

**PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto “CCF”**

**Bando di attuazione della sottomisura 16.1 azione 2 - PSR Regione Campania 2014-2020**  
***Sostegno per la conservazione, l'uso e lo sviluppo sostenibili delle risorse genetiche in agricoltura***

**Tipologia d'intervento 16.1. azione 2**  
***“Sostegno ai Progetti Operativi di Innovazione (POI) ”***

Progetto  
**Canapa Campana in Fibra “CCF”**  
**Data Decreto: 25 novembre 2019**

**Partenariato del Progetto**

- Dipartimento di Agraria - Università Federico II di Napoli (**Capofila**) – **Portici (NA)**
- Azienda Agricola Francesco D'Amore – **Frignano (CE)**
- Agricola Lamberti Soc. Agr. in Accom. Semplice – **Orta di Atella (CE)**
- Azienda Agricola Marrandino Generoso – **Aversa (CE)**
- Azienda Agricola Eduardo Rita – **Vairano Patenora (CE)**
- Rete San Leucio Textile - **Caserta**
- CREA - Cerealicoltura e Colture Industriali - **Caserta**
- CREA – Politiche e Bioeconomia - **Roma**
- CREA - Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari - **Roma**
- CNR – IPCB – **Pozzuoli (NA)**
- CNR STEMS già CNR IMAMOTER – (**Torino**)

**Relazione terza annualità**

## PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

### Premessa

L'Italia annovera una forte tradizione agro-industriale legata alla canapa. Infatti, fino agli anni '30 del secolo scorso era il secondo produttore al mondo per quantità (dopo la Russia) ed il primo per la qualità del prodotto. Le principali aree di coltivazione della canapa in Italia erano l'Emilia Romagna, la Campania, il Piemonte, il Veneto e la Lombardia. All'apice della produzione di canapa nel nostro paese, la superficie investita con questa coltura superava i 120.000 ettari con una produzione di fibra che sfiorava gli 800.000 quintali. A partire dagli anni '50 si è avuta una progressiva riduzione della coltivazione della canapa fino ad arrivare alla totale scomparsa dagli ordinamenti produttivi aziendali. Solo dall'inizio del nuovo millennio, nel nostro paese si è assistito alla ricomparsa di questa coltura che attualmente interessa solo poche migliaia di ettari. In alcuni paesi la coltivazione della canapa è però proseguita senza interruzioni per cui se l'Italia vuole reintrodurla con successo negli ordinamenti colturali si trova a dover colmare vari gap. In primis, bisogna pensare all'aggiornamento dell'agrotecnica e alla scelta delle varietà da coltivare in base al loro adattamento nei diversi areali di coltivazione e alle loro performance in funzione della destinazione d'uso (es. uso tessile, alimentare, ecc.). Pertanto, per poter soddisfare le suddette esigenze, si è deciso di realizzare un progetto che favorisca lo sviluppo di una filiera della canapa moderna, redditizia ed eco-sostenibile in grado di fornire soluzioni per le problematiche di carattere agronomico come sopra indicato. Allo stesso tempo il progetto che si sta realizzando sta cercando di dare delle risposte alle problematiche che riguardano le fasi di raccolta, macerazione e stigliatura per poter arrivare a produrre un filato resistente e di elevata qualità, che possa consentire la produzione di tessuti pregiati e nel contempo favorire l'utilizzazione dei sottoprodotti derivanti dalla separazione della fibra grezza dal resto della pianta.

### Attività svolta e risultati

**WP1. Coordinamento e gestione del progetto. Responsabile attività: UNINA-DiA con il coinvolgimento di tutto il partenariato.**

Il Dipartimento di Agraria di Portici, così come previsto dal progetto, nel corso di questo terzo anno ha svolto attività organizzative e gestionali all'interno dell'iniziativa che si sta realizzando in particolare cercando di monitorare le azioni dei vari partners per far recuperare, laddove presenti, i ritardi dovuti al covid. In particolare, ha organizzato diverse riunioni (alcune in remoto ed altre de

### **PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"**

visu) tra i partner del progetto per pianificarle. A tal proposito si è riusciti ad avere il prototipo di vasca di macerazione e sono iniziate le sperimentazioni dei WP4 e 5. I continui scambi di informazioni hanno così permesso di avere un monitoraggio puntuale dello stato di avanzamento del progetto, favorendone lo sviluppo ottimale sia per le attività scientifiche da concludere sia per gli aspetti finanziari.

Nell'ambito delle attività di coordinamento il DiA ha provveduto a preparare ed inviare alla Regione Campania una richiesta di proroga raccogliendo le motivazioni della richiesta espresse dai diversi partner. Tale richiesta inviata in Regione ad aprile 2022 è stata approvata dalla commissione di valutazione a giugno 2022.

