda	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	N. Ore	Costo Orario	Costo totale
	CREA	Ricercatore liv 3	Coordinamento, analisi dati, prelievo campioni	20	€ 29,19	€ 583,80
	CREA	Borsista	Ricerca bibliografica, messa a punto protocolli analisi, analisi di	215	€ 10,21	€ 2.195,15
	STUARD	Tecnico Agronomo	Macerazione canapa	48	€ 24,79	€ 1.189,92
	STUARD	Tecnico Agronomo	Macerazione canapa	18	€ 17,65	€ 317,70
	STUARD	Operaio	Macerazione canapa	34	€ 15,93	€ 541,62
	STUARD	Operaio	Macerazione canapa	64	€ 16,13	€ 1.032,32
Totale:						€ 5.860,51

2.4.3 Costo collaborazioni/consulenze azione 3.2 (AZIONE 2):

Nominativo del consulente	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	Supporto tecnico macerazione	€ 371,27
Totale:		€ 371,27

2.5 Azione 3.3 (AZIONE 3): responsabile (STUARD, CREA, CFSIVT, UCSC)

Azione	Trattamento fibra macerata di canapa con allevamento di larve
Unità aziendale	STUARD

Descrizione
delle attività

*L'allevamento di esemplari del dittero *Hermetia illucens* ed il successivo utilizzo delle loro larve per la riduzione delle sostanze mucillaginose rimaste adese alla fibra di canapa macerata rappresenta una delle fasi maggiormente sperimentali del processo proposto all'interno del progetto SCARABEO.*

Nel corso del progetto sono stati progettati e realizzati due distinti impianti. Un primo sistema, di dimensioni ridotte è stato completato presso i locali messi a disposizione da UCSC mentre un secondo sistema è stato collocato presso l'Azienda Sperimentale Stuard.

Impianto presso UCSC, Piacenza

L'impianto è stato progettato e realizzato in ambiente chiuso, presso un locale messo a disposizione di UCSC a Piacenza. L'impianto è stato con il duplice scopo di fornire l'inoculo (uova e larve) di partenza al secondo impianto, e di backup in caso di malfunzionamento dell'impianto posto nell'Azienda Stuard. L'impianto inoltre ha la funzione di prova e messa a punto per gli allevamenti di tipo massale di Parma.

L'impianto consta di tre gabbie in legno rivestite con apposite resine idrorepellenti e coprenti che rendono impermeabile il telaio. Ciascuna unità è munita di illuminazione autonoma, esterna ad essa, costituita da pannelli led progettati e realizzati ad hoc ed in grado di erogare un fascio luminoso a luce naturale (4000 K) e con un'intensità di 15.000 lumen ciascuno.

La temperatura è mantenuta costante all'interno delle celle da un sistema a ventilazione interna dotato di resistenze elettriche, mentre l'umidità interna è garantita da un sistema di micronebulizzazione.

La regolazione e la registrazione della temperatura e dell'umidità in tempo reale sono garantite da una micro PLC a controllo remoto, tramite portale, progettata e messa a punto proprio per il progetto. L'illuminazione invece è gestita in modo manuale in quanto i tempi di luce/buio ideali per lo sviluppo dell'insetto non sono ancora stati analizzati in maniera completa. Per questo e per massimizzare la resa in produzione di uova l'illuminazione viene tenuta in funzione 24 ore al giorno.

L'impianto inoltre ha consentito, date le ridotte dimensioni, di eseguire valutazioni più approfondite in merito ai diversi parametri fisici ed alimentari che caratterizzano lo sviluppo degli insetti nonché di stabilire l'età migliore delle larve in relazione alla loro capacità di digestione del gel peptidico adeso alle fibre di canapa macerata. L'allevamento è stato avviato reperendo esemplari del dittero da allevamenti preesistenti.



Figura 1: Immagini relative alle 3 unità collocate presso UCSC Piacenza e la micro PLC che ne gestisce in remoto il controllo in tempo reale dell'umidità e della temperatura.

Impianto presso Azienda Agraria Sperimentale Stuard Parma

*L'impianto progettato ed allestito presso l'Azienda Stuard ha la funzione di allevamento di tipo massale per la riproduzione, la crescita e l'utilizzazione delle larve. Anche tale sistema è stato realizzato in strutture confinate ed è gestito integralmente da PLC, che in questo caso controllerà sia la vasca di digestione, dove le larve di *Hermetia illucens* verranno a contatto con le fibre macerate, sia della vasca di macerazione stessa.*



Figura 2: Immagini relative ai moduli/unità messi a disposizione dall'Azienda Sperimentale dove sono stati collocati i moduli per l'allevamento massale delle larve

L'impianto presso Stuard nel corso del progetto, a causa di motivazioni logistiche e tecniche, ha subito diversi cambiamenti e spostamenti tra i diversi container nonché diverse modifiche strutturali alle insettiere stesse. Nelle figure sotto riportate si mostra l'ultimo posizionamento delle gabbie destinate a fungere da insettiere presso il modulo più grande messo a disposizione da Stuard. Anche per l'impianto di Parma sono state realizzate tre strutture accoglienti gli insetti.

Tali strutture sono costituite da un telaio in ferro trattato con sostanze antiruggine sui quali sono state agganciate delle strutture a sacco costituite da organza e cucite ad hoc per impedire da un lato la fuoriuscita degli insetti adulti e dall'altro consentire un accesso agli operatori per cambiare le vaschette di alimentazione degli adulti e raccogliere i supporti con le uova.

L'impianto, è gestito da una PLC in grado controllare in tempo reale ed in maniera costante ed autonoma parametri quali temperatura, umidità relativa e illuminazione. Nelle gabbie di accoppiamento saranno predisposti opportuni rifugi funzionali alla deposizione e successiva raccolta delle uova.



Figura 3: Moduli insettiere realizzate presso l'Azienda Sperimentale Stuard di Parma e PLC per il loro controllo in remoto

All'interno delle insettiere si sono svolte le fasi di riproduzione e ovodeposizione del dittero. A tal fine sono stati collocati supporti per favorire la deposizione delle uova e supporti contenenti acqua e zucchero o acqua e miele per permettere agli adulti di idratarsi e non incorrere in stress da disidratazione. Le figure sotto riportano i supporti per l'ovodeposizione contenenti le piccole uova del dittero.

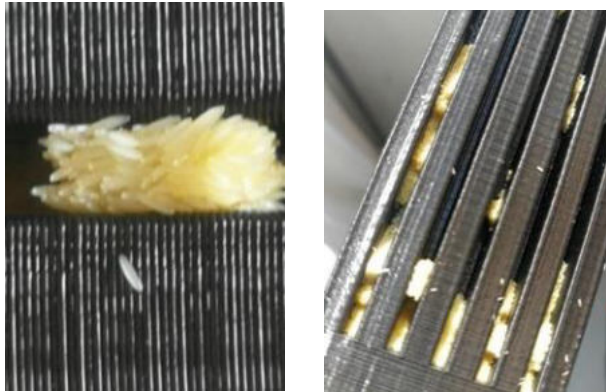


Figura 4: Contenitori per l'ovodeposizione con uova deposte

Gli impianti di allevamento e sfruttamento delle larve sono completati da un set di vasche progettate e realizzate ad hoc per il progetto dove è stata posta la canapa macerata per il trattamento di digestione delle sostanze mucillaginose ancora adese alle fibre di canapa dopo la fase di macerazione.



Figura 5: Contenitore per il trattamento con larve della fibra di canapa macerata (a sinistra). Canapa macerata sottoposta a trattamento con le larve (in centro). Fibre di canapa post trattamento ed asciugate naturalmente (a destra)

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro attività	Gli obiettivi sono stati raggiunti nonostante le difficoltà riscontrate nella gestione dell'allevamento. Non è stato semplice riuscire a mantenere i parametri di umidità e temperatura nei range ottimali; inoltre alcune infestazioni di acari e formiche hanno richiesto più volte l'intervento del personale.
Attività ancora da realizzare	<i>Tutte le attività sono state realizzate</i>

Azione	A 3.3 Trattamento fibra macerata di canapa con allevamento di larve .
Unità aziendale	UCSC - DIPROVES – ENTOMOLOGIA
Descrizione delle attività	L'obiettivo, nell'ambito del progetto SCARABEO, per quanto riguarda la parte entomologica è stato di verificare la possibilità di utilizzo delle larve di <i>Hermetia illucens</i> (Diptera, Stratiomyidae) per rimuovere i residui di zuccheri riducenti (prevalentemente emicellulosa e pectine) che rimangono adesi alla fibra di canapa dopo il processo di macerazione. Tale eventuale possibilità si inserisce nel contesto della filiera della canapa a uso tessile e potrebbe vedere l'introduzione di un nuovo sistema di pulitura della fibra in alternativa alla tecnica tradizionale - che prevede l'uso di grandi quantità di acqua ad alta pressione - garantendo probabilmente un risparmio energetico interessante. Le larve di <i>H. illucens</i> non hanno un apparato boccale masticatore ma presentano una conformazione tale per cui sono in grado di alimentarsi solo su sostanze in decomposizione, quindi non dovrebbero danneggiare la fibra ma solamente pulirla. Materiali e metodi Le prove sono state eseguite utilizzando le larve di <i>H. illucens</i> provenienti dall'allevamento massale presso il Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili (Di.Pro.Ve.S.) dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza. <u>Allevamento massale di <i>Hermetia illucens</i> (fig. 1)</u> L'allevamento è stato allestito in cella climatizzata a 28 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ di UR ed è suddiviso in 3 settori, ognuno per le tre fasi di sviluppo dell'insetto. - Area di <u>allevamento degli adulti e di deposizione delle uova</u>: è costituita da una teca (fig. 1a) (dimensioni 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m) con l'intelaiatura in legno e una rete zanzariera per lo scambio dell'aria, dell'umidità e il passaggio della luce; sopra la teca vi è la lampada costituita da un pannello di led che emette $200 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, luminosità necessaria agli adulti per gli accoppiamenti (Sheppard 2002); il fotoperiodo è di 16 ore di luce e 8 ore di buio; all'interno della teca sono presenti: a. un contenitore apposito contenente del materiale in decomposizione come attrattivo per le femmine e dei supporti per la raccolta delle uova deposte (fig. 1b, 1c); b. dei supporti per aumentare la superficie a disposizione sulla quale gli adulti possono appoggiarsi (A), al fine soprattutto di esercitare il loro "lekking behaviour", il comportamento di accoppiamento descritto da Tingle <i>et al.</i> (1975); c. un contenitore per l'alimentazione degli adulti effettuata con una soluzione di acqua e zucchero (fig. 1d).



- Area di schiusa delle uova: i supporti di ovideposizione nelle cui scanalature le femmine depongono le uova vengono rimossi ogni 2-3 giorni e vengono posizionati in vaschette con una base di mangime per polli imbibito di acqua (fig. 2a) per l'alimentazione delle larve neonate e un coperchio areato a sezione ridotta per garantire un'elevata umidità necessaria per un'alta percentuale di schiusa delle uova.
- Area di allevamento delle larve e delle pupe: le larve nate (fig. 2b) dopo circa 7 giorni vengono trasferite in vasche aperte di 60 cm x 40 cm x 10 cm e alimentate con il mangime per polli imbibito di acqua fino al raggiungimento del 50% di prepupe (fig. 2c), stadio in cui gli individui smettono di nutrirsi e si trasformano in pupa (fig. 2d), a questo punto si chiudono con apposito coperchio areato le vasche e si raccolgono gli adulti che sfarfallano per inserirli nella teca di accoppiamento. Si utilizza il mangime per polli perché altamente proteico, facile da reperire sul mercato e altamente appetibile dalle larve stesse per uno sviluppo bilanciato e rapido.



Prove di pulitura della fibra di canapa macerata

Le prove sono state effettuate nelle stesse condizioni dell'allevamento massale utilizzando larve di diversa età e sono state suddivise in 4 fasi. La canapa macerata proveniva dal prototipo di macerazione allestito presso l'azienda Stuard di San Pancrazio (PR).

Le prove sono iniziate a metà dicembre 2018 e sono terminate a febbraio 2020. Al ricevimento del campione di fibra macerata in quantità sufficienti per allestire le prove con le repliche si è proceduto con la pesatura dei subcampioni, la pesatura delle larve coetanee scelte per la prova e la distribuzione del campione di canapa macerata e di larve nelle diverse vaschette (fig. 3a, 3b – 3c, 3d) e con l'allestimento delle repliche di testimone in cui le larve venivano messe a nutrirsi sulla stessa quantità in peso di mangime (rispetto alla fibra di canapa) imbibito di acqua (fig. 3e, 3f), nella proporzione rispettivamente di 40 e 60%.

Le repliche venivano controllate ogni 2 giorni e nel caso la fibra di canapa, soprattutto in superficie, fosse apparsa disidratata, si provvedeva ad aggiungere una quantità nota di acqua per mantenere tutta la massa di fibra sufficientemente umida in modo tale che le larve riuscissero a nutrirsi (sulla fibra disidratata le larve non sono in grado di "grattare" la superficie e ottenerne l'alimento).



Fig. 3a



Fig. 3b



Fig. 3c



Fig. 3d



Fig. 3e



Fig. 3f

Alla fine della prova le larve sono state separate dalla fibra mediante diversi metodi per identificare quello maggiormente efficiente.

- i) I tentativi di separare le larve immergendo la fibra su cui sono presenti in acqua non ha dato nessun risultato: praticamente nessuna larva si separa dalla fibra.
- ii) Le prove di separazione effettuate scuotendo il “materassino” di fibra su cui sono presenti le larve a fine prova hanno prodotto una percentuale di larve separate insufficiente per considerare tale metodo valido.
- iii) Le prove di separazione condotte sfruttando il comportamento delle larve di effettuare movimenti per procedere nella massa di fibra e “nascondersi” hanno fatto predisporre una rete a maglia di 1 cm appoggiata su una vasca per la raccolta delle larve cadute, su cui veniva appoggiato il materassino di fibra con le larve a fine prova ma anche in questo caso il tempo per ottenere la caduta di tutte le larve presenti sulla fibra è risultato troppo lungo (> di 3 ore) oltre a un eccessivo stress delle larve raccolte nella vasca sottostante (per troppe ore senza cibo e senza substrato in cui nascondersi) che portava a una diminuzione di peso delle larve stesse a fine prova, falsando i risultati della prova stessa. Anche l'utilizzo di lampada a infrarossi per aumentare leggermente la temperatura sulla superficie della massa di fibra contenente le larve e indurla ad abbandonare il substrato non ha dato buoni risultati.
- iv) Il metodo precedente modificato ha portato a predisporre un sistema in cui si pone la rete su una vasca inclinata di 45° su cui si pone il materassino di canapa con le larve a fine prova, di fronte alla rete si pone un apparecchio che genera un flusso di aria calda e alla base del piano inclinato si mette un contenitore per la raccolta delle larve cadute. Questo è risultato il metodo migliore sia per la resa in termini di larve separate sia per i tempi di separazione dell'ordine di 10-15 minuti, ed è stato adottato (fig. 4).



Una volta ottenute le larve separate dalla fibra su cui si sono nutrite, sono state pesate per ogni replica e sono state congelate per ulteriori analisi.

Le larve nutrite sulla dieta a base di mangime di pollo quali testimone sono state separate setacciando il substrato rimasto a fine prova.

Tipologia di prove

Prima fase: le prime prove sono state effettuate per verificare la possibilità delle larve di nutrirsi a spese delle mucillaggini presenti sulla canapa e non morire di fame. Le larve utilizzate erano di un'età di 10 e 17 giorni. A fine prova le larve separate sono state pesate per verificarne gli aumenti ponderali.

Seconda fase: le prove effettuate in questa fase hanno avuto lo scopo di testare varie età delle larve per verificare quella migliore per la pulizia della fibra.

Terza fase: sono state effettuate prove con diverse concentrazioni di larve sul campione di fibra, in particolare 2%, 5%, 8%, 10% e 1 larva/cm² poiché in bibliografia quest'ultimo dato viene riportato come migliore per l'efficienza della demolizione dei diversi substrati (Diener *et al.*, 2009). La fibra alla fine della prova con le larve è stata lavata in acqua per valutare visivamente lo stato di pulitura (fig. 5a).



Risultati

Prima fase

Si riportano i dati di alcune prove effettuate in questa fase. Nella tabella seguente sono riportati i dati ottenuti utilizzando canapa macerata per 72 ore, lasciata a contatto con le larve per 5 giorni e utilizzando una percentuale in peso di larve sul peso della canapa per campione del 10%. Nel caso di larve di 10 giorni l'aumento ponderale a dimostrazione della capacità di alimentarsi è stato maggiore rispetto alle larve di 17 giorni. Appurato che le larve erano in grado di nutrirsi e anche di aumentare di peso, si è passati alla seconda fase.

codic e prova	data inizio prova	(h) mace raz. cana pa	durat a prova (gg)	età larve usate (gg)	% peso larve su peso canapa usata	aumento medio peso larve (T1) %
prova A	23- nov- 18	72	5	10	10	53,64
prova B	23- nov- 18	72	5	17	10	40,71

Seconda fase

Le prove effettuate con larve di 5 giorni hanno dato risultati deludenti soprattutto per quanto riguarda la capacità di alimentazione e la separazione delle larve dalla fibra a fine prova, a causa delle piccole dimensioni delle larve stesse.

Le prove invece con larve di maggiore età hanno dato risultati migliori.

A questo punto si è passati alla terza fase.

Terza fase

Nella tabella seguente sono riportati i dati delle prove effettuate con larve di 20 giorni di età e di 10 giorni.

codice prova	data inizio prova/fine prova	(h) maceraz. canapa	durata prova (gg)	età larve usate (gg)	% peso larve su peso canapa usata	aumento medio peso larve (T1) %	larve/cm ²	aumento medio peso larve (T1) % TESTIMONE
prova 2a	17-dic-18	72	4	20	2,00	46,90	0,80	202,20
prova 1a	17-dic-18	72	4	20	3,40	32,14	1,00	192,80
prova 5a	17-dic-18	72	4	20	5,00	23,36	1,90	157,80
prova 8a	17-dic-18	72	4	20	8,00	21,16	3,10	155,90
prova 10a	17-dic-18	72	4	20	10,00	16,58	3,80	138,00
prova A14	09-lug-19	96	7	10	1,80	43,27	-	602,76
prova 2b	20-set-19	48	4	20	2,00	103,20	0,32	186,66
prova 5b	20-set-19	48	4	20	5,00	47,51	0,84	191,02
prova 1b	20-set-19	48	4	20	6,00	25,67	1,00	181,18
prova 8b	20-set-19	48	4	20	8,00	26,80	1,35	179,20
prova 10b	20-set-19	48	4	20	10,00	31,44	1,71	179,20
prova 2c	27-set-19	45	4	20	2,00	21,39	0,27	85,06
prova 1c	27-set-19	45	4	20	3,40	8,11	1,00	56,76
prova 5c	27-set-19	45	4	20	5,00	4,01	0,69	58,58
prova 8c	27-set-19	45	4	20	8,00	-6,48	1,11	80,19
prova 10c	27-set-19	45	4	20	10,00	-4,24	1,44	55,84
prova 2d	04-ott-19	70	7	20	2,00	0,00	0,34	0,00
prova 5d	04-ott-19	70	7	20	5,00	0,00	0,84	0,00
prova 1d	04-ott-19	70	7	20	6,00	6,45	1,00	195,70
prova 8d	04-ott-19	70	7	20	8,00	0,00	1,34	0,00
prova 10d	04-ott-19	70	7	20	10,00	0,00	1,68	0,00
prova 2e	11-ott-19	87	7	10	2,02	44,90	0,79	603,82
prova 1e	11-ott-19	87	7	10	2,56	45,00	1,00	482,50
prova 5e	11-ott-19	87	7	10	5,00	3,20	1,95	351,28
prova 8e	11-ott-19	87	7	10	7,96	9,37	3,18	302,40
prova 10e	11-ott-19	87	7	10	9,97	1,89	3,95	177,07

La canapa macerata utilizzata proveniva da diverse prove e, come riportato nella terza colonna, da tempi di macerazione diversi.

Poiché lo scopo primario è quello di pulire adeguatamente la fibra, e solo secondariamente considerare l'incremento ponderale delle larve e il loro contenuto in lipidi e proteine per un loro eventuale utilizzo a fine prova, si è cercato di capire il livello di pulitura sottoponendo la fibra a fine prova a un lavaggio in acqua.

Da un'analisi visiva effettuata sulla fibra pulita dopo risciacquo in acqua si è visto che l'età migliore delle larve da utilizzare è risultata essere quella di 10 gg e la quantità di larve sulla fibra da pulire è risultata essere superiore al 5% in peso.

Le larve di 20 giorni, anche se di dimensioni maggiori, non hanno fornito performance ottimali, in alcuni casi l'incremento ponderale è stato nullo, in un paio di casi addirittura si è avuta una perdita di peso.

È stato deciso di utilizzare un numero maggiormente elevato di larve rispetto a 1 larva/cm² poiché si voleva tenere in atto la prova per 6 giorni e non oltre, al fine di evitare in tempi più lunghi problemi alla qualità della fibra stessa. Si è optato pertanto per il confronto tra due quantità di larve: 5% e 10% in peso.

Quarta fase

Sono state effettuate delle prove tenendo anche le repliche di un campione di fibra senza larve alle stesse condizioni delle prove con le larve, utilizzando il 5% e 10% del peso di larve di 10 g rispetto al peso della fibra macerata utilizzata. Le prove F e G sono state effettuate per verificare l'uso del peso secco della fibra macerata prima della pulitura con le larve e dopo la pulitura e lavaggio in lavatrice quale parametro che desse informazioni sull'efficienza di pulitura.

Legenda: 6(lettera)=campione senza larve; 5(lettera)= campione con il 5 % di larve in peso sul peso del campione id fibra macerata utilizzata; 10(lettera)= campione con il 5 % di larve in peso sul peso del campione id fibra macerata utilizzata;

ID_prova	data inizio	data fine	replica	larve a t0 (peso) (g)	larve a tF (peso) (g)	incremento peso larve (%)	peso secco fibra t0 (g)	peso secco fibra tF (g)	perdita di peso secco (g)
6F	29-ott-19	04-nov-19	a	no larve	no larve		22,616	22,000	0,616
6F	29-ott-19	04-nov-19	b	no larve	no larve		22,770	22,000	0,770
6F	29-ott-19	04-nov-19	c	no larve	no larve		22,660	19,000	3,660
6F	29-ott-19	04-nov-19	d	no larve	no larve		22,770	23,000	-0,230
5F	29-ott-19	04-nov-19	a	5,09	6,30	23,77	22,396	21,000	1,396
5F	29-ott-19	04-nov-19	b	5,01	5,80	15,77	22,066	19,000	3,066
5F	29-ott-19	04-nov-19	c	5,07	6,00	18,34	22,330	16,000	6,330
5F	29-ott-19	04-nov-19	d	5,02	6,30	25,50	22,088	20,000	2,088
10F	29-ott-19	04-nov-19	a	10,30	11,30	9,71	22,858	24,000	-1,142
10F	29-ott-19	04-nov-19	b	10,05	11,20	11,44	22,110	19,000	3,110
10F	29-ott-19	04-nov-19	c	10,01	11,40	13,89	22,396	14,000	8,396
10F	29-ott-19	04-nov-19	d	10,20	11,40	11,76	22,528	20,000	2,528
6G	05-nov-19	12-nov-19	a	no larve	no larve		23,644	21,000	2,644
6G	05-nov-19	12-nov-19	b	no larve	no larve		23,805	25,000	-1,195
6G	05-nov-19	12-nov-19	c	no larve	no larve		23,690	22,000	1,690
6G	05-nov-19	12-nov-19	d	no larve	no larve		23,805	25,000	-1,195
5G	05-nov-19	12-nov-19	a	5,30	5,60	5,66	24,587	17,000	7,587
5G	05-nov-19	12-nov-19	b	5,30	5,80	9,43	24,472	18,000	6,472
5G	05-nov-19	12-nov-19	c	5,20	5,70	9,62	24,196	21,000	3,196
5G	05-nov-19	12-nov-19	d	5,10	5,40	5,88	23,621	21,000	2,621
10G	05-nov-19	12-nov-19	a	10,30	11,20	8,74	23,805	16,000	7,805
10G	05-nov-19	12-nov-19	b	10,30	10,90	5,83	23,782	15,000	8,782
10G	05-nov-19	12-nov-19	c	10,30	11,00	6,80	23,690	13,000	10,690
10G	05-nov-19	12-nov-19	d	10,30	10,60	2,91	23,690	15,000	8,690

Delle successive prove sono state congelate le larve per le analisi del contenuto di proteine e lipidi.

ID_prova	data inizio	data fine	replica	larve a t0 (peso) (g)	larve a tF (peso) (g)	incremento peso larve (%)	peso secco fibra t0 (g)	peso secco fibra tF (g)	perdita di peso secco (g)
6H	14-nov-19	20-nov-19	a	no larve	no larve		23,664	16,000	7,664
6H	14-nov-19	20-nov-19	b	no larve	no larve		24,288	14,000	10,288
6H	14-nov-19	20-nov-19	c	no larve	no larve		24,360	14,000	10,360
6H	14-nov-19	20-nov-19	d	no larve	no larve		23,952	14,000	9,952
5H	14-nov-19	20-nov-19	a	5,10	7,50	47,06	24,432	18,000	6,432
5H	14-nov-19	20-nov-19	b	5,10	6,70	31,37	24,648	19,000	5,648
5H	14-nov-19	20-nov-19	c	5,10	7,00	37,25	24,552	19,000	5,552
5H	14-nov-19	20-nov-19	d	5,10	6,80	33,33	24,312	20,000	4,312
10H	14-nov-19	20-nov-19	a	10,00	13,70	37,00	23,952	19,000	4,952
10H	14-nov-19	20-nov-19	b	9,70	12,70	30,93	23,304	19,000	4,304
10H	14-nov-19	20-nov-19	c	9,80	13,40	36,73	23,496	19,000	4,496
10H	14-nov-19	20-nov-19	d	10,60	14,90	40,57	25,632	19,000	6,632
6I	03-dic-19	09-dic-19	a	no larve	no larve		124,875	110,000	14,875
6I	03-dic-19	09-dic-19	b	no larve	no larve		124,800	105,000	19,800
6I	03-dic-19	09-dic-19	c	no larve	no larve		124,650	105,000	19,650
6I	03-dic-19	09-dic-19	d	no larve	no larve		123,650	110,000	13,650
5I	03-dic-19	09-dic-19	a	24,80	30,30	22,18	124,225	125,000	-0,775
5I	03-dic-19	09-dic-19	b	24,80	28,90	16,53	123,925	130,000	-6,075
5I	03-dic-19	09-dic-19	c	24,90	27,80	11,65	124,525	125,000	-0,475
5I	03-dic-19	09-dic-19	d	24,40	26,40	8,20	122,100	110,000	12,100
10I	03-dic-19	09-dic-19	a	49,70	60,90	22,54	124,100	85,000	39,100
10I	03-dic-19	09-dic-19	b	49,60	61,00	22,98	124,000	100,000	24,000
10I	03-dic-19	09-dic-19	c	50,00	59,50	19,00	125,425	110,000	15,425
10I	03-dic-19	09-dic-19	d	49,40	60,40	22,27	123,450	110,000	13,450
6L	10-dic-2019	16-dic-19	a	no larve	no larve		114,195	109,000	5,195
6L	10-dic-2019	16-dic-19	b	no larve	no larve		113,965	110,000	3,965
6L	10-dic-2019	16-dic-19	c	no larve	no larve		113,965	98,000	15,965
6L	10-dic-2019	16-dic-19	d	no larve	no larve		114,931	105,000	9,931
5L	10-dic-2019	16-dic-19	a	24,70	26,30	6,48	113,827	101,000	12,827
5L	10-dic-	16-dic-19	b	24,80	23,90	-3,63	114,172	90,000	24,172

	2019								
5L	10-dic-2019	16-dic-19	c	24,70	25,70	4,05	113,850	93,000	20,850
5L	10-dic-2019	16-dic-19	d	24,80	21,70	-12,50	114,241	95,000	19,241
10L	10-dic-2019	16-dic-19	a	49,60	51,30	3,43	114,149	84,000	30,149
10L	10-dic-2019	16-dic-19	b	49,60	52,10	5,04	114,080	89,000	25,080
10L	10-dic-2019	16-dic-19	c	49,60	50,50	1,81	114,126	89,000	25,126
10L	10-dic-2019	16-dic-19	d	49,70	46,90	-5,63	114,310	87,000	27,310

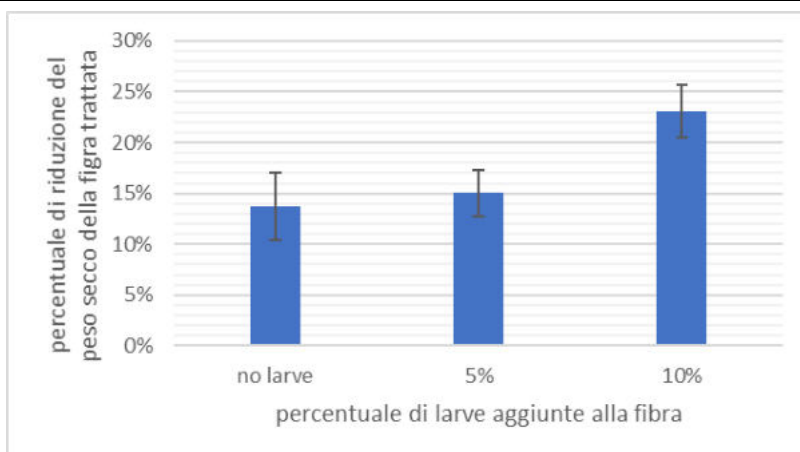
L'analisi statistica dei dati riguardanti la perdita di peso secco dei campioni messi a confronto ha dati i seguenti risultati.

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
no larve	20	0,1368	0,1489	0,0333	0,0671	0,2065	-0,0502	0,4253
5%	20	0,1504	0,1004	0,0224	0,1034	0,1973	-0,0490	0,3086
10%	20	0,2309	0,1167	0,0261	0,1763	0,2855	-0,0500	0,4512
Total	60	0,1727	0,1285	0,0166	0,1395	0,2059	-0,0502	0,4512

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Riduzione	Based on Mean	0,827	2	57	0,443
	Based on Median	0,545	2	57	0,583
	Based on Median and with adjusted df	0,545	2	45,971	0,583
	Based on trimmed mean	0,745	2	57	0,479

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0,104	2	0,052	3,386	0,041
Within Groups	0,871	57	0,015		
Total	0,975	59			

Tukey HSD _a			
ID_Ratio	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
no larve	20	0,137	
5%	20	0,150	0,150
10%	20		0,231
Sig.		0,936	0,107
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20,000.			



Considerando il peso secco come un parametro per valutare la qualità della pulitura, si può dedurre come la pulitura sia maggiormente efficiente con il 10% in peso di larve.
I valori medi delle 4 repliche per ogni prova riguardanti le larve che si sono nutrite su canapa per 6 giorni e le larve nutrite con la dieta standard sono riportati nella tabella seguente.

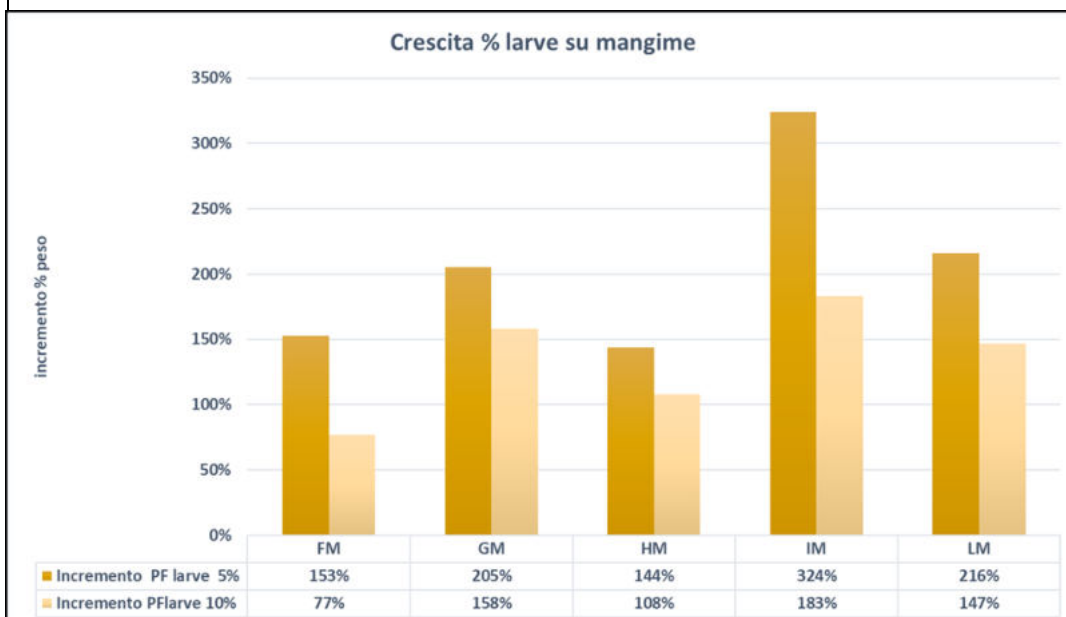
	Proteine Run A	Proteine Run B	Lipidi run A	Lipidi run B
	dati espressi in g/100g come consegnato			
larve T0	49,51	50,11	17,88	16,80
5H A	51,94	50,44	18,81	17,22
5H A testimone	48,55	48,12	19,41	19,04
10H A	49,47	50,11	16,11	15,44
10H A testimone	48,84	49,77	18,72	19,52
5I A	49,22	50,99	18,27	16,98
5I A testimone	51,05	50,73	15,89	16,04
10I A	50,94	49,74	18,00	18,24
10I A testimone	49,24	48,99	18,64	18,25
5L A	51,13	48,81	16,07	16,01
5L A testimone	49,53	49,04	17,34	17,57
10L A	54,78	46,18	17,77	16,74
10L A testimone	51,11	51,25	18,09	17,85

Azione	Azione 3.3 Trattamento fibra macerata di canapa con allevamento di larve Macerazione (AZIONE 3)
Unità aziendale responsabile	CREA, UCSC, STUARD

Descrizione
delle attività

- **Prove di pulizia della fibra di canapa macerata con larve di *Hermetia i.***

Al fine di valutare il tasso di crescita basale delle larve in funzione della percentuale in peso rispetto al substrato, sono stati condotti N. 5 esperimenti utilizzando larve di 10 giorni di età in due percentuali in peso diverse (5%, 10%) rispetto al substrato convenzionale, costituito da mangime per polli.



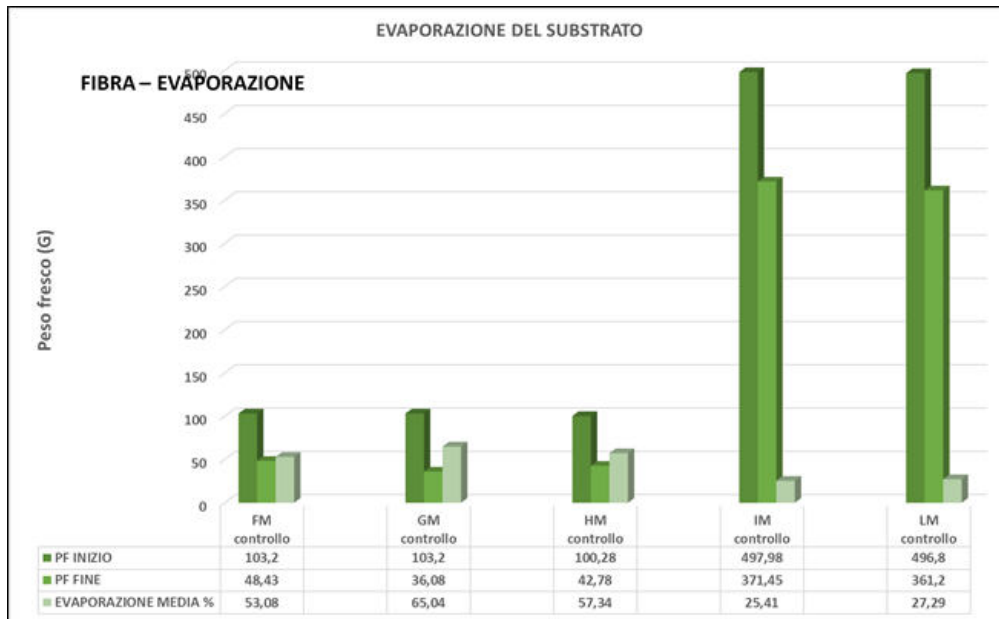
polli non risulta stabile nelle stesse condizioni sperimentali ripetute nei 5 esperimenti, sia quando il rapporto in peso larve/substrato è del 5%, che nel 10%. Tuttavia risulta abbastanza evidente che il tasso di crescita delle larve in rapporto al substrato in tutti gli esperimenti è maggiore quando il rapporto è del 5% rispetto al 10%. Questo risultato è probabilmente imputabile alla maggiore disponibilità di substrato di crescita nel 5% rispetto al 10%. Ne consegue che per ottenere un maggior incremento in peso è necessario utilizzare un minor rapporto in peso tra larve e substrato (5%)

Pulizia della fibra macerata mediante larve di *Hemetia illucens*

Per verificare la possibilità d'impiego delle larve di *Hermetia* per la pulizia della fibra dalle mucillagini che la rivestono dopo la macerazione, sono stati effettuati numerosi esperimenti con larve prelevate in stadi diversi del loro ciclo vitale. In base ai risultati è stato scelto di adoperare larve di 10 giorni di età e di alimentarle su canapa per 6 giorni.

Le successive prove di alimentazione su fibra macerata sono state condotte in parte su volumi piccoli di fibra macerata (100g PF) ed in parte su volumi maggiori (500 g PF). Tutte le prove sono state condotte in vaschette in plastica aerate, provvedendo periodicamente all'umidificazione dell'ambiente di crescita spruzzando acqua direttamente sul substrato. Tutti gli esperimenti di crescita sono stati condotti in parallelo con dei controlli alimentati con dieta standard (mangime per polli) e tenuti nelle stesse condizioni di umidità e temperatura. Sono stati eseguiti 5 esperimenti di crescita delle larve su fibra, utilizzando 2 percentuali in peso rispetto al substrato (5% e 10%). Per ogni esperimento sono state condotte 4 repliche biologiche sia del controllo (crescita su mangime 5% e 10 %) che del trattato (crescita su fibra macerata 5% e 10%). In tutti gli esperimenti è stato registrato il dato di crescita delle larve in termini di peso fresco; per gli ultimi 3 esperimenti è stato misurato anche il peso secco delle larve.