Infine, il DiA ha contattato i diversi partner per organizzare il primo SAL del progetto che è stato regolarmente caricato sulla piattaforma SIAN e trasmesso alla Regione Campania.

#### **WP2. Validazione di varietà di canapa in differenti ambienti. Responsabile attività: CREA-Cerealicoltura e Colture Industriali con il coinvolgimento di UNINA-DiA, Azienda Eduardo, Azienda Marrandino.**

Nell'annata 2022 è stata programmata e organizzata una prova parcellare in agro di Frignano (CE) per valutare, in un diverso contesto zonale, le performance di alcune varietà di canapa dimostrate più performanti, nel biennio 2020 – 2021, negli areali di Casaluce (CE) e Vairano Patenora (CE).

In fase esecutiva, oltre alle più performanti varietà: Carmaleonte, Codimono, Carmagnola e Futura 75, si è provveduto a seminare pure: Fibrante, Tiborzallasi e Felina 32, nell'intento di acquisire dati biometrici, produttivi e fitosanitari, anche su queste ultime tre varietà, nell'areale di Frignano (CE).

A prova istituita, le alte temperature registrate nel periodo post semina, la loro persistenza nel tempo su valori stabilmente al di sopra di 30°C, le frequenti ondate di caldo anomalo, hanno bloccato la fase vegetativa e indotto una precoce prefioritura in tutte le varietà in prova.

Lo sviluppo stentato delle piante in parcella, l'eccessiva disomogeneità tra le parcelle, la precoce prefioritura, la rapida lignificazione della fibra, non hanno consentito di effettuare i rilievi previsti nel protocollo.

Per l'impossibilità di effettuare i rilievi biometrici e produttivi sulle varietà in prova, in quanto certi della non significatività dei dati all'analisi statistica, ci si è applicati, maggiormente, sulla diagnostica fitopatologica.

## PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

Nello specifico, sono stati eseguiti test sulla sanità del seme impiegato, nonché sulle piante sintomatiche prelevate nel 2022 e su quelle frigo conservate prelevate nel biennio 2020 – 2021, per identificare eventuali infezioni virali e fungine.

Per verificare lo stato di sanità del seme, sono stati prelevati singoli campioni delle varietà impiegate nella prova di campo, sottoposti ad un preventivo lavaggio con etanolo al 70% e ipoclorito di sodio all'1% per rimuovere contaminanti esterni, posti in piastre Petri da 90 mm su substrato PDA (Potato Dextrose Agar), incubati per 24 - 48 ore a 22°C.

I dati medi rilevati sono riportati nella tabella sottostante.

Varietà	Germinabilità (%)	Colonie fungine (%)	Alternaria (%)	Fusarium (%)	Altri funghi (%)
Carmagnola	65,7	44,0	54,5	45,5	0,0
Fibrante	42,9	100,0	76,0	16,0	8,0
Carmaleonte	31,4	88,0	90,9	9,1	0,0
Tiborzallasi	45,7	32,0	37,5	25,0	37,5
Futura 75	65,7	16,0	50,0	50,0	0,0
Felina 32	88,6	12,0	33,3	33,3	33,3
Codimono	20,0	88,0	81,8	18,2	0,0

I dati in tabella indicano che la semente impiegata presenta un'alta percentuale di patogeni fungini. Ciò spiegherebbe la bassa germinabilità riscontrata in campo e in laboratorio, ad eccezione di Felina 32 la cui elevata germinabilità è relazionata alla scarsa presenza di colonie fungine accertate.

Dette colonie sono state prelevate dalle piastre di crescita e conservate in purezza in una micoteca costituita da circa 50 isolati sui quali sono in corso specifiche analisi molecolari.

I funghi, sulla base dell'esame morfologico delle colonie, sono stati raggruppati in tre categorie: Alternarie, Fusarium e altro. Successivamente, si è proceduto al riconoscimento tassonomico a livello di specie mediante PCR specifica per il DNA ribosomiale. Da una prima serie di isolamenti fungini su Fibrante sono stati identificati *Alternaria rosae* e *Fusarium graminearum*, la cui natura patogena è stata confermata dai test di patogenicità.

### PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

In **Figura 1** è possibile osservare tacche necrotiche sulla radichetta e strozzature dell'epicotile indotte da *Alternaria rosae* su plantule di Fibrante.

Trattandosi di primi ritrovamenti, i dati relativi sono stati pubblicati su Plant Disease <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-22-1375-PDN>

I risultati ottenuti su *Fusarium graminearum* sono in corso di pubblicazione.

Nel prosieguo dell'attività, fino alla scadenza del progetto CCF, si procederà con il riconoscimento morfologico e molecolare degli isolati ottenuti e con l'effettuazione delle prove di patogenicità, al fine di identificare altri potenziali patogeni da contenere a garanzia della sanità della semente.