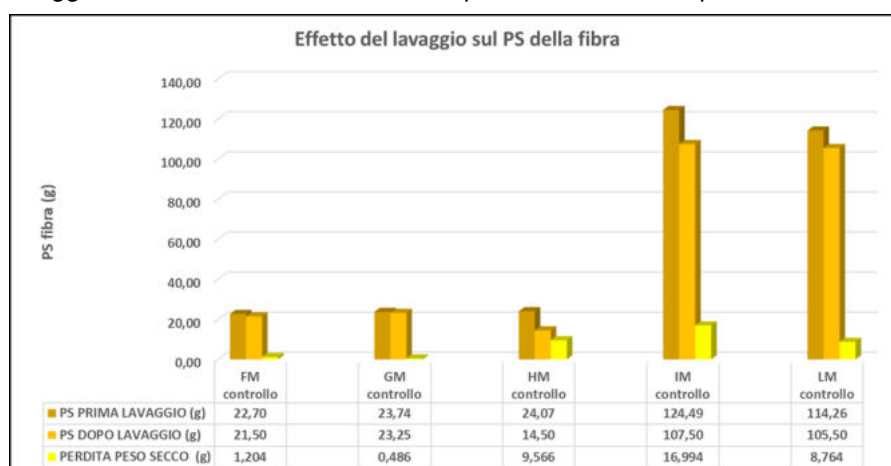
- **Evaporazione del substrato**



Nel grafico sono stati messi a confronto i dati di peso fresco medio della fibra macerata dei controlli (in assenza di larve) ad inizio e fine esperimento. Dai dati si evince che la fibra macerata nel sistema sperimentale sviluppato va incontro a cospicua perdita di peso fresco per evaporazione. Tale perdita è tanto maggiore, quanto minori sono le dimensioni del campione. Infatti, nei campioni di fibra di circa 100 g, la perdita di peso fresco media registrata nei 3 esperimenti è del 58,5 %, mentre nei campioni di fibra di circa 500g, l'evaporazione media del campione durante l'esperimento è del 26,35%. Questa differenza è probabilmente dovuta al fatto che un maggior volume di campione nello stesso contenitore, espone una minore superficie all'evaporazione ambientale, mantenendo meglio le condizioni di umidità iniziali. L'umidità è un parametro ambientale molto importante per la crescita delle larve, tanto che è stato visto più volte che esse tendono a penetrare in profondità nel substrato dove presumibilmente i parametri ambientali sono più costanti o più vicini alle proprie esigenze fisiologiche. Da un punto di vista del processo risulta evidente che per mantenere delle condizioni ambientali costanti è necessario **pensare di utilizzare un contenitore chiuso** per limitare l'evaporazione ambientale, **oppure di bagnare più frequentemente il campione**, o di **rimescolare il campione** con le larve in modo da uniformare le condizioni ambientali in tutto il sistema, riducendo l'evaporazione e migliorando la distribuzione delle larve nel substrato

- **Efficienza del lavaggio**

Per valutare l'efficienza del sistema di pulitura della fibra (6 giorni larve + lavatrice) sono stati presi in considerazione i pesi secchi della fibra prima e dopo la fase di pulitura. L'analisi dei dati dei controlli (assenza di larve) ha consentito di misurare l'impatto del passaggio in lavatrice sulla riduzione del peso secco del campione.



Come si evince dai dati relativi ai controlli (no larve) il passaggio in lavatrice genera una perdita di peso secco del campione in modo casuale. Ovviamente l'impatto della perdita

in peso è maggiore sui campioni di piccole dimensioni. La casualità di tale perdita non consente di misurare l'incidenza sull'efficienza del processo.

• **Crescita larve alimentate su fibra macerata**

Larve di *Hermetia* al 10 giorno di sviluppo sono state poste su quantità diverse di fibra macerata (circa 100g in F, G, H e circa 500g in I ed L), in proporzioni diverse con il peso del substrato (5% e 10%). In tutti gli esperimenti è stata presa nota del peso fresco delle larve al T0 ed alla fine dell'esperimento di pulitura fibra. Nella tabella 4 sono riportati i dati di crescita delle larve misurati (medie delle 4 repliche biologiche per ciascun esperimento) ed il relativo incremento % in peso calcolato. L'esperimento L non è stato preso in considerazione poiché ha fornito dati non in linea con il set di campioni. In tutti gli esperimenti considerati è stato possibile registrare un incremento in peso fresco delle larve alimentate su fibra macerata. Tale incremento è maggiore nel rapporto in peso più basso in 3 esperimenti su 4 ma non è uniforme nei vari esperimenti. A parte l'esperimento G in cui evidentemente vi è stata una crescita molto ridotta delle larve su fibra, in generale abbiamo riscontrato un incremento percentuale medio del peso fresco delle larve pari a 24,3% nel rapporto in peso 5% e del 22,6% nel rapporto in peso 10%

Incremento peso fresco larve su fibra

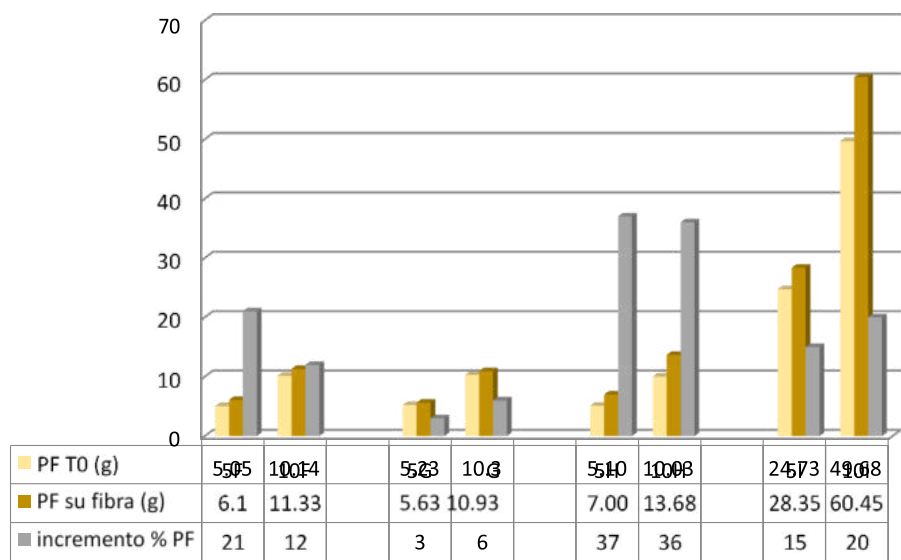
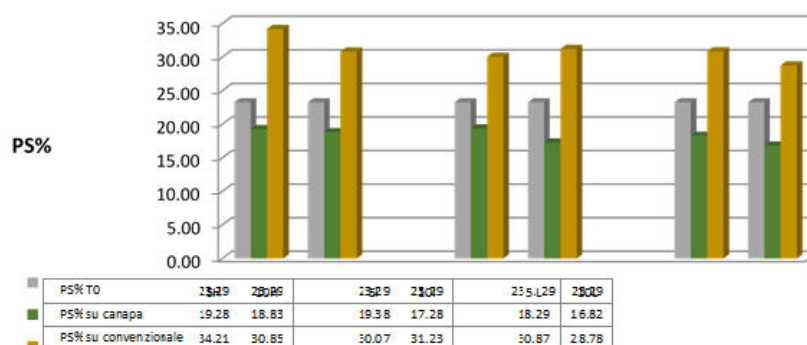


Tabella 4

Per ottenere una misura oggettiva della crescita larvale, è necessario fare riferimento al peso secco delle larve, per questa ragione nell'elaborazione dei dati di crescita delle larve su fibra è stato preso in considerazione solo un subset degli esperimenti effettuati per cui era disponibile questo dato (prove H, I, L). L'incremento percentuale in peso secco delle larve ottenuto con l'alimentazione sulla fibra macerata è stato confrontato con l'incremento percentuale in peso secco ottenuto nello stesso intervallo di tempo con l'alimentazione convenzionale con dieta standard (mangime per polli). Il peso secco di un campione di larve prima dell'esperimento (T0) è stato preso come riferimento per la valutazione della variazione in peso secco delle larve alimentate su substrati diversi. I dati di variazione del peso secco percentuale delle larve in funzione del substrato di crescita (media delle 4 repliche biologiche per ciascun esperimento), sono riportati nella tabella N. 5.

PS % larve in funzione del substrato di crescita



esperimenti

Tabella 5

Dal grafico in Tabella 5 risulta evidente che l'alimentazione su substrato convenzionale genera un incremento percentuale cospicuo del peso secco delle larve rispetto al T0. Tale incremento è maggiore nel rapporto in peso del 5% rispetto al 10% in 2 esperimenti su 3, confermando il dato iniziale di crescita delle larve su substrato convenzionale. Risulta però altrettanto evidente che l'alimentazione su fibra di canapa macerata determina una significativa riduzione del peso secco percentuale delle larve, rispetto al T0; tale riduzione è più accentuata nel rapporto in peso del 10 % rispetto al 5%.

Per comprendere il significato di questi risultati bisogna considerare che nel nostro sistema sperimentale le larve vengono allevate su substrato convenzionale per 10 giorni, quindi una parte viene posta a crescere per 6 giorni su canapa macerata all'interno di contenitori in plastica aerati di piccole dimensioni (circa 4 L). Questo sistema ha probabilmente dei limiti intrinseci legati al fatto che esso è stato pensato per ottenere un'ottimale pulizia della fibra e non un ottimale incremento in peso delle larve, che costituisce un valore aggiunto all'intero processo di estrazione della fibra perché consente di trasformare gli scarti della lavorazione in fonte di proteine e lipidi (biomassa larvale)

I limiti del sistema come evidenziato dai risultati sperimentali sono i seguenti:

1. Dall'osservazione dei dati riportati in tabella 1 emerge che nell'ambiente di crescita vi è una cospicua perdita di umidità del substrato nel corso gli esperimenti. La perdita di umidità del substrato potrebbe essere una causa della ridotta capacità di crescita delle larve nel passaggio al nuovo regime alimentare (da mangime per polli a fibra macerata) ed influire negativamente sul loro sviluppo.
2. Il passaggio delle larve da un substrato ricco e complesso quale il mangime per polli, ad un substrato semplice quale la fibra di canapa macerata (biofilm batterico e sostanze pectiche) richiede un adattamento metabolico delle larve e di conseguenza una fase di lag nella loro curva di crescita, pertanto sarebbe opportuno provare a prolungare il tempo di permanenza delle larve su fibra macerata al fine di superare la fase di adattamento al substrato e avere maggior tempo per la fase successiva di accrescimento
- 3.

Resta di difficile interpretazione la riduzione del peso secco percentuale delle larve dopo essersi alimentate su canapa macerata. Tuttavia La maggiore riduzione di peso secco percentuale delle larve negli esperimenti con il rapporto larve/substrato del 10% potrebbe indicare una competizione per il substrato e quindi una dinamica sovrapponibile a quella che si osserva anche con l'alimentazione convenzionale. Questo dato, opportunamente confermato, lascia sperare che prolungando i tempi di crescita, i risultati sull'incremento in peso potrebbero essere più incoraggianti.

*In questo progetto sono stati condotti degli esperimenti per valutare la possibilità d'impiego delle larve di *Hermetia illucens* nella fase di pulitura della fibra macerata di canapa, nel tentativo di migliorare la qualità della fibra macerata, ridurre il consumo di acqua nella fase di pulitura, valorizzare gli scarti della lavorazione (mucillagini che ricoprono la fibra macerata) trasformandoli in biomassa larvale, utile per l'estrazione di proteine e lipidi. I risultati di questi esperimenti hanno consentito di.*

- *verificare la capacità delle larve di *Hermetia* di alimentarsi su fibra macerata, anche se nei tempi brevi di esposizione a questo substrato le larve risultano rallentate nella crescita, probabilmente per la necessità di adattamento metabolico al nuovo substrato.*
- *individuare alcune criticità del sistema di alimentazione (evaporazione, omogeneità delle condizioni ambientali) che potrebbero sfavorire l'adattamento delle larve e rallentare l'accrescimento;*
- *verificare che il lavaggio in lavatrice determina perdite di fibra macerata non facilmente standardizzabili.*

L'analisi microscopica della fibra pulita dalle larve ha fornito dati promettenti sulla capacità delle larve di rimuovere i residui della macerazione che tengono ancora i fasci di fibre adesi tra loro, in modo più accurato rispetto al semplice lavaggio. Questi dati andranno verificati ulteriormente e confermati dal dato oggettivo della misurazione della qualità della fibra mediante lo stelometro.

Ulteriori esperimenti saranno necessari per migliorare le condizioni di crescita delle larve su fibra, incrementandone la biomassa fresca e secca.

Valorizzazione degli scarti della macerazione: contenuto proteico e lipidico della biomassa larvale di *H. illucens* in funzione della dieta

In questo progetto sono stati condotti degli esperimenti per valutare la possibilità d'impiego delle larve di *Hermetia illucens* nella fase di pulitura della fibra macerata di canapa nel tentativo di migliorare la qualità della fibra macerata, ridurre il consumo di acqua nella fase di pulitura e **valorizzare gli scarti della lavorazione** (mucillagini che ricoprono la fibra macerata) trasformandoli in biomassa larvale, utilizzabile per la produzione di biodiesel e biogas.

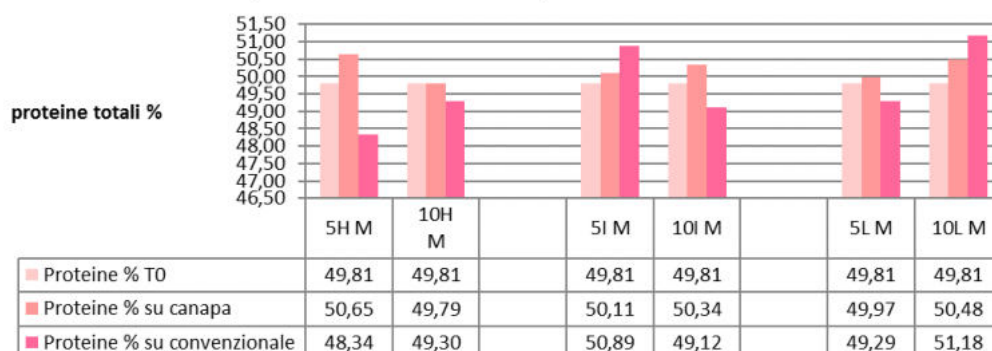
A tale scopo sono stati condotti esperimenti per raccogliere informazioni sulla capacità delle larve di nutrirsi di questo materiale e per individuare lo stadio larvale da utilizzare, oltre che la densità di larve ottimale da impiegare sul campione di fibra da "pulire". Alla fine di queste prove sono stati condotti N. 5 esperimenti utilizzando larve di 10 giorni di età in due percentuali in peso diverse (5%, 10%) rispetto al substrato, costituito da mangime per polli (controllo o Testimone) e fibra di canapa macerata e non lavata (trattato). Le larve sono state alimentate su i due substrati diversi per 6 giorni e la biomassa larvale ottenuta è stata utilizzata per la misurazione del contenuto proteico e lipidico. Per ogni esperimento sono state condotte 4 repliche biologiche sia del controllo (crescita su mangime per polli, 5% e 10%) che del trattato (crescita su fibra macerata, 5% e 10%).

pioni secchi sono stati macinati con griglia da 0.5 mm e analizzati. Per la quantificazione delle proteine totali è stato adoperato il metodo AOAC976.05, con un fattore di correzione pari a 6,5. Per la quantificazione dei lipidi totali è stato adoperato il metodo AOAC954.02

nerale le analisi sono state fatte singolarmente per ciascuna replica biologica, e ciascuna replica biologica è stata analizzata in doppio (replica tecnica), ove possibile. Gli scarsi quantitativi di materiale sperimentale disponibili non hanno consentito di svolgere lo stesso numero di analisi ed ottenere lo stesso numero di dati per ciascun campione. Inoltre, dei 5 esperimenti effettuati è stato possibile elaborare solo i dati di 3 esperimenti (H, I, L) di cui era disponibile il peso secco della biomassa larvale a fine esperimento.

- **Contenuto proteico della biomassa larvale**

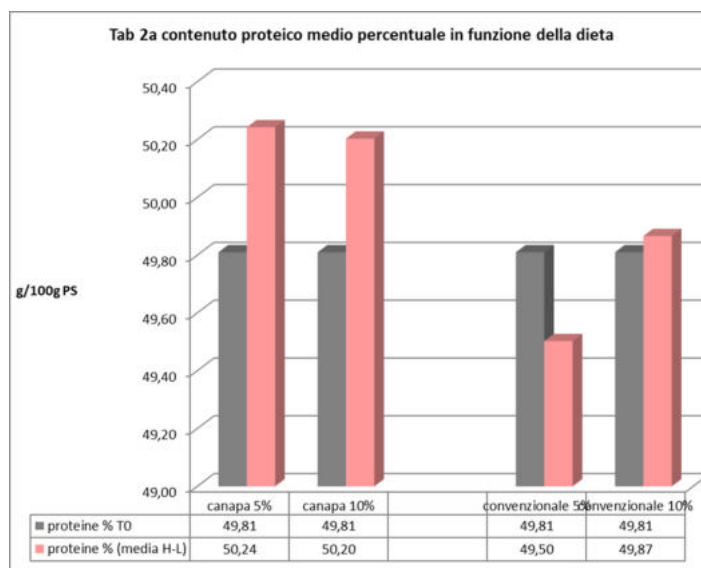
Variazione percentuale del contenuto proteico in funzione della dieta



Tab. 1

Dal confronto tra il contenuto proteico della biomassa larvale all'inizio dell'esperimento e quella raggiunto dopo 6 giorni di alimentazione su mangime per polli (convenzionale) o su fibra di canapa macerata (canapa) nei due rapporti in peso (5% e 10%), non è emersa una chiara relazione tra contenuto proteico percentuale della biomassa larvale e dieta. Apparentemente in 3 delle 6 condizioni sperimentali confrontate, l'alimentazione su canapa genera un leggero aumento del contenuto proteico della biomassa larvale rispetto al tempo zero (esperimenti 5H, 10I e 5L). In due esperimenti (5I e 10L) è l'alimentazione con mangime per polli che determina un maggiore incremento del contenuto proteico della biomassa larvale; in un esperimento isolato (10H) si osserva una graduale diminuzione del contenuto proteico sia con l'alimentazione su canapa che con l'alimentazione su mangime per polli, rispetto al T0.

Al fine di individuare una tendenza generale nella risposta delle larve ai due tipi di alimentazione, è stata calcolata la media dei dati ottenuti dai tre esperimenti (H-L), per le due diverse concentrazioni di larve sul substrato (5%, 10%). Dall'analisi dei risultati ottenuti, riportati in Tabella 2a, risulta che l'alimentazione su canapa macerata **genera un aumento della quantità di proteine nella biomassa larvale** che è maggiore quando il rapporto in peso delle larve rispetto al substrato è del 5% rispetto al 10%, come atteso. Dalla stessa tabella risulta che l'alimentazione con mangime per polli sembra determinare una leggera riduzione del contenuto proteico rispetto al tempo iniziale, nel rapporto in peso larve /substrato del 5%, ed un leggero aumento quando il rapporto in peso larve/substrato è del 10%. Bisogna tuttavia considerare che i dati ottenuti per l'alimentazione convenzionale erano meno omogenei di quelli ottenuti con l'alimentazione su fibra macerata, come evidenziato dai valori della deviazione standard riportati in Tab. 2b

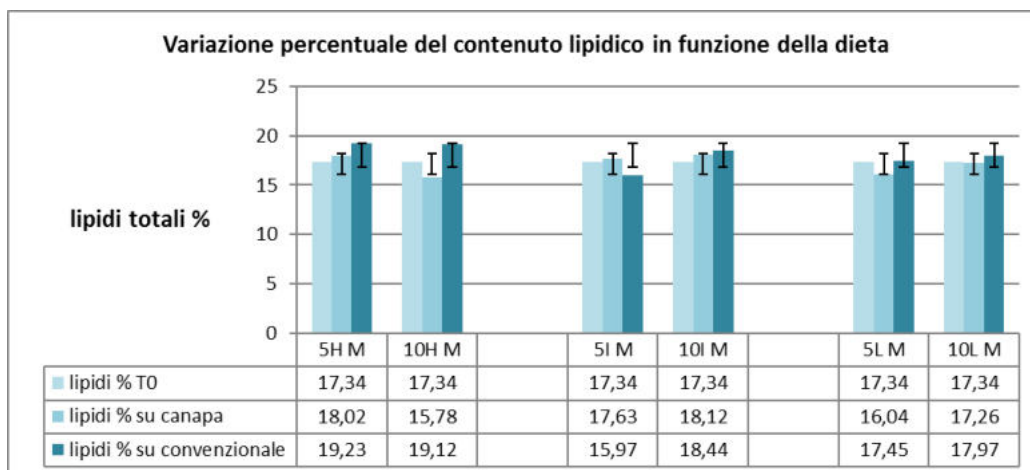


Tab. 2a

campioni	proteine % T0	proteine % media H-L	DEV. ST.
canapa 5%	49.81	50.24	0.36
canapa 10%	49.81	50.20	0.37
convenzionale 5%	49.81	49.50	1.29
convenzionale 10%	49.81	49.87	1.14

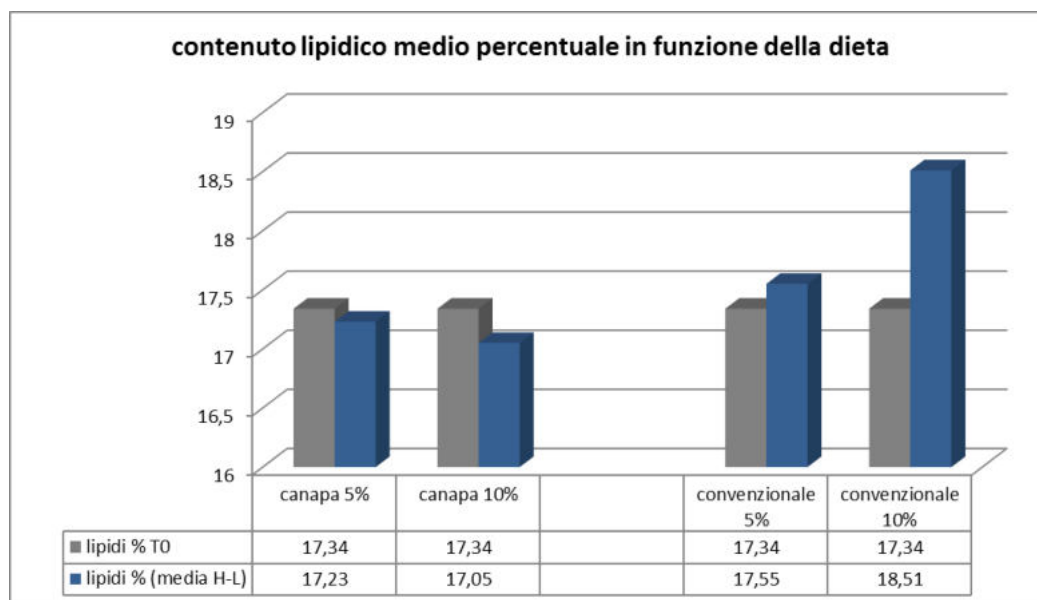
Tab. 2b

- Contenuto lipidico della biomassa larvale



Tab. 3

Anche per la variazione del contenuto lipidico percentuale in funzione del tipo di substrato e del rapporto in peso tra larve e substrato non è stato possibile individuare una risposta omogenea nei tre esperimenti H-L (Tab. 3). Tuttavia, in tutti gli esperimenti tranne il 5I l'alimentazione su substrato convenzionale genera un piccolo aumento della concentrazione lipidica nella biomassa larvale sia nel 5% che nel 10% in peso. L'alimentazione su canapa macerata invece, determina nella metà degli esperimenti un aumento della percentuale lipidica (5H, 5I, 10I), e nella restante metà una riduzione della percentuale lipidica (10H, 5L, 10L). Considerando la media dei dati ottenuti dai tre esperimenti si può ottenere un quadro più chiaro del rapporto che esiste tra il contenuto lipidico delle larve e la dieta somministrata. Dai dati riportati in Tab. 4 risulta evidente che l'alimentazione su canapa e su mangime per polli hanno effetti opposti sul contenuto lipidico percentuale della biomassa larvale. Infatti, il contenuto lipidico diminuisce nelle larve alimentate su canapa rispetto al T0 in modo direttamente proporzionale alla percentuale in peso di larve, come atteso, data la maggiore competizione con il substrato. D'altra parte l'alimentazione su mangime per polli determina un incremento della percentuale lipidica nella biomassa larvale che è direttamente proporzionale alla percentuale in peso di larve sul substrato, contrariamente a quanto atteso (Tab. 4)



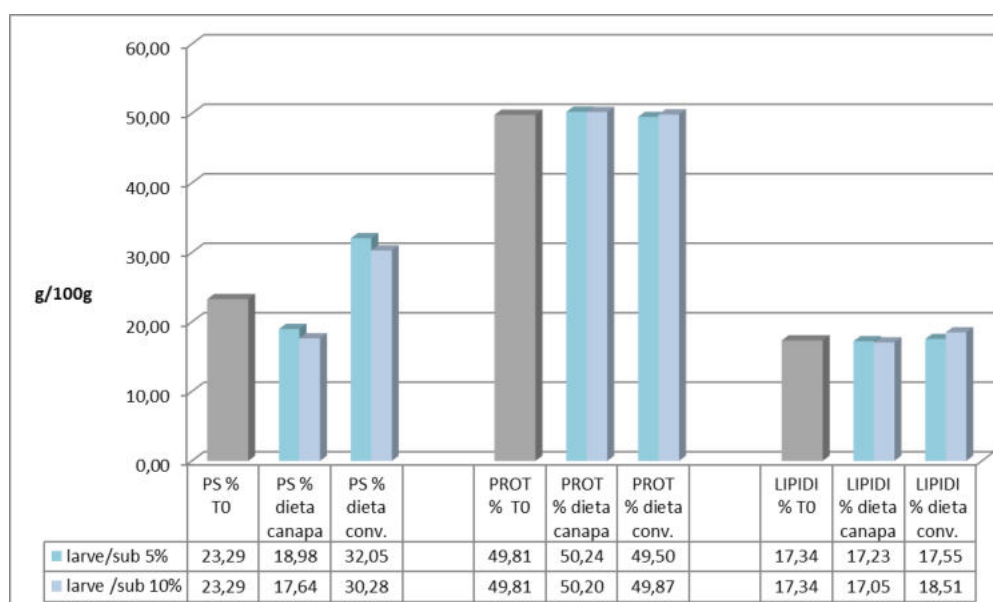
Tab. 4

Nella Tabella 4b sono riportati i valori della deviazione standard dalla media dei valori di concentrazione ottenuti per i campioni analizzati

campioni	lipidi % T0	lipidi % (media H-L)	DEV. ST.
canapa 5%	17.34	17.23	1.05
canapa 10%	17.34	17.05	1.19
convenzionale 5%	17.34	17.55	1.63
convenzionale 10%	17.34	18.51	0.58

Tab. 4b

Per una visione completa dell'effetto delle due diete sulla crescita della biomassa larvale è opportuno confrontare i dati delle variazioni di peso secco percentuale a quelli ottenuti per la variazione percentuale di proteine e lipidi della biomassa larvale. Nella Tabella 5 sono messi a confronto i **valori medi** dei dati ottenuti dai 3 esperimenti (H, I, L) per quanto riguarda il **peso secco**, la **percentuale di proteine** e quella dei **lipidi** della biomassa larvale alimentata con fibra macerata e dieta convenzionale per 6 giorni, nelle due percentuali in peso (larve/substrato) di 5% e 10%.



Tab. 5

Dall'analisi dei valori medi della percentuale in proteine e lipidi, sembra evidente che l'alimentazione su canapa macerata, a fronte di una notevole riduzione del peso secco (18,50%), lascia quasi invariata la percentuale di lipidi della biomassa larvale e ne aumenta leggermente la percentuale in proteine. L'alimentazione con mangime per polli invece determina un notevole aumento del peso secco della biomassa larvale (37%), ma lascia quasi invariata la percentuale di proteine e provoca solo un leggero aumento nella percentuale in lipidi.

E' difficile fornire un'interpretazione di questi risultati da un punto di vista metabolico, poiché una perdita massiccia di sostanza secca delle larve determinata dalla dieta su canapa macerata non corrisponde ad una proporzionale perdita di lipidi e proteine, così come un cospicuo aumento della biomassa determinato dalla dieta convenzionale, non corrisponde ad un proporzionale aumento di lipidi e proteine. Sarebbero necessarie ulteriori prove per indagare questo aspetto.

Va inoltre considerato anche il tempo di alimentazione delle larve su canapa macerata che è stato di soli 6 giorni. Tale tempo è stato scelto per evitare una probabile sovrasmacerazione della fibra, poiché, per permettere alle larve di nutrirsi, è necessario mantenere la fibra costantemente umida, condizione probabilmente non ideale per la qualità della fibra stessa. Inoltre il passaggio repentino di larve di 10 giorni di età da una dieta ricca come il mangime per polli a una dieta vegetale (fibra macerata) potrebbe aver determinato uno stress nelle larve e quindi una difficoltà ad accumulare proteine e lipidi. Anche questo aspetto andrebbe approfondito con esperimenti progettati *ad hoc*.

Tuttavia, lo scopo della sperimentazione era quello di trovare le condizioni migliori per la pulitura della fibra e considerando il peso secco come un parametro per valutare la qualità della pulitura, si può dedurre come essa sia più efficace con il 10% in peso di larve, di 10 giorni di età, fatte alimentare sulla fibra macerata per 6 giorni.

- **Analisi microscopica della fibra di canapa macerata e pulita da larve di *Hermetia illucens***

Al fine di valutare l'efficienza delle larve di Hermetia all'11° giorno del loro ciclo vitale nella pulizia della fibra di canapa dai residui della macerazione, è stata condotta N.1 osservazione al microscopio elettronico a scansione di un campione di controllo (fibra macerata e lavata), e di due trattati, rispettivamente costituiti da:

1. fibra macerata, pulita da larve di *Hermetia* al 5% in peso rispetto alla fibra, e lavata;
2. fibra macerata, pulita da larve di *Hermetia* al 10% in peso rispetto alla fibra, e lavata;

La preparazione dei campioni e l'osservazione al SEM è stata condotta dalla Prof Marta Marmiroli e dalla Dott. Laura Paesano, presso il Centro Interdipartimentale SITEIA.PARMA, a cura della Prof. Elena Maestri (Università di Parma), partner del progetto SCARABEO.

Lo strumento utilizzato è il microscopio elettronico a scansione ambientale (ESEM) Quanta 250FEG, FEI con detector Bruker QUANTAX EDS XFlash® 6T e interfaccia analitica ESPRIT 2 (<https://attrezzature.unipr.it/node/302>). Per le condizioni di lavoro: energia EV 5 KeV, ampiezza dello spot 2,5 µm, distanza di lavoro 10 cm, pressione 80 Pa, tempo di acquisizione per ogni immagine 65 secondi.

Dal confronto delle immagini dei campioni osservati, la pulizia effettuata dalle larve di Hermetia alimentandosi dei residui della macerazione appare più efficace del semplice lavaggio in acqua nel rimuovere le sostanze residue che tengono uniti i fasci di fibre al connettivo circostante (Figure 1- 3). Tale effetto appare proporzionale alla percentuale in peso di larve adoperate, più evidente nel trattamento al 10% (figura 2) che al 5% (figura 1).

Indubbiamente sarà necessario complementare questi dati con un congruo numero di esperimenti e di osservazioni al microscopio. Tuttavia, sembra plausibile il fatto che l'azione meccanica dell'apparato buccale delle larve, seguita dal lavaggio in acqua, possa essere più efficace del mero lavaggio in acqua nella rimozione dei residui di macerazione..

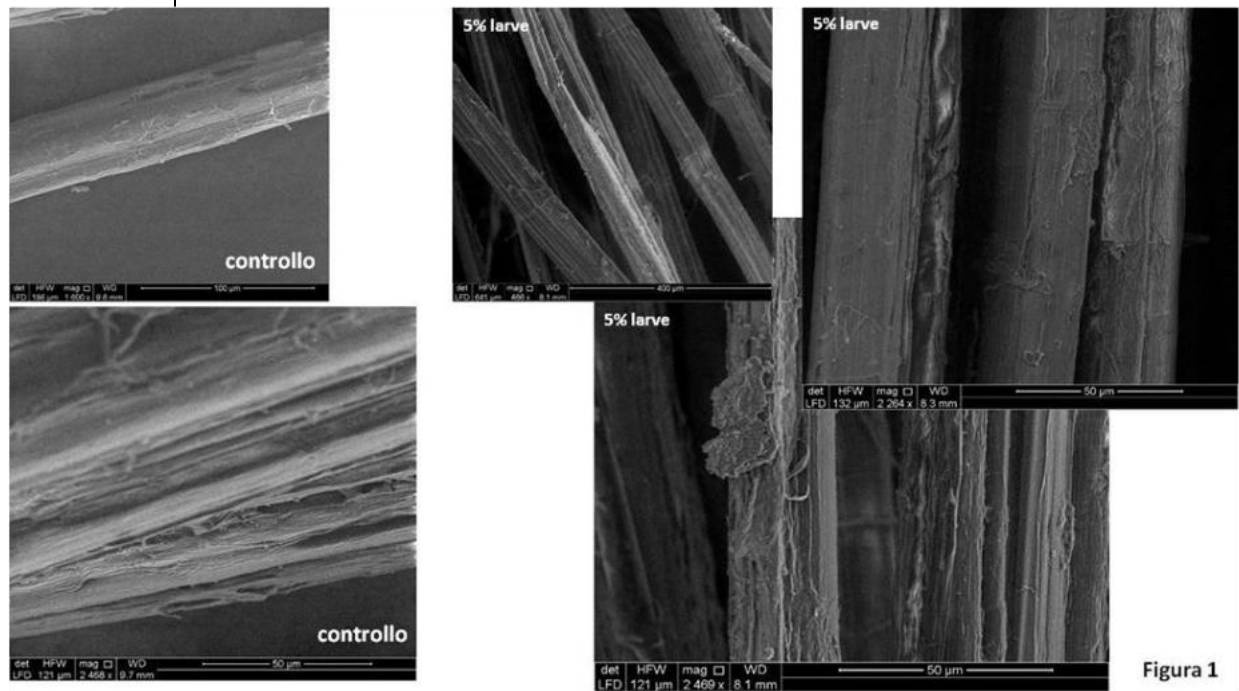


Figura 1

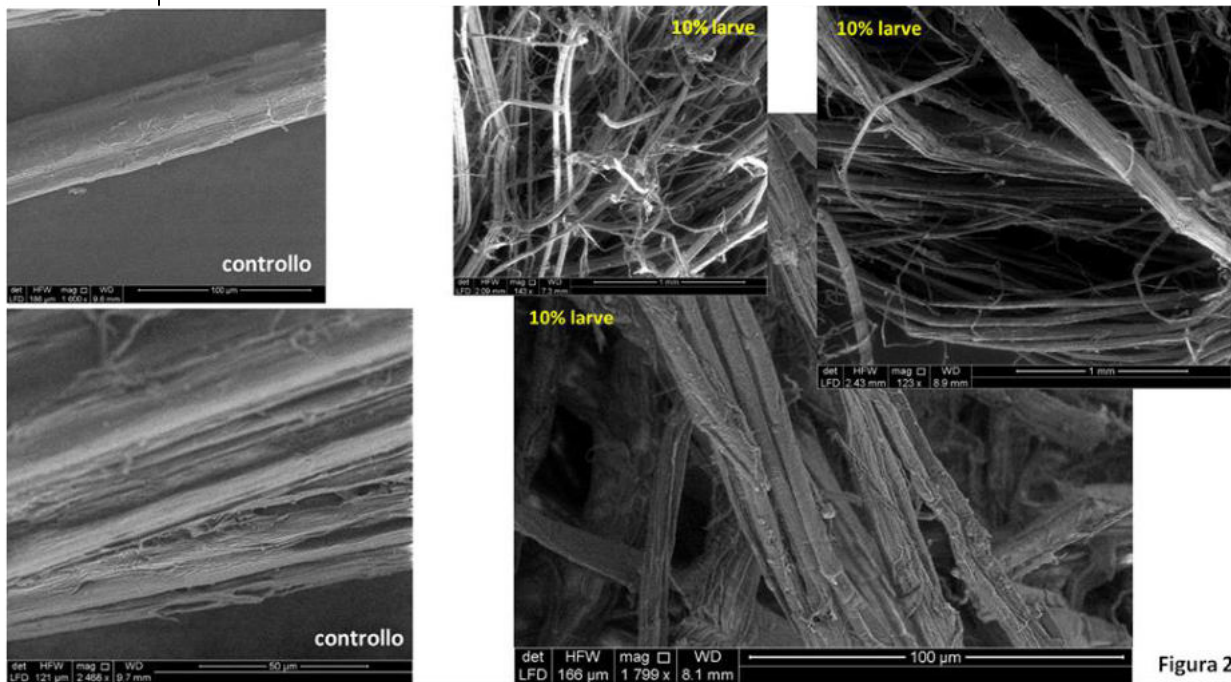


Figura 2

2.5.2 Costo personale azione 3.3 (AZIONE 3)

Il costo del personale coinvolto in quest'azione afferenti alle diverse unità operative è riportato nella tabella sottostante:

Cognome e Nome	Azienda/ Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	STUARD	Tecnico Agronomo	Gestione allevamento Larve	43	24,79 €	1.065,97 €
	STUARD	Tecnico	Gestione allevamento Larve	25	17,65 €	441,25 €
	STUARD	Operaio	Gestione allevamento Larve	29	15,93 €	461,97 €
	STUARD	Operaio	Gestione allevamento Larve	103	16,13 €	1.661,39 €
	UCSC	Professore Associato	Gestione allevamento Larve	11	€ 41,51	€ 456,61
						4.087,19 €

2.5.3 Costo collaborazioni/consulenze azione 3.3 (AZIONE 2):

Nominativo del consulente	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	Gestione allevamento Larve (consueInza)	€ 21.947,55
Totale:		€ 21.947,55

2.6 Azione 3.4 (AZIONE 4) – Carbonizzazione del canapulo (CFSIVT, SITEIA)

2.6.1 Descrizione attività e risultati

Azione	Azione 3.4 (AZIONE 4)
Unità aziendale responsabile	CFSIVT
Descrizione delle attività	Al fine di ottimizzare il processo di state eseguite prove prima su un per verificare la possibilità di carbonizzare aggiunta di pellet. Le prove hanno dato un riusalto positivi non solo che il canapulo si può carbonizzare aggiunta di pellet ma che ha un ottimo valore paragonabile al pellet. Purtroppo a causa del specifico per avere la stessa produzione di necessaria una elevata velocità di carico e carbonizzazione sono microcarbonizzatore, canapulo senza dimostrando senza energetico basso peso energia è scarico.   Immagini di Canapulo prima e dopo la carbonizzazione
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità, evidenziate	Il processo di carbonizzazione del canapulo è stato ottimizzato grazie a test eseguiti su un microcarbonizzatore. È stato carbonizzato tutto il canapulo ottenuto dalle prove in campo per ottenere biochar in quantità sufficiente ad effettuare tutti i test previsti da UNIPR e CREA per l'uso come filtro del liquor di macerazione.
Attività ancora da realizzare	Tutte le attività sono state completate.

Azione	3.4 (azione 4)
Unità aziendale responsabile	SITEIA (UNIPR)
Descrizione delle attività	Il personale SITEIA ha collaborato con il personale di CFSIVT per il miglioramento e l'implementazione del micro-carbonizzatore prototipale; ha supervisionato e programmato le attività di carbonizzazione in accordo con il personale CFSIVT. Inoltre SITEIA ha coordinato la logistica e la burocrazia per lo spostamento dell'impianto presso la CENTRALE TERMICA del Campus Universitario di Parma

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Gli obiettivi prefissati sono stati raggiunti.
Attività ancora da realizzare	Attività completata

2.6.2 Costo personale azione 3.4 (AZIONE 4)

Nell'ambito di questa domanda di pagamento intermedio, UNIPR non rendiconta il costo del personale coinvolto nell'azione:

Cognome e Nome	Azienda/Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	SITEIA	Ricercatore	Organizzazione delle attività svolte al carbonizzatore	13,5	34,40/35,33/36,18€	484,06 €
Totale						€ 484,06

2.6.3 Costo collaborazioni azione 3.4 (azione 4)

Il costo delle collaborazioni coinvolte in quest'azione è riportato nella tabella sottostante:

Nominativo del consulente	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	Carbonizzazione	€ 1.839,56
Totale:		€ 1.839,56

2.7 Azione 3.5 (AZIONE 5) – Prove agronomiche (Stuard)

2.7.1 Descrizione attività e risultati

Attività

Le prove agronomiche relative al periodo di rendicontazione in oggetto, hanno previsto la realizzazione di campi sperimentali presso l'Azienda Rossi S.S., l'Azienda Binelli S.S. e l'Azienda Agraria Sperimentale Stuard.

Come anticipato nella precedente relazione intermedia e nella relazione tecnica della richiesta di proroga, nella primavera 2018 le semine presso le aziende Rossi e Binelli non sono state effettuate a causa degli eventi atmosferici che avevano reso impraticabili i campi per lungo periodo.

Nell'autunno del 2018 i tecnici Stuard si sono recati presso tali aziende per controllare lo stato degli appezzamenti coinvolti nelle prove ed hanno indirizzato gli agricoltori sulle lavorazioni da effettuare.

Il seme acquistato per le semine del 2018, poi non effettuate, è stato conservato in celle frigorifere presso il CREA per preservarne la germinabilità.

Nonostante questa accortezza il test di germinabilità eseguito dal CREA prima della consegna delle sementi agli agricoltori ha rilevato una germinabilità del 75% per la varietà MONOICA e del solo 47% per la ZENIT. Alla luce di questo si è aumentato il quantitativo di seme per raggiungere la dose di semina di 85 Kg/ha, rispetto ai 70 Kg/ha scelti solitamente per zone più pianeggianti e per seme con percentuali maggiori di germinabilità. Per poter confrontare i dati quanti-qualitativi, in tutte e tre le aziende è stata impiegata la stessa dose di semina.

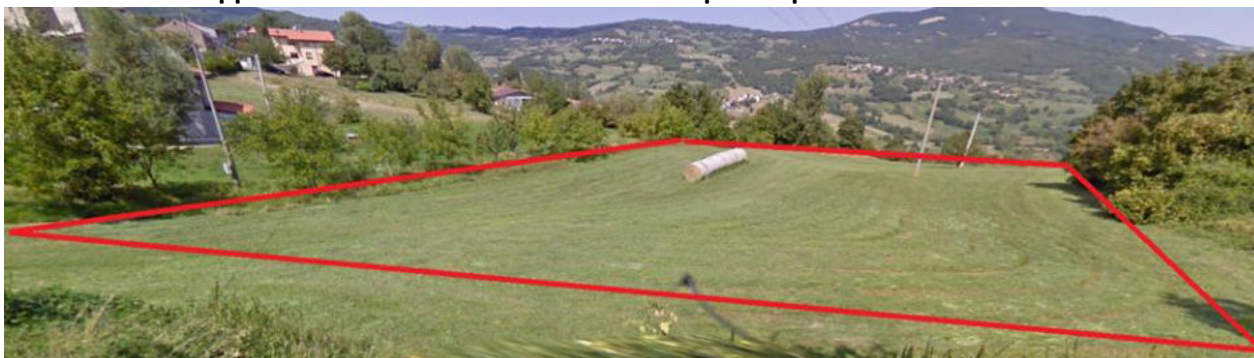
AZIENDA BINELLI

L'azienda BINELLI è situata a Cornolo di Morfasso (PC) a circa 630 m slm. Il campo nel quale si è realizzata la prova, distante dal centro aziendale, non presentava particolare pendenza, era facilmente accessibile a piedi ma difficilmente con mezzi in quanto circondato da un piccolo fossato. Dopo l'aratura è stato distribuito letame bovino proveniente dall'allevamento aziendale. In data 10 aprile 2019 la varietà di canapa monoica Zenit è stata seminata con seminatrice da frumento dall'agricoltore con l'assistenza del personale Stuard. L'emergenza della canapa si è verificata a fine aprile. Il 7 maggio i tecnici Stuard hanno identificato nel pieno campo un parcellone di 15 mq nel quale è stato distribuito a mano biochar alla dose di 1 Kg/mq. Al momento della distribuzione il campo si presentava ricco di infestanti, l'emergenza della canapa era completa con piantine di piccole dimensioni.

I tecnici Stuard hanno monitorato lo sviluppo della coltura nel corso dell'estate. La data di raccolta è stata scelta in base all'inizio della cascola dei primi semi che solitamente corrisponde alla maturazione del 70 % dell'intero campo. Sono state raccolte a mano le piante di canapa presenti in 3 mq (1mq x 3 ripetizioni) nella parte di campo senza biochar e 3 mq (1 mq x 3 ripetizioni) nel parcellone in cui era stato distribuito il biochar. Prima della raccolta sono stati rilevati in ciascun mq, a campione, altezza e diametro di 6 piante (3 femminili e 3 maschili). Sono stati prelevati anche campioni per la determinazione della sostanza secca. Alla raccolta la distribuzione della canapa non era omogenea; zone rade si alternavano ad altre più fitte. Le numerose infestanti presenti erano comunque di dimensioni ridotte rispetto alla coltura principale e creavano una sorta di tappeto tra una pianta e l'altra di canapa.

Non sono stati effettuati interventi irrigui

Azienda Binelli-appezzamento in cui è stata realizzata la prova sperimentale



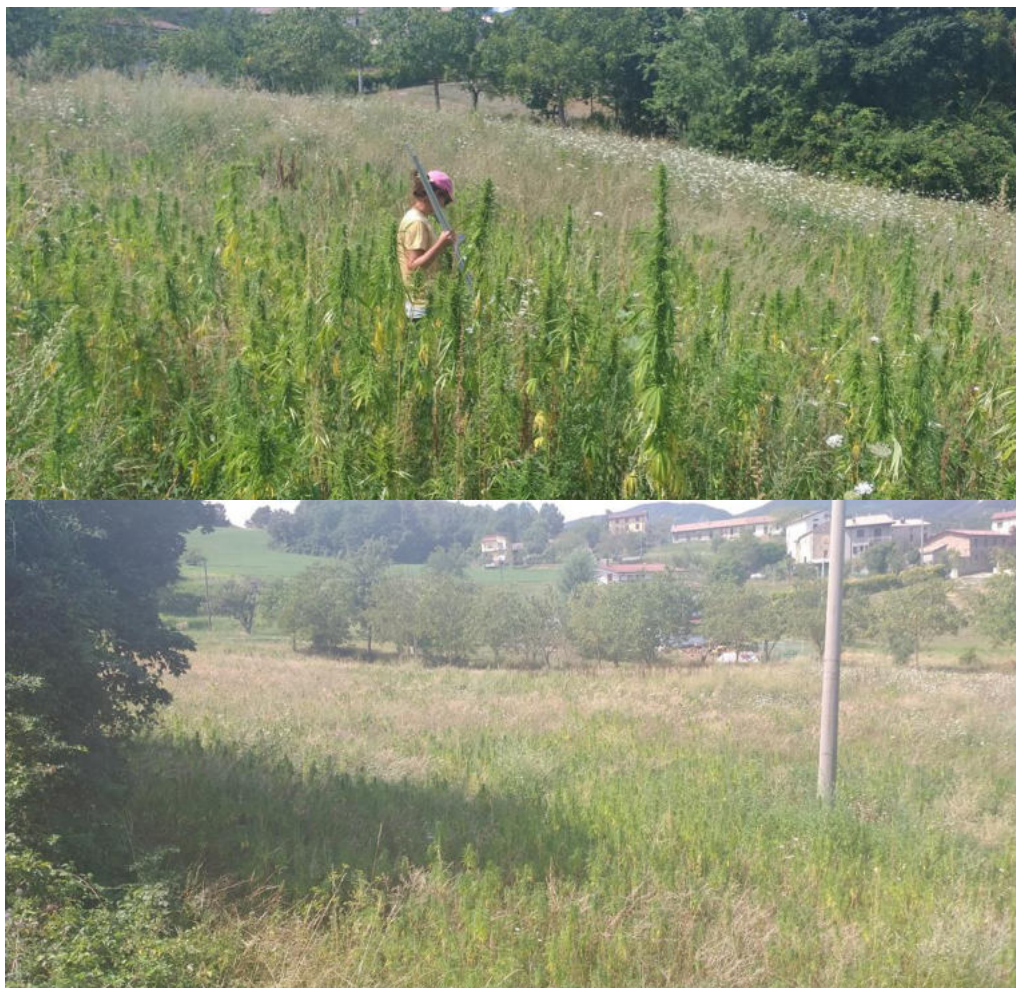
Azienda Binelli-Emergenza della canapa varietà Zenit con presenza di infestanti



Azienda Binelli-Dettaglio infiorescenza femminile alla raccolta



Azienda Binelli- Campo di canapa Zenit alla raccolta



AZIENDA ROSSI

L'azienda ROSSI è situata a MORFASSO (PC) a circa 630 m slm.

Presso l'azienda Rossi è stata seminata in data 23 aprile 2019 la varietà di canapa monoica, Monoica. La pendenza del campo era meno uniforme rispetto alla precedente azienda. La zona di accesso era più spiana per poi disegnare una discesa più pronunciata. Dopo l'aratura è stato distribuito letame bovino proveniente dall'allevamento aziendale. In data 23 aprile 2019 la varietà di canapa Monoica è stata seminata con seminatrice da frumento dall'agricoltore con l'assistenza del personale Stuard. L'emergenza della canapa si è verificata nei primi di giorni di maggio. Il 7 maggio i tecnici Stuard hanno identificato nel pieno campo un parcellone di 15 mq nel quale è stato distribuito a mano biochar alla dose di 1 Kg/mq. La distribuzione del biochar è avvenuta ad inizio emergenza; non erano presenti infestanti.

I tecnici Stuard hanno tenuto monitorato lo sviluppo della coltura nel corso dell'estate. La data di raccolta è stata scelta in base all'inizio della cascola dei primi semi che solitamente corrisponde alla maturazione del 70 % dell'intero campo. Sono state raccolte a mano le piante di canapa presenti in 3 mq (1mq x 3 ripetizioni) nella parte di campo senza biochar e 3 mq (1 mq x 3 ripetizioni) nella parcella in cui era stato distribuito il biochar. Prima della raccolta sono stati rilevati in ciascun mq a campione, altezza e diametro di 6 piante (3 femminili e 3 maschili). Sono stati prelevati anche campioni per la determinazione della sostanza secca. Alla raccolta la densità della canapa non era omogenea; molto rada in certe zone e fitta in altre. Il campo era privo di infestanti.

Non sono stati effettuati interventi irrigui.

Azienda Rossi- Collocazione del campo in cui è stata effettuata la prova sperimentale

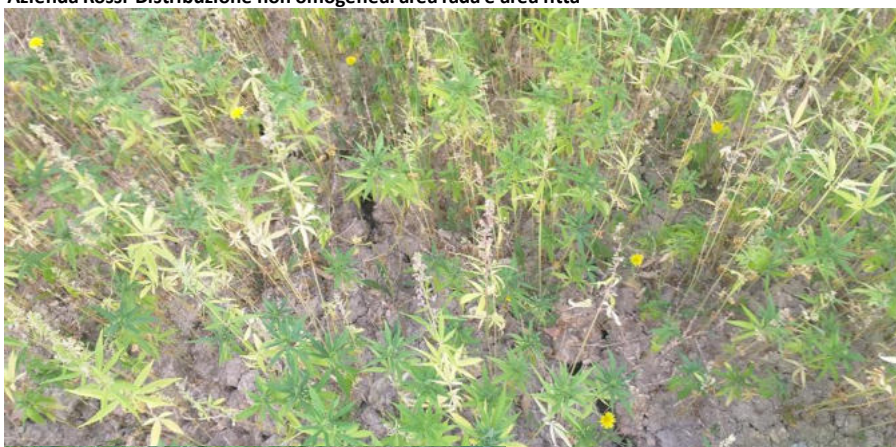


Azienda Rossi- Distribuzione del biochar (evidente zona di ristagno idrico a causa della pendenza del campo)





Azienda Rossi-Distribuzione non omogenea: area rada e area fitta



Identificazione del metro quadrato nell'area più fitta



AZIENDA STUARD

Presso l'azienda Stuard si è voluto realizzare un campo sperimentale nel quale si sono confrontate le due varietà seminate nel piacentino (ZENIT e MONOICA) in parcelle con e senza biochar. Questo ha permesso di confrontare i dati quanti-qualitativi ottenuti in alta collina, con quelli di pianura.

Il confronto varietale in pianura non era previsto dal piano del GO ma poiché la prova agronomica del primo anno non è stata effettuata per le cattive condizioni meteo si è pensato di compensarla con quella parcellare nell'anno seguente presso i campi dell'azienda Stuard. In pianura infatti le migliori e più standardizzate caratteristiche pedo-climatiche hanno fornito dati "modello" per valutare quelli ottenuti in collina

Schema di campo della prova parcellare a blocchi randomizzati presso Azienda Stuard

Blocco 3	B	2	1	4	3	B
Blocco 2	B	2	1	4	3	B
Blocco 1	B	1	2	3	4	B

Elenco tesi

- 1 Varietà MONOICA con BIOCHAR
- 2 Varietà MONOICA senza BIOCHAR
- 3 Varietà ZENIT con BIOCHAR
- 4 Varietà ZENIT senza BIOCHAR

Lo schema ha previsto 4 tesi (le 2 varietà, con e senza biochar) replicate 3 volte. Il disegno del campo sperimentale e la distribuzione del biochar sono stati effettuati il 29 marzo 2019 e la semina il 9 aprile. Dopo aver assistito ad un buon sviluppo generale della coltura, le piante sono entrate in stress iniziando ad ingiallire ed arrestandosi nella crescita; sintomi tipici di carenza nutrizionale. Il 14 giugno infatti si è distribuito N per 50 U/ha utilizzando nitrato ammonico al 27%. Il giorno seguente si è effettuata un'irrigazione di soccorso, facilitando anche la solubilizzazione del concime

granulare. Il 3 luglio viste le calde temperature si è effettuata una seconda irrigazione di soccorso. La canapa già al primo intervento irriguo e grazie all'apporto di azoto si è ripresa senza problemi e conseguenze. A differenza dell'alta collina in pianura si è dovuto intervenire con l'irrigazione a causa delle alte temperature estive, sempre più elevate negli ultimi anni a causa del riscaldamento globale.

Azienda Stuard- Realizzazione del campo parcellare e distribuzione del Biochar



Azienda Stuard-Campo sperimentale; completa emergenza della canapa



Azienda Stuard-Pieno Sviluppo della canapa nelle parcelle



Azienda Stuard-Senescenza della canapa (settembre)



I rilievi quali-quantitativi effettuati presso Azienda Binelli, Azienda Rossi e Azienda Stuard sono stati:

- Produzione (ton/ha)
- Altezza (cm)
- Diametro (mm)
- Numero piante a metro quadro
- SS (%)
- Produzione steli (ton/ha)
- Produzione semi (q/ha)
- Peso 1000 semi (g)
- Umidità semi (%)
- Peso ettolitrico (Kg/hL)

Taglio delle piante presenti nel metro quadrato per eseguire i rilievi produttivi



Conta delle piante al metro quadrato



Rilievo dell'altezza delle piante



Rilievo del diametro dello stelo



Separazione degli steli dalle infiorescenze



Setacciatura dei semi



Peso produzione degli steli



Peso produzione dei semi e rilievo dell'umidità e del peso ettolitrico



RISULTATI

Lo scopo principale delle prove agronomiche previste dal piano del GO è stato quello di confrontare nelle diverse aziende, i dati quanti-qualitativi della canapa coltivata con e senza l'impiego di biochar; il biochar distribuito in campo è stato prodotto dalla pirogassificazione del canapulo proveniente dalla coltivazione dell'annata 2018 presso l'Azienda Freppoli.

AZIENDA ROSSI

Analizzando i dati non vi sono differenze significative tra la tesi con e senza biochar. Come si è già potuto verificare infatti in precedenti progetti PSR conclusi (Rifasa e Acchiappacarbonio) l'effetto del biochar sulla produzione della coltura non è così immediato da potersi osservare dopo soli due anni; in questo caso si parla addirittura di un solo anno poiché la distribuzione di biochar presso ROSSI e BINELLI è stata effettuata solo nell'annata 2019. Come osservato in altri progetti, è possibile che il biochar possa inibire in parte la germinazione delle plantule se distribuito a ridosso della semina. Presso l'azienda Rossi la distribuzione è avvenuta ad inizio emergenza; osservando i dati medi la fittezza delle piante è maggiore nella tesi priva di biochar. Resta il fatto che il campo presentava tante zone di disomogeneità, a prescindere o meno dalla distribuzione di char. E' quindi possibile che la zona interessata dalla distribuzione coincidesse a priori con una zona di compattezza del terreno causa di una disomogenea emergenza.

Azienda ROSSI S.S.- Morfasso (PC)-Dati quanti-qualitativi della varietà MONOICA con e senza biochar

Descrizione Tesi	Altezza Pianta (cm)	Diametro Pianta (mm)	S.S.(%)	PIANTE (n/mq)	Produzione Steli (t/ha)	Produzione seme (q/ha)	Peso 1000 semi (g)
MONOICA BIOCHAR	112,06	5,66	38,15	101,7	0,40	1,81	10,17
MONOICA SENZA BIOCHAR	132,56	4,96	31,46	121,7	0,90	1,64	9,20
Media	122,31	5,31	34,81	111,67	0,65	1,73	9,69
CV (%)	10,33	19,87	21,6	32,03	9,04	22,67	12,99
Significatività	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

di seme.

AZIENDA BINELLI

Analizzando i dati si osserva che le due tesi hanno valori molto simili per quasi tutti i parametri. Spiccano il numero di piante a metro quadrato e la produzione di steli (t/ha) che risultano rispettivamente, significativi e molto significativi. Questo effetto non è necessariamente dovuto al biochar; infatti come per l'Azienda Rossi anche in questo caso la fittezza della coltura non era omogenea in diverse parti del campo. La canapa solitamente in condizioni standard ha note capacità rinettanti; in questo caso la scarsa uniformità iniziale di copertura della canapa, dovuta alla ridotta germinabilità del seme e alle condizioni pedo-climatiche dell'alta collina, ha permesso lo sviluppo di numerose infestanti in un terreno evidentemente predisposto.

Azienda Binelli-Cornolo di Morfasso (PC)-Dati quanti-qualitativi della varietà ZENIT con e senza biochar

Descrizione Tesi	Altezza Pianta (cm)	Diametro Pianta (mm)	S.S.(%)	Piante (n/mq)	Produzione Steli (t/ha)	Produzione seme (q/ha)	Peso 1000 semi (g)	UR (%)	Peso Ettolitrico (Kg/hL)
ZENIT BIOCHAR	125,53	5,26	42,34	37 B	1,20	5,29	15,77	7,67	0,35
ZENIT SENZA BIOCHAR	125,08	4,02	44,42	90,33 A	2,09	6,01	15,26	7,23	0,36
Media	125,31	4,64	43,38	63,67	1,65	5,65	15,51	7,45	0,35
CV (%)	12,23	8,05	8,11	16,71	4,14	35,58	11,02	1,98	1,51
Significatività	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

AZIENDA STUARD

Anche presso l'Azienda Agraria Sperimentale Stuard entrambe le varietà non hanno mostrato significative differenze tra le tesi con e senza biochar. In questo caso tutte le parcelle erano nate uniformemente; questo dimostra che nelle aziende Rossi e Binelli lo sviluppo della coltura è stata fortemente influenzata dalle condizioni pedo-climatiche caratteristiche dei luoghi.

Azienda Agraria Sperimentale STUARD-Parma-Dati quanti-qualitativi della varietà MONOICA con e senza biochar

Descrizione Tesi	Altezza Pianta (cm)	Diametro Pianta (mm)	S.S.(%)	n° PIANTE (mq)	Produzione Steli (ton/ha)	Produzione seme (q/ha)	Peso 1000 semi (g)
MONOICA BIOCHAR	229,57	7,59	53,14	397	9,57	10,37	6,27
MONOICA SENZA BIOCHAR	219,83	7,14	48,44	376	9,73	9,57	6,30
Media	224,70	7,37	50,79	386,17	9,65	9,97	6,28

Azienda Agraria Sperimentale STUARD-Parma-Dati quanti-qualitativi della varietà ZENIT con e senza biochar

Descrizione Tesi	Altezza Pianta (cm)	Diametro Pianta (mm)	S.S.(%)	n° PIANTE (mq)	Produzione Steli (ton/ha)	Produzione seme (q/ha)	Peso 1000 semi (g)	UR %	Peso Ettolitrico (Kg/L)
ZENIT BIOCHAR	130,40	4,66	34,22	281	5,63	16,29	10,10	9,70	0,21
ZENIT SENZA BIOCHAR	130,60	5,05	34,37	300	5,70	15,42	9,63	9,30	0,21
Media	130,50	4,86	34,30	291	5,67	15,86	9,87	9,50	0,21

Pur non essendo lo scopo principale del progetto è interessante riportare alcune considerazioni sulle differenze riscontrate nella coltivazione della canapa tra le diverse aziende. Nell'ambito infatti della filiera di settore è utile considerare le potenzialità della coltura nelle diverse aree.

Per le sue caratteristiche di rusticità, la canapa è una coltura adatta alla coltivazione in biologico, quindi perfettamente idonea agli ambienti agricoli più svantaggiati.

Varietà MONOICA

L'altezza media delle piante in alta collina è di 122 cm, mentre in pianura è di 224 cm, 1 metro in più. Anche il diametro degli steli e la sostanza secca delle piante di collina sono inferiori al confronto di pianura, rispettivamente con 7,4 mm contro 5,3 mm e 50,8 % contro 34,8%. Tendenza confermata osservando il numero di piante per metro quadrato; 386 presso Azienda STUARD e sole 112 presso Azienda ROSSI. Altrettanto drastica è la distanza tra i valori di produzione degli steli in pianura (9,65 ton/ha) e quella in collina (0,65 ton/ha), così come quella tra la produzione di seme 10 q/ha contro gli 1,7 q/ha. In contrasto si osserva invece il peso dei mille 1000 semi, con i 9,69 g di azienda Rossi e i 6,28 g di azienda STUARD. Questo probabilmente dovuto ad un effetto di compensazione: il seme di collina è meno abbondante ma di maggiori dimensioni.

Varietà ZENIT

A differenza della monoica, la varietà Zenit per i valori di altezza ha mostrato una differenza meno marcata tra le piante coltivate in collina e in pianura. L'altezza media rilevata a Parma è stata di 130,5 cm mentre a Morfasso di 125,30 cm. Anche i valori di diametro (4,86 mm Pr e 4,64 mm Pc) e di sostanza secca (34,3% Pr e 43,4% Pc) evidenziano uno scostamento minore rispetto alla varietà Monoica. Restano evidenti le differenze relative ai valori di n° piante a metro quadrato e di produzione di steli e semente; rispettivamente 290,5 (n°), 5,67 (ton/ha), 15,86 (q/ha) per STUARD e 63,7 (n°), 1,65 (t/ha) e 5,65 (q/ha) per BINELLI. Come per azienda ROSSI anche per l'azienda BINELLI il valore del peso 1000 semi è risultato maggiore di quello misurato presso l'azienda STUARD (11,02 g contro i 9,87 g), a confermare

anche il peso ettolitrico (0,21 Kg/hl per Parma e 0,35 Kg/hl per Morfasso). Questo probabilmente dovuto ad un effetto di compensazione: il seme di collina è meno abbondante ma di maggiori dimensioni.

I caratteri morfometrici rilevati per le due varietà di canapa durante le prove agronomiche sono indicativamente in linea con quelli presenti in letteratura.

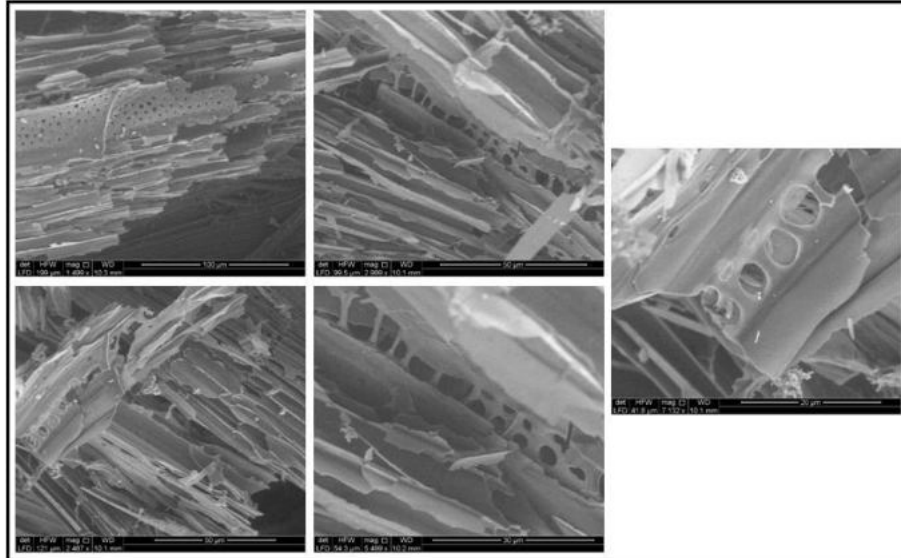
2.7.2 Costo personale azione 3.5 (AZIONE 5)

Cognome e Nome	Azienda/Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	STUARD	Tecnico agronomo	Prove agronomiche	61	€ 24,79	€ 1.512,19
	STUARD	Tecnico	Prove agronomiche	60	17,65/17,29	€ 1.053,24
	STUARD	Operaio	Prove agronomiche	61	€ 15,93	€ 971,73
Totale:						3.537,16 €

2.8 Azione 3.6 (AZIONE 6) – Analisi di Laboratorio: responsabili UCSC, SITEIA

2.8.1 Descrizione attività e risultati

Azione	3.6 Analisi di laboratorio
Unità aziendale	SITEIA
Descrizione delle attività	Le attività svolte durante il progetto hanno riguardato la misurazione dei parametri rilevanti per valutare la qualità e le proprietà del biochar, sviluppati partendo dalle linee guida e dai protocolli forniti dagli enti di certificazione e da altre iniziative: Associazione Italiana Biochar, European Biochar Certificate, International Biochar Initiative. Nella prima parte, SITEIA.PARMA ha eseguito analisi di base per la caratterizzazione di biochar di origine legnosa che è stato applicato ai campi sperimentali nelle fasi iniziali del progetto. I risultati sono stati confrontati con biochar ottenuto da pellet di un diverso legno con un diverso tipo di carbonizzatore (denominato A3). • <i>Caratteristiche chimiche e fisiche:</i> <i>pH: legno 12.08, A3 9.84</i> <i>conducibilità elettrica: legno 7.31 mS/cm, A3 2.4 mS/cm</i> <i>classi granulometriche: legno al 99% <1mm, A3 al 50% <1mm</i> <i>contenuto sostanza organica e ceneri: legno 70% e 30%, A3 82% e 18%</i> <i>umidità residua: legno 5.5%, A3 3.7%</i> <i>densità apparente: legno 0.20 g/cm³, A3 0.45 g/cm³</i> Nella seconda parte del progetto è stato analizzato un campione di biochar ottenuto dalla carbonizzazione di una miscela al 50% di canapulo, sottoprodotto della fase di stigliatura della canapa da fibra e pellet di legno per facilitare l'alimentazione del pirogassificatore (Azione 3.4). Il char così ottenuto è stato analizzato al microscopio elettronico a scansione (ESEM Quanta 250FEG, FEI) per determinarne le principali caratteristiche morfologiche. La visualizzazione al microscopio (figura successiva) mostra la struttura altamente porosa di questo char, caratteristica che potrebbe migliorare la disponibilità di aria, acqua e nutrienti nel suolo e, quindi, il potere ammendante del char stesso.



Il char ottenuto dal canapulo è stato analizzato anche per determinarne le proprietà fisico-chimiche e più precisamente:

- pH (UNI EN 13037);
- conducibilità elettrica (UNI EN 13038);
- rapporto peso/volume (UNI EN 13038);
- classi granulometriche (UNI EN 15428);
- prove di saturazione;
- umidità residua (UNI EN 13040);
- contenuto di sostanza organica e di ceneri (UNI EN 13039)
- metalli e metalloidi mediante spettroscopia ad assorbimento atomico (FA-AAS modello AA240FS Agilent Technologies)

Analisi	Risultato	Unità di misura
pH	11,44 ± 0,24	
CE	276,38 ± 19,39	mS/m
Densità apparente	0,19 ± 0,018	g/cm ³
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%	%
Sostanza organica	83,50 ± 3,11	%
Ceneri	16,50 ± 3,11	%
Umidità residua	6,19 ± 0,32	%
Sostanza secca	93,81 ± 0,33	%
Contenuto metalli	Cd: 2,55 ± 0,28 Ni: 14,56 ± 12,12 Cu: 14,90 ± 6,66 Pb: 1,17 ± 0,88 Zn: 35,34 ± 4,64 Cr: 107,09 ± 22,04 Fe: 13394,58 ± 7585,53	mg/kg

Il biochar ottenuto da una miscela di canapulo e pellet è caratterizzato da un pH basico, che lo rende adeguato all'utilizzo in terreni eccessivamente acidi. La conducibilità mostra un ridotto contenuto salino. La granulometria del biochar analizzato è principalmente inferiore ai 2 mm (circa il 75%). Questo è un dato molto importante da considerare per la distribuzione in campo; essendo un materiale particolarmente fino potrebbe rendere molto difficile la distribuzione. Queste caratteristiche sono determinate dal materiale utilizzato per la produzione del biochar, in questo caso canapulo. Infatti si tratta di valori diversi

da quelli riscontrati negli altri campioni di biochar analizzati nella prima fase del progetto.
Il biochar inoltre presenta un contenuto di umidità pari a circa il 6% del suo peso e un contenuto di ceneri relativamente basso. Entrambi questi parametri sono dipendenti dal materiale utilizzato per la produzione canapulo mostra un contenuto di metalli molto al di sotto dei limiti previsti per l'utilizzo come ammendante (linee guida IBI).

Inoltre sono stati eseguiti test di fitotossicità su piante modello mediante test standardizzati:

- saggio germinazione e allungamento radicale su *Lepidium sativum* (UNICHIM Metodo 1651-2003);
- test di fitotossicità su *Hordeum vulgare* (UNI EN 16086-1:2012);
- test di fitotossicità su *Lactuca sativa* (BURL 13/05/03).

Analisi	Risultato	Unità di misura
Test germinazione	Effetto fitostimolante germinazione: no Fitotossicità (EC50): 0,09 Inibizione totale germinazione: 1	g/piastra
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.	

Il basso contenuto di sali di questo char poteva determinare un effetto fitotossico. Tuttavia, come è evidente dai dati riportati nella tabella e dalle figure successive, non sono stati evidenziati effetti tossici anche alle alte concentrazioni, sia per l'orzo sia per la lattuga.

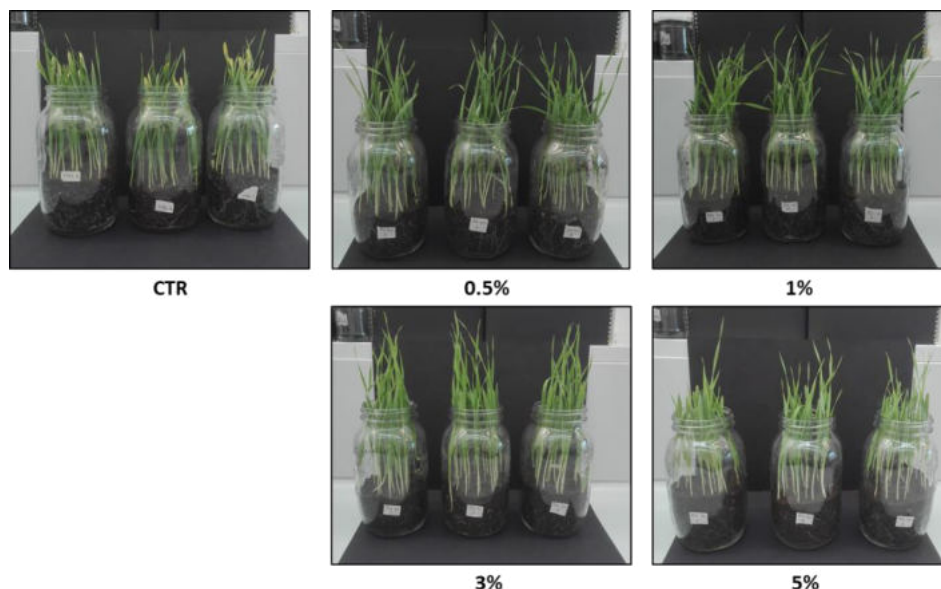


Foto del test su *Hordeum vulgare*

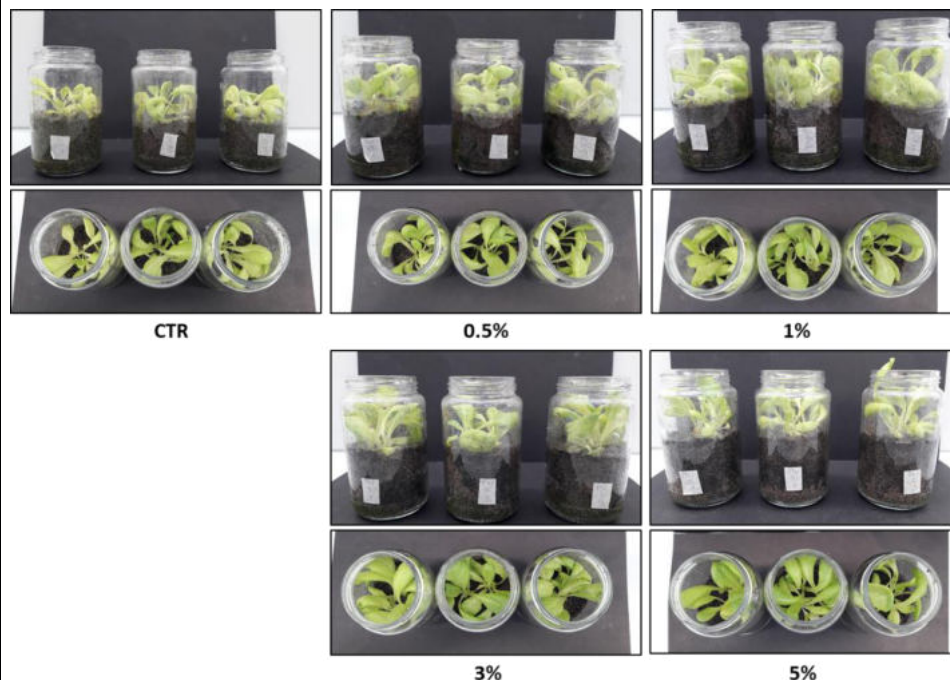
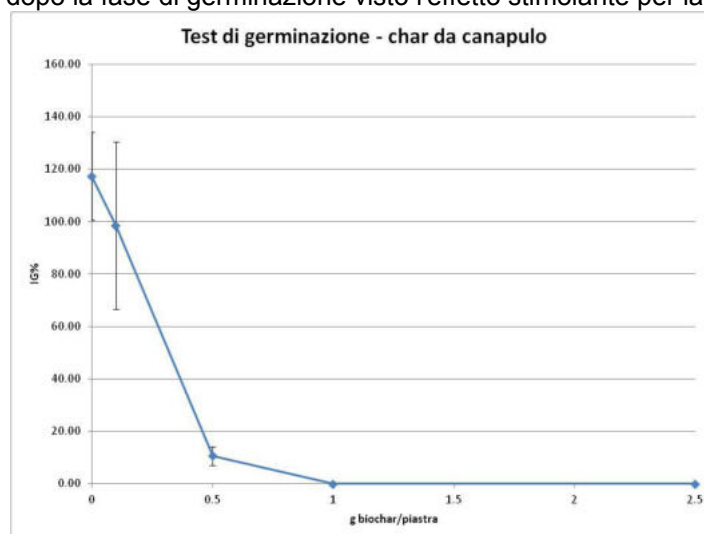


Foto del test su *Lactuca sativa*

Diverso è l'effetto sulla germinazione. Come evidenziato dal grafico riportato di seguito, il biochar inibisce la germinazione in maniera consistente anche a basse dosi (0.5 g/piastra) e la inibisce totalmente appena più alte (>1 g/piastra). Di conseguenza, potrebbe essere utilizzato come ammendante solo dopo la fase di germinazione visto l'effetto stimolante per la crescita.



Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Gli obiettivi sono stati raggiunti. Non sono state riscontrate particolari criticità

Attività ancora da realizzare

Tutte le attività sono state realizzate

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Le attività svolte sono in linea con quanto preventivato.

Azione	3.6 <i>Analisi di laboratorio</i>
Unità aziendale responsabile	UCSC

Caratterizzazione profilo fenolico del liquido di macerazione

Sono state condotte analisi dei liquidi di macerazione con lo scopo di caratterizzare il profilo fenolico degli estratti stessi. Gli estratti, congelati immediatamente dopo il prelievo e conservati a -18 °C fino al momento della analisi, sono stati centrifugati (9000 x g, 12 min, 4 °C) e quindi una aliquota trasferita in vials ambrati in vetro per cromatografia.

Il profilo fenolico è stato caratterizzato attraverso cromatografia liquida UHPLC accoppiata a spettrometria di massa ad alta risoluzione quadrupolo-tempo-di-volo (UHPLC-ESI/QTOF-MS).

In dettaglio, un cromatografo liquido 1290 è stato accoppiato al rilevatore dello spettrometro di massa G6550 tramite un'interfaccia a ionizzazione elettrospray (ESI), denominata "Dual Electrospray Jet Stream" dell'Agilent Technologies (Santa Clara, CA, USA).

Lo spettrometro di massa lavora in modalità di scansione positiva, per acquisire un range di rapporto massa/carica (m/z) compreso tra 100 e 1000, in modo da ottenere la massa accurata dei composti di interesse (untarget metabolomic).

La separazione cromatografica è stata ottenuta usando una colonna C18 a fase inversa (100 x 2 mm i.d., 1,8 µm) e un mix di acqua-metanolo per la fase mobile. Acido formico 0,1% (v/v) e formato di ammonio (5 mM) sono stati aggiunti a entrambe le fasi. Il gradiente è stato programmato dal 5% al 95% di metanolo in 35 minuti di corsa, con un flusso pari a 220 µl min⁻¹ e un volume di iniezione di 3,5 µl.

Composti di massa standard sono stati continuamente eluiti per raggiungere un'accuratezza di massa più elevata; sono state utilizzate purina con un m/z di 121.0509 e HP-0921 con m/z di 922.0098, entrambe dell'Agilent Technologies.

I dati grezzi sono stati elaborati utilizzando il software Agilent Profinder B.06, in base all'algoritmo "find-by-formula"; vengono aggiunte delle informazioni per aver maggior confidenza nell'identificazione del composto: il tempo di ritenzione deve corrispondere (se è diverso le sostanze non sono le stesse) e deve esserci lo stesso profilo di massa.

La massa accurata è stata utilizzata assieme all'intero pattern isotopico (spaziatura isotopica e rapporto isotopico) per assicurare un più alto livello di confidenza nell'identificazione.

I composti fenolici che non erano presenti nel 100% delle repliche, in almeno un trattamento, sono state scartate.

Il database esportato da Phenol-Explorer 3.6 (Rothwell et al., 2013) è stato usato come riferimento per l'identificazione, adottando una tolleranza di 5 ppm per l'accuratezza della massa.

CARATTERIZZAZIONE DEL CONTENUTO PROTEICO E LIPIDICO DI LARVE DI MOSCA NERA SOLDATO HERMETIA ILLUCENS NUTRITE CON RESIDUI DI MACERAZIONE DELLA CANAPA

L'obiettivo è stato di verificare la possibilità di utilizzo delle larve di *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae) per rimuovere i residui di zuccheri riducenti (prevalentemente emicellulosa e pectine) che rimangono adesi alla fibra di canapa dopo il processo di macerazione. Tale eventuale possibilità si inserisce nel contesto della filiera della canapa a uso tessile e potrebbe vedere l'introduzione di un nuovo sistema di pulitura della fibra in alternativa alla tecnica tradizionale - che prevede l'uso di grandi quantità di acqua ad alta pressione - garantendo probabilmente un risparmio energetico interessante. Le larve di *H. illucens* non hanno un apparato boccale masticatore ma presentano una conformazione tale per cui sono in grado di alimentarsi solo su sostanze in decomposizione, quindi non dovrebbero danneggiare la fibra ma solamente pulirla. In questa fase sono state caratterizzate le larve secche da un punto di vista dell'umidità, del contenuto proteico e di quello lipidico.

Materiali e metodi

Campionamenti

Le prove sono state eseguite utilizzando le larve di *H. illucens* provenienti dall'allevamento massale presso il Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili (Di.Pro.Ve.S.) dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza. I campioni sono stati raccolti in quattro repliche per ogni prova riguardante le larve che si sono nutrite su canapa per 6 giorni con rapporto percentuale in peso larve/substrato del 5 e 10%. Per ogni set di repliche vi è un set di larve di controllo, nutrite su un substrato fatto di mangime di pollo.

Umidità e contenuto lipidico

L'umidità delle larve e il contenuto lipidico sono stati determinati per via gravimetrica. Le larve sono state essiccate in stufa a 55°C per 48h e l'umidità calcolata per differenza del contenuto disidratato con quello non disidratato. Il contenuto lipidico è stato estratto da larve secche tramite Soxhlet in etere di petrolio a 70°C per 6h e successivamente pesato ad una bilancia analitica.

Quantificazione delle proteine

Il contenuto proteico è stato calcolato con il metodo di Kjendhal. Una aliquota di larve secche è stata mineralizzata in acido solforico attraverso un mineralizzatore. A dissoluzione completata, il digerito è stato distillato, e l'ammoniaca recuperata in acido borico. La titolazione della soluzione ottenuta è stata fatta con

acido solforico 0.1 N, attraverso un auto-titolatore. Come fattore di conversione è stato utilizzato quello generico riportato in letteratura (6.25).

Risultati e discussione

Nella tabella seguente sono riportati i valori medi dei vari set di larve nutrite su diversi substrati (indicati con le lettere H, I ed L) con rapporto in peso larve/substrato del 5 e 10% e dei relativi testimoni di larve nutrite con mangime di pollo in due diversi Run (A e B). Con T0 sono indicate le composizioni delle larve nutrite con mangime di pollo con età di 10 giorni.

	Proteine Run A	Proteine Run B	Lipidi Run A	Lipidi Run B
larve T0	49.51	50.11	17.88	16.8
5H A	51.94	50.44	18.81	17.22
5H A testimone	48.55	48.12	19.41	19.04
10H A	49.47	50.11	16.11	15.44
10H A testimone	48.84	49.77	18.72	19.52
5I A	49.22	50.99	18.27	16.98
5I A testimone	51.05	50.73	15.89	16.04
10I A	50.94	49.74	18	18.24
10I A testimone	49.24	48.99	18.64	18.25
5L A	51.13	48.81	16.07	16.01
5L A testimone	49.53	49.04	17.34	17.57
10L A	54.78	46.18	17.77	16.74
10L A testimone	51.11	51.25	18.09	17.85

Analizzando la tabella, si nota come la variazione del contenuto sia proteico che lipidico è di poche unità percentuali. Per quanto riguarda il set di campioni H, vi è un aumento del contenuto lipidico a discapito di quello proteico; per quanto riguarda invece il set di campioni I, vi è una tendenza ad un leggero aumento sia del contenuto lipidico che proteico; infine, per il set di campioni L, vi è uno spiccato aumento del contenuto proteico a discapito di quello lipidico.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<i>Le attività svolte sono in linea con quanto preventivato.</i>
---	--

2.8.2 Costo personale azione 3.6 (AZIONE 6)

Cognome e Nome	Azienda/Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	SITEIA	Borsista di Ricerca	Analisi di Laboratorio su Biochar	717	€ 12,97	€ 9.299,49
	UCSC	Professore Associato	Analisi di laboratorio	63	€ 29,88	€ 1.882,44
	UCSC	Ricercatore	Analisi di laboratorio	38	€ 25,61	€ 973,18
	UCSC	Borsista di Ricerca	Analisi di laboratorio	149	€ 15,96	€ 2.378,04
Totale						€ 14.533,15

2.9 Azione 3.7 (AZIONE 7) – redazione dei report annuali (STUARD, UCSC, CFSIVT, SITEIA, CREA)

2.9.1 Descrizione attività e risultati:

Azione	3.7 Redazione dei report annuali (azione 7)
Unità aziendale responsabile	SITEIA, CREA, UCSC, CFSIVT, Stuard
Descrizione delle attività	Gli enti di ricerca e di sperimentazione costituenti il GOI hanno effettuato i report annuali delle relative azioni di propria competenza: Azione 3.1 (azione 1): Stuard; Azione 3.2 (azione 2): Stuard; CREA; CFSIVT; Azione 3.3 (azione 3): Stuard; CREA; CFSIVT; UCSC; Azione 3.4 (azione 4): CFSIVT; SITEIA; Azione 3.5 (azione 5): Stuard; Azione 3.6 (azione 6): UCSC; SITEIA; I report (relazioni/presentazioni) delle attività svolte sono state prodotte in corso d'opera e condivise con i partner del progetto hanno consentito di effettuare la pianificazione delle attività progettuali. Una sintesi dei suddetti report è stata inserita nelle rendicontazioni.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	I partner hanno effettuato i report delle attività svolte, in linea con il protocollo previsto dal Piano del GO. I report hanno consentito di individuare eventuali criticità nelle attività previste dal protocollo sperimentale.
Attività ancora da realizzare	Attività completata

2.9.2 Personale azione 3.7 (AZIONE 7)

Nella tabella sottostante il riepilogo del personale coinvolto nell'azione 3.7 afferenti alle diverse unità operative:

Cognome e Nome	Azienda/Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	CREA	Ricercatore liv 3	Redazione rapport annuali	10	€ 29,19	€ 291,90
	STUARD	Tecnico Agronomo	Redazione rapport annuali	45	€ 37,54	€ 1.689,30
	SITEIA	Professore ordinario	Redazione rapport annuali	8	54,19/55,48 €	€ 439,97
	UCSC	Professore associato	Redazione rapport annuali	2	€ 41,51	€ 83,02
Totale:						€ 2.504,19

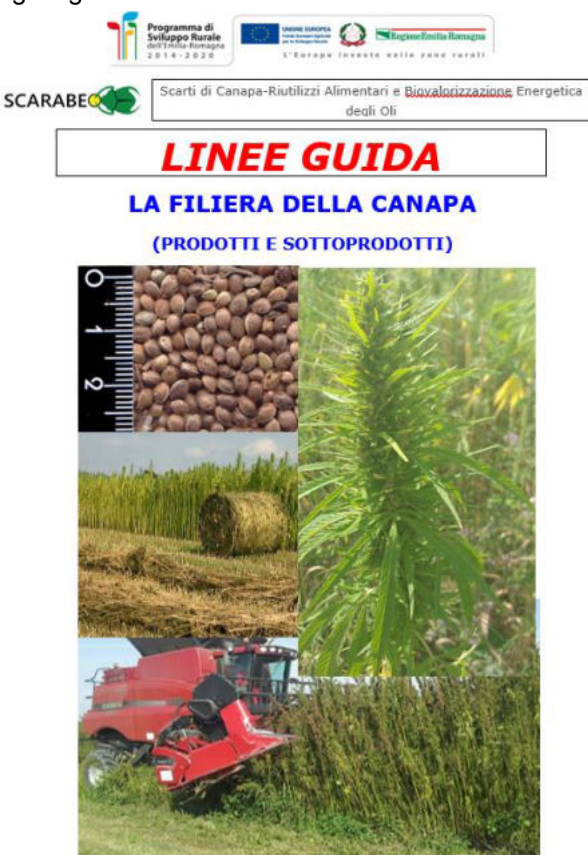
2.9.3 Consulenze e collaborazioni

Nominativo del consulente	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	Redazione rapport annuali	€ 1.026,51
Totale:		€ 1.026,51

2.10 Azione 3.8 (AZIONE 8) – Redazione delle linee guida per l'applicazione e la diffusione delle pratiche e/o combinazione di pratiche testate.

2.10.1 Descrizione attività e risultati

Azione	3.8 Redazione linee guida
Unità aziendale responsabile	Stuard, CREA

Descrizione delle attività	Il CREA, con la collaborazione di Stuard, sulla base della letteratura e di quanto emerso dalle attività progettuali ha elaborato le linee guida per gli operatori del settore, raccolte nella brochure dal titolo "LA FILIERA DELLA CANAPA (PRODOTTI E SOTTOPRODOTTI)", in cui vengono descritte e rese fruibili le innovazioni introdotte con la sperimentazione nella filiera della canapa oltre che le principali tecniche colturali. Le Linee guida saranno disponibili sul sito ufficiale del progetto e distribuite agli agricoltori anche in futuro tramite le diverse attività aziendali. 
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	Nessuna criticità e scostamento evidenziato.
Attività ancora da realizzare	Attività realizzata

2.10.2 Costo del personale azione 3.8 (AZIONE 8)

Cognome e Nome	Azienda/Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	STUARD	Tecnico Agronomo	Redazione linee guida	80	€ 37,54	€ 3.003,20
Totale:						€ 3.003,20

2.11 Azione 3.9 (AZIONE 9) – Raccolta dati (Stuard, CREA, UCSC, CFSIVT, SITEIA)

2.11.1 Descrizione attività e risultati

Azione	Azione 3.9 (AZIONE 9) Raccolta dati
Unità aziendale	Stuard, CREA, CFSIVIT, SITEIA, UCSC
Descrizione delle attività	Ciascun partner ha raccolto i dati relativi alle proprie azioni di competenza per il secondo ciclo di sperimentazione, confrontando ed elaborando alla fine i dati di entrambe le annate per trarre alcune considerazioni finali. Ogni partecipante del GOI ha reso partecipe i colleghi dei rispettivi risultati ottenuti; il confronto è servito inoltre per poter redigere le linee guida. I dati raccolti da ogni partner sono riportati in questa relazione tecnica nelle rispettive azioni.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità, evidenziate	Gli obiettivi sono stati raggiunti.
Attività ancora da realizzare	Tutte le attività sono state realizzate

Azione	3.9 Raccolta dati e LCA
Sotto-azione	Campionamento valutazione impatto ambientale e LCA

Unità aziendale responsabile	UCSC - DISTAS - Area Chimica
Descrizione delle attività	Obiettivo di questa sotto-azione è quantificare la sostenibilità ambientale mediante analisi LCA di soluzioni per la pulitura della fibra di canapa dalle mucillagini che la rivestono dopo la macerazione nell'ottica di individuare le principali soluzioni verso possibili miglioramenti del sistema. In particolare i processi di pulizia oggetto di analisi sono: ✓ processo A: rimozione del film mucilagginoso adeso alla fibra macerata mediante lavaggio con acqua ad alta pressione; ✓ processo B: rimozione del film mucilagginoso adeso alla fibra macerata con larve del dittero <i>Hermetia illucens</i> al decimo giorno di sviluppo e successivo lavaggio. L'analisi LCA è stata condotta in conformità alla serie di norme UNI EN ISO 14040: 2006 e UNI EN ISO 14044:2006 utilizzando il codice di calcolo SimaPro 9 (PRè, 2014) e la valutazione degli impatti è stata effettuata con il metodo IMPACT 2002+ (Jolliet, 2003). La valutazione di impatto comparativa è stata elaborata a parità di prestazioni finali (grado di pulizia) del prodotto finito (fibra). Dunque per ottenere lo stesso grado di pulizia si suppone che nel processo A che prevede solo il lavaggio, venga eseguito un numero di lavaggi pari a $n = (\text{Resa pulitura processo B (Larve+Lavaggio)})/(\text{Resa pulitura processo A (Larve)}) = 0,23/0,07$. L'unità dichiarata dei sistemi indagati è rappresentata dal quantitativo di fibra pulita ottenuta [g]. I risultati delle prestazioni ambientali sono espressi per unità funzionale (UF) pari a 1 g di fibra pulita. I parametri biologici di allevamento del dittero <i>Hermetia illucens</i> sono dati primari raccolti durante i test sperimentali su scala di laboratorio presso il laboratorio DI.PRO.VE.S dell'Università Cattolica di Piacenza. Laddove i dati non erano disponibili, lo studio è stato completato sulla base di dati secondari ottenuti dalla banca dati Ecoinvent vers.3 utilizzata per modellare i processi di background (produzione di materiale, produzione di combustibile ed elettricità e trasporti). I processi mancanti sono stati creati ad hoc, come per esempio i processi relativi ai componenti dell'impianto di allevamento massale di <i>Hermetia illucens</i>. Per quest'ultimo sono stati utilizzati dati relativi all'impianto prototipale di allevamento massale sviluppato nell'ambito del progetto di Dottorato " Life Cycle Assessment of the valorisation process of organic waste using insects to obtain bioplastics – Dott.ssa Rosangela Spinelli". Quando è stato necessario utilizzare delle procedure di allocazione, sono state utilizzate procedure di allocazione di massa. L'analisi dei risultati ha determinato che il processo di pulitura che prevede una fase di pulitura con larve di <i>Hermetia illucens</i> prima del lavaggio genera un impatto maggiore. In particolare il danno totale vale 1,6907E-05 Pt ed è imputabile per il 59,86% al processo "FASE 1 – Accrescimento su mangime per polli". Dall'analisi dettagliata del processo "FASE 1 – Accrescimento su mangime per polli" emerge che il danno maggiore è imputabile ai consumi energetici. Analizzando i dati in base alla loro incidenza percentuale sul danno totale si osserva infatti che il processo relativo ai consumi energetici impatta per c.a 83%. In particolare su un danno totale imputabile ai consumi energetici pari a 8,38 Pt, c.a il 99% è ascrivibile all'energia del gruppo frigo utilizzato per il mantenimento della temperatura. Al fine di minimizzare questi hotspot ambientali si potrebbe valutare l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili. Per maggiori dettagli si rimanda al documento "Report LCA" allegato alla relazione tecnica.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<i>Le attività svolte sono in linea con quanto preventivato.</i>
Attività ancora da realizzare	<i>Attività completata.</i>

2.11.2 Costo personale azione 3.9 (AZIONE 9)

Il costo del personale coinvolto riportato nella tabella sotto (SITEIA non rendiconta personale):

Cognome e Nome	Azienda/Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	CREA	Ricercatore liv 3	Raccolta dati	4	€ 29,19	€ 116,76
	UCSC	Professore associato	Raccolta dati	10	€ 41,51	€ 415,10
	STUARD	Tecnico Agronomo	Raccolta dati	41	€ 24,79	€ 1.016,39
	STUARD	Tecnico	Raccolta dati	34	€ 17,65	€ 600,10
	STUARD	Operaio	Raccolta dati	45	€ 15,93	€ 716,85
Totale						€ 2.865,20

2.11.3 Costo consulenze e collaborazioni azione 3.9 (azione 9)

CFSIVT si è avvalso di un collaboratore il cui costo è riportato nella tabella che segue:

Nominativo del consulente	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	Raccolta dati	€ 639,56
Totale:		€ 639,56

2.12 Azione 4 – Divulgazione

2.12.1 Descrizione attività e risultati

TUTTI I PARTNER DEL GO

1-2 Marzo 2019: Partecipazione all'evento della Regione Emilia Romagna presso FICO "Innovazione e ricerca per il sistema agroalimentare in Emilia-Romagna" – stand con roll-up, brochure e materiale illustrativo.

<https://www.aster.it/eventi/innovazione-e-ricerca-per-il-sistema-agroalimentare-emilia-romagna>

Invito alla giornata divulgativa presso FICO-Bologna



SAVE THE DATE

**INNOVAZIONE E RICERCA
PER IL SISTEMA AGROALIMENTARE IN
EMILIA-ROMAGNA**

**Bologna, 1 marzo 2019, ore 9 - 13
Sala Congressi FICO - via Paolo Canali 8**

Interventano
Stefano Bonaccini, Presidente della Regione Emilia-Romagna,
Simona Caselli, Assessore all'Agricoltura, caccia e pesca
Palma Costi, Assessore alle attività produttive, piano energetico, economia verde e ricostruzione post-sisma

Logos: Italian Government, European Union, Emilia-Romagna Region, ASTER, CLUSTER AGRIFOOD, RIFERENZIALE NAZIONALE 2014-2020, FICO.

Emilia-Romagna facciamo la differenza

Per ragioni organizzative è gradita l'iscrizione online: <https://agri.regione.emilia-romagna.it/giasapp/agricvnto/iscrizione/vento/195>

Esposizione del materiale informativo presso FICO -Bologna 1 e 2 Marzo 2019



Il 21 gennaio 2020 si è tenuto presso il Centro Tadini l'evento dal titolo "Soluzioni Innovative per la Valorizzazione degli Scarti di Filiera". In particolare per il Progetto SCARABEO sono stati presentati i prototipi pirogassificatore (comune ad altri progetti) e bioreattore per l'estrazione della fibra; si è parlato inoltre dell'applicazione pratica del biochar in agricoltura (derivato da canapulo nel caso specifico di SCARABEO). CREA e STUARD hanno poi illustrato, rispettivamente, la Filiera e la Tecnica Colturale della Canapa. La giornata era indirizzata agli utenti finali, agricoltori e rappresentanti di categoria; con grande piacere erano presenti anche alcune classi dell'Istituto Agrario di Piacenza.

Invito alla giornata divulgativa presso il Centro di formazione Tadini (PC)



**SOLUZIONI INNOVATIVE PER LA
VALORIZZAZIONE DEGLI SCARTI DI FILIERA**

(ZOOTECNICA - LATTIERO CASEARIA - ORTOFRUTTA - CANAPA)

**I Gruppi Operativi presentano
i risultati dell'attività di sperimentazione
(PSR 2014-2020)**

21 GENNAIO 2020
Centro di Formazione Vittorio Tadini



**Scarti di Canapa - Riutilizzi Alimentari
e Biovalorizzazione Energetica degli
Oli**



**Scarti Colture Orticole: Opportunità nella
Trasformazione Energetica e nel loro Riutilizzo**



**Fly Larvae Associated with Mixed
Biochar
for reducing swine manure Emission**



**Filiera del Parmigiano Reggiano:
Valorizzazione dei sottoprodotti a scarti
ZERO**



**PROcessi innovativi per la gestione
dei reflui ZOOTecnici**

Disegnata e curata da C.F.T. e T. Scalfi, Istituto di Gestione, Direzione Agricoltura, ricerca e pesca della Regione Emilia-Romagna. Iniziativa realizzata nel quadro del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 - Tipi di operazione 16.1.20 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione. Produzione e sostenibilità dell'agricoltura.









PROGRAMMA

- ▶ **9:00-9:30: Registrazione partecipanti**
- ▶ **9:30-9:45 Saluti:** intervengono il Prof. Paolo Sokolai (Presidente Centro Tadini) ed il Prof. Marco Trevisan (Presidente Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore-Piacenza)
- ▶ **9:45-10:00 Introduzione ai lavori**
- ▶ **10:00-10:15 La piro-gassificazione: tecnologie, proprietà e valorizzazione del biochar** (Dr. Marco Enrini)
- ▶ **10:15-10:30 Rifiuti o residui: valorizzazione energetica ed agronomica del biochar** (Prof. Elena Maestri, Università degli Studi di Parma)
- ▶ **10:30-10:45 Applicazioni agronomiche del biochar** (Drs.ssa M. Roberta Vicchi, Az. Agr. Sperim. Stuard)
- ▶ **10:45-11:00 Digestato: scarto o risorsa? La concentrazione come soluzione innovativa** (Dr. Davide Imperiale, SSICA)
- ▶ **11:00-11:15 Valorizzazione agronomica dei prodotti ottenuti dal digestato trattato con il prototipo SSICA** (Dr. Sandro Cornali)
- ▶ **11:15-11:30 pausa caffè con visita area espositiva**
- ▶ **11:30-11:45 Larve di insetti: nuove alleate nella biotrasformazione dei residui** (Prof. Emanuele Mazzoni, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza)
- ▶ **11:45-12:00 Allevamento delle larve di BSF: esperienze presso la Stuard** (Dr. Luca Del Bello)
- ▶ **12:00-12:15 La filiera della canapa: prodotti, sottoprodotti e scarti** (Drs.ssa V.M. Cristiana Molteni, CREA-Centro di Ricerca Genomica e Bioinformatica)
- ▶ **12:15-12:30 Tecniche colturali della canapa** (Dr. Roberto Reggiani, Az. Agr. Sperim. Stuard)
- ▶ **12:30-12:45 Le filiere innovative per il recupero dei residui agricoli: quali benefici economici?** (Prof. Michele Donati, Università degli studi di Parma)
- ▶ **12:45-13:00 Conclusioni** (Prof. Nelson Marmiroli, Università degli studi di Parma)
- ▶ **13:00 Buffet offerto dal CSVT**

Interventi durante il convegno presso il Centro Tadini 21/01/2020



SITEIA.PARMA

Partecipazione al convegno del progetto INTENSE FACCE SURPLUS JPI su agricoltura sostenibile, Bordeaux (Francia), 29-30 gennaio 2019

Incontro con Università di Firenze e Consorzio INSTM per progettazione attività di ricerca su biochar In Regione Toscana, Pontedera (PI), 18 febbraio 2019

Inaugurazione dell'impianto di pirogassificazione presso Università di Parma, 26 marzo 2019 – comunicato stampa

Partecipazione al Workshop per stakeholder del progetto INTENSE FACCE SURPLUS JPI su agricoltura sostenibile, Hasselt e Kinrooi (Belgio), 26 marzo 2019 – presentazione “Tools for improving soil quality and fertility”

Attività “Skype a Scientist” con scolaresche USA nel periodo febbraio-aprile 2019 – discussioni sul ruolo del biochar nell’agricoltura sostenibile

Visita di delegazione Ucraina in SITEIA.PARMA e Dipartimento SCVSA, 13-17 maggio 2019: programmazione di attività per studenti e visita al pirogassificatore

Partecipazione a EUBCE2019 27th European Biomass Conference & Exhibition, Lisbona (Portogallo), 27-30 maggio 2019 – poster e presentazione “Biochar potential as soil improver assessed through structural and functional features”

Partecipazione a SMAU R2B con materiale illustrativo sui progetti, Bologna, 6-7 giugno 2019

Notte dei ricercatori 26 settembre 2019: poster sul biochar e questionario ai partecipanti nella “stanza della sostenibilità”

Partecipazione alla 16th International Phytotechnology Conference, Changsha (China), 23-26 settembre 2019 – presentazione orale “Exploitation of biomass from agro-industrial residues – Obtaining energy and by-products for valorisation”

Visita di delegazione Croazia in SITEIA.PARMA e Dipartimento SCVSA, 23 ottobre 2019 – visita ai laboratori

Convegno NANO-DAY IV, Milano, 11-14 dicembre 2019 – organizzazione di una sessione su agricoltura sostenibile

Attività del Dipartimento di Eccellenza “Il valore della complessità”, 31 gennaio 2020

Tirocinante per il Corso di Studio in Biotecnologie, A.A. 2018/2019 - Elaborato di laurea “Test di fitotossicità del biochar”

Publicazioni

MAESTRI, E., IMPERIALE, D., REGGIANI, R., ERRANI, M., BONAS, U., LENCIONI, G., MUSSI, F., PAESANO, L., ROSSI, R., MARMIROLI, M., BARGIACCHI, E., MIELE, S., MOLITERNI, V.M.C., MAZZONI, E., LAMASTRA, L., MARMIROLI, N. (2019) Exploitation of biomass from agro-industrial residues – Obtaining energy and by-products for valorization. Abstracts Book IPC2019 Changsha, p.152.

MAESTRI, E., MARMIROLI, N., SÆBØ, A., MENCH, M., MILLAN, R., OBERMEIER, M.M., OLCAY, H., PERSSON, T., RINEAU, F., RUTKOWSKA, B., SCHMID, T., SZULC, W., WITTERS, N., SCHRÖDER, P. (2019) Key issues of the INTENSE EU project are crucial for sustainable increase of food and biomass production on marginal soils. Abstracts Book IPC2019 Changsha, p.157.

2.12.2 Costo personale azione 4 (AZIONE 4)

Cognome e Nome	Azienda/Ente	Mansione/Qualifica	Attività svolta nell'azione	N. ore	Costo Orario	Costo totale
	STUARD	Tecnico Agronomo	Divulgazione	47	€ 29,99	€ 1.409,53
	STUARD	Tecnico Agronomo	Coordinamento tecnico divulgazione	20	€ 24,79	€ 495,80
	STUARD	Tecnico	Divulgazione	27	€ 17,65	€ 476,55
	UCSC	Professore Associato	Divulgazione	20	€ 29,88	€ 597,60
Totale						€ 2.979,48

2.12.3 Costo consulenze e collaborazioni azione 4 (DIVULGAZIONE)

Nominativo del consulente	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	Divulgazione	€ 4.936,95
Totale:		€ 4.936,95

2.13 Azione 5 (FORMAZIONE): CFSIVT

L’attività di formazione prevista nel Piano del GO di questo progetto è stata completamente realizzata.

L’attività di coaching è stata svolta come da programma presso le tre Aziende agricole partner del progetto. I partecipanti sono stati (Azienda Agricola Freppoli Giuseppe), (Azienda Agricola BINELLI BRUNO E UGO E C.) e (Azienda Agricola Valentina E Federico Rossi S.S).

Il coaching era organizzato in tre moduli in cui sono stati descritti i seguenti argomenti:

- MODULO 1 - Produzione e raccolta dei materiali di canapa.
- MODULO 2 - Coltivazione della canapa e trebbiatura del seme, il trattamento meccanico di stigliatura dei fusti, la separazione del tiglio (porzione corticale del fusto, ricco di fibra lunga) dal canapulo (sottoprodotto lignificato).
- MODULO 3 - Pulitura della fibra macerata dalle mucillagini e dai residui di sostanza organica parzialmente decomposta, realizzata dalle larve del dittero *Hermetia illucens* (L.), utilizzazione delle larve per la produzione di biodiesel, e gli scarti per alimentare un impianto di biogas.

Viste le difficoltà tecniche incontrate per le semine, particolare attenzione è stata posta ad identificare i problemi agronomici della coltivazione.

3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina

Criticità tecnico-scientifiche	Mancata semina di due campi sperimentali di canapa previsti nella prova.
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Nessuna particolare criticità gestionale.
Criticità finanziarie	Nessuna particolare criticità finanziaria.

4 -Altre informazioni

Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti

5 Considerazioni finali

Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare

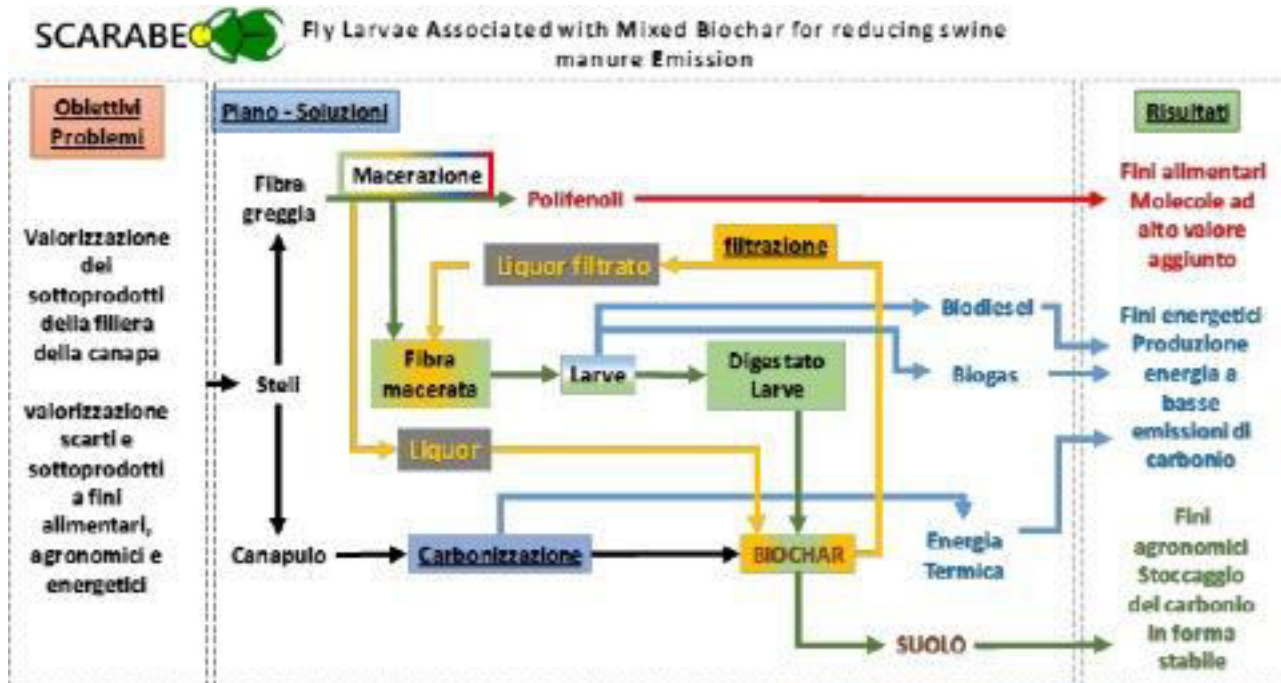
6- Relazione tecnica

DA COMPILARE SOLO IN CASO DI RELAZIONE FINALE

Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale.

Il progetto SCARABEO ha concepito una innovativa filiera per la produzione della canapa in cui diversi elementi sono stati migliorati per aumentare produttività, qualità e sostenibilità, in pieno accordo con le ultime strategie dell'Unione Europea.

Lo schema qui riportato, proveniente dalla proposta originale, mette in evidenza i principali interventi.



I punti critici su cui si è concentrato il GOI sono in particolare: (1) il miglioramento del processo di macerazione e gli effetti sulla qualità delle fibre; (2) la valorizzazione e il potenziale riutilizzo del liquido di macerazione; (3) la valorizzazione dei sottoprodotti per aumentare la sostenibilità della produzione.

1-Il miglioramento del processo di macerazione e gli effetti sulla qualità delle fibre

I partner del progetto hanno riprogettato l'impianto per la macerazione della canapa, partendo dalla considerazione che in Italia queste competenze si sono ormai perse. L'impianto ha diversi vantaggi per il risparmio energetico in termini di isolamento termico e movimentazione dei materiali, ed è stato dotato di sensori per consentire un controllo puntuale in remoto del processo. Una particolare modifica ha riguardato il ricircolo del liquido (liquor) di macerazione, essenziale per la sua valorizzazione dopo filtrazione su filtro a biochar (vedi sotto).

Una modifica sostanziale del processo di macerazione, che è stato ottimizzato nei suoi parametri di durata, temperatura, pH, ossigeno disciolto, redox e inoculo batterico, ha poi riguardato l'intervento delle larve di *Hermetia illucens* (mosca soldato) per una ulteriore pulizia delle fibre dalle sostanze mucillaginose adese (emicellulosa, pectine). Questo innovativo passaggio consentirebbe il risparmio di grandi quantità di acqua ad alta pressione normalmente richiesta per il lavaggio. I partner del progetto hanno progettato e costruito due impianti per l'allevamento delle larve in modo massale, studiando poi tutti i parametri fisici e nutrizionali critici per la crescita degli insetti. Sono state anche costruite le vasche in cui lasciare agire le larve sulle fibre dopo la macerazione e soprattutto si sono ottimizzate le condizioni per svolgere la pulitura e per liberare alla fine del processo le fibre dalle larve. Larve di 10 giorni di età mantenute sulle fibre per 6 giorni in rapporto di 5-10% si sono dimostrate efficaci; la pulizia delle fibre è stata verificata al microscopio elettronico a scansione mostrandone una maggiore pulizia rispetto al lavaggio con acqua. Rimane da stabilirne la resistenza alla rottura.

La biomassa larvale ottenuta al termine della crescita sulle fibre è a sua volta un sottoprodotto utilizzabile, visto che non c'è alcun interesse a consentirne la maturazione in mosche adulte. Rispetto a larve cresciute su mangimi standard, le larve alimentate sulla canapa macerata hanno un minore peso, un contenuto lipidico di poco ridotto, e un leggero aumento nel contenuto proteico. Questi risultati preliminari sono da approfondire ulteriormente per studiare possibili valorizzazioni del larvato.

2-La valorizzazione e il potenziale riutilizzo del liquido di macerazione

Il liquor di macerazione è un problematico sottoprodotto della filiera della canapa, in quanto contiene microrganismi, sostanze potenzialmente utili, ed è tuttavia uno scarto difficile da smaltire. Le analisi effettuate dai partner di progetto hanno definito il contenuto di proteine e di sostanze fenoliche, mettendo a punto anche metodi rapidi e affidabili. La frazione proteica non è direttamente valorizzabile con una semplice estrazione. La frazione fenolica non ha mostrato al momento particolari composti interessanti da destinare a un ulteriore sfruttamento.

Un ulteriore passaggio di valorizzazione innovativo è stato perciò trovato nella filtrazione del liquor sul biochar prodotto dal canapulo (vedi sotto), che consentirebbe un riutilizzo dell'acqua dopo filtrazione, e la produzione di un biochar arricchito di sostanze nutritive da usare come ammendante. Un prototipo di filtro è stato preparato, evidenziando i fattori critici da tenere in considerazione per lo sviluppo definitivo, soprattutto la granulometria del biochar.

3-La valorizzazione dei sottoprodotti per aumentare la sostenibilità della produzione

Tra i sottoprodotti della filiera della canapa, il canapulo che rappresenta la parte legnosa degli steli è sicuramente interessante per il suo contenuto di carbonio in forma stabile. Questo lo rende una biomassa utilizzabile per la produzione di biochar, e i partner del progetto hanno sfruttato a tal fine un innovativo prototipo di pirogassificatore, sviluppato con il contributo di precedenti progetti PSR della Regione. Il biochar ottenuto dalla carbonizzazione del canapulo, senza necessità di aggiunte di altre biomasse come feedstock, si è rivelato di ottima qualità in base alle analisi fisiche e chimiche standard: pH basico, granulometria ridotta, basso contenuto di sali. Si rivela fitostimolante per la crescita di mono- e dicotiledoni.

Interessante è stato studiare la coltivazione della canapa in aree svantaggiate di alta-collina per valutarla come fonte di reddito per le aziende. La canapa infatti è un esempio lampante di coltura sostenibile poiché a basso impatto ambientale; è rustica e non richiede diserbi, interventi fitosanitari ed irrigazione. Per questo è perfetta per le aziende a regime biologico spesso diffuse in montagna. Ideale sarebbe continuare la sperimentazione su canapa presso queste realtà per formare l'agricoltore sulle tecniche colturali e sulle varie possibilità di trasformazione che la filiera propone. Nonostante gli effetti benefici ormai dimostrati del biochar, non siano osservabili nel breve tempo, il progetto SCARABEO ha dato la possibilità agli agricoltori di vedere riutilizzato un sottoprodotto altrimenti scartato (canapulo) nella propria azienda, nell'ottica di un'agricoltura sostenibile ed un'economia circolare.

L'analisi LCA per valutare il bilancio del carbonio ha evidenziato soprattutto i punti della filiera in cui è maggiore il consumo energetico, per suggerire possibili miglioramenti con l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, anche sfruttando l'energia del processo di carbonizzazione del canapulo e di altre biomasse prodotte in azienda.

Le analisi dei costi e benefici hanno considerato tutti gli usi potenziali dei prodotti e sottoprodotti, semi a stoppe, e soprattutto i benefici energetici e ambientali del biochar. I risultati dimostrano una buona vitalità commerciale dell'impresa, a cui vanno comunque aggiunti benefici ambientali non monetizzabili; in prospettiva una diversa scala degli impianti proposti potrebbe rendere le scelte più proficue.

Le attività di divulgazione e disseminazione del progetto hanno consentito di comunicare a diverse parti interessate i principali risultati, e sono risultate essenziali nella progettazione di nuove iniziative e ricerche.