Analoga attività sarà svolta sui campioni vegetali sintomatici prelevati nel triennio di prove 2022 – 2022.

**Figura 1**



**WP3. Ottimizzazione tecnica colturale. Responsabile attività: UNINA-DiA con il coinvolgimento di CREA Cerealicoltura e Colture Industriali, CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, Azienda D'Amore, Azienda Lamberti.**

Coerentemente con le attività richieste dal progetto, il WP3 si è occupato di impostare le prove agronomiche, nei medesimi contesti pedoclimatici, finalizzate all'ottimizzazione della tecnica colturale relativamente alla possibilità di anticipare le semine. Anche per questa sperimentazione le prove sono state condotte presso l'azienda Francesco D'Amore (sita in agro di Frignano) e l'azienda Lamberti Soc. Agr. in Accomandita Semplice (sita in agro di Orta di Atella). Le prove hanno

### **PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"**

previsto il confronto di tre varietà di canapa a diverso habitus e precocità, incluse nel catalogo europeo seminate in due periodi. Inoltre, tenendo presente le difficoltà di germinazione la semina è stata effettuata con seminatrice pneumatica di precisione, maggiorando le dosi del 30% rispetto a quelle teoriche.

La superficie di riferimento dei campi pilota è stata di 1.500 mq e i confronti di campo sono stati impostati per testare i seguenti fattori: epoche di semina (anticipata e normale); cultivar: Carmaleonte (CAR) - resa disponibile dal CREA, Futura 75 (FUT) e Felina 32 (FEL). Il disegno sperimentale utilizzato è stato completamente fattoriale per un totale di 6 trattamenti replicati su tre blocchi.

Come consuetudine sono state effettuati dei campionamenti per la caratterizzazione chimico fisica del suolo;

Nel periodo del 2022 sono state effettuate le elaborazioni dei dati del secondo anno di cui si riportano le informazioni salienti.

Anche in quest'anno i dati di accrescimento e di asportazione di N confermano il grande potenziale produttivo della piana campana, anche per quest'anno la minimizzazione dei surplus è la strada da seguire per gestire al meglio sia l'impatto ambientale della coltivazione che il miglioramento della qualità della fibra. Anche per questo set di campioni verranno effettuate le valutazioni in collaborazione con WP5 (DIA-UNINA), per il test di estrazione della fibra con specifici consorzi microbici, e al WP6 (CNR STERMS già CNR IMAMOTER) per i cantieri di stigliatura.

In particolare, nel secondo anno di sperimentazione la cultivar Felina è risultata quella più performante come produzioni di biomassa, ciò unito alla miglior idoneità alla produzione di fibra, riscontrata anche l'anno precedente, la rende a maggior ragione la più idonea.

In quest'anno Carmaleonte ha fatto riscontare produzioni intermedie e Futura quelle più basse.

Anche quest'anno le densità di semina non hanno fatto riscontrare differenze di produzione mostrando ulteriormente la capacità di questa coltura di adattarsi alle diverse condizioni di coltivazione.

Per quanto concerne la concimazione la ricchezza dei terreni utilizzati ha fatto sì, pure in questa annata, che le uniche differenze riscontrate sono quelle relative alla tesi non concimata che mostra cali produttivi solo del 10%.



#### **PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"**

E' confermato, infine, l'interesse per la cultivar Carmaleonte, che sia per la plasticità dimostrata rispetto la densità di impianto e la disponibilità azotata, e sia per la colorazione più chiara della fibra, potrebbero renderla, come già detto, una varietà di sicuro interesse per gli areali campani.

#### **WP4. Cantieri di raccolta. Responsabile attività: CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari con il coinvolgimento di UNINA-DiA e tutte le Az. Agricole coinvolte nel progetto.**

L'attività della terza annualità ha riguardato il proseguito sulla valutazione di alcune delle diverse varietà di canapa coltivata nelle annate precedenti e su come le tecniche adottate nel post raccolta possano influire sulle qualità della fibra. Infatti, al fine di poter effettuare un processo di macerazione degli steli di canapa in ambiente controllato, è stato redatto il progetto ed è stato realizzato un primo prototipo di vasca di macerazione. Tale vasca realizzata in acciaio inox presenta una cubatura di circa 0,6 m<sup>3</sup>, può ospitare steli di canapa della lunghezza massima di 1 metro, in un ambiente condizionato termicamente in modo da ottimizzare l'utilizzo di lieviti selezionati predisposti del WP5. La vasca presenta un sistema di ricircolo dell'acqua di macerazione, un sistema di riscaldamento termostato in grado di garantire una temperatura costante secondo le esigenze della fase di macerazione e dei lieviti utilizzati.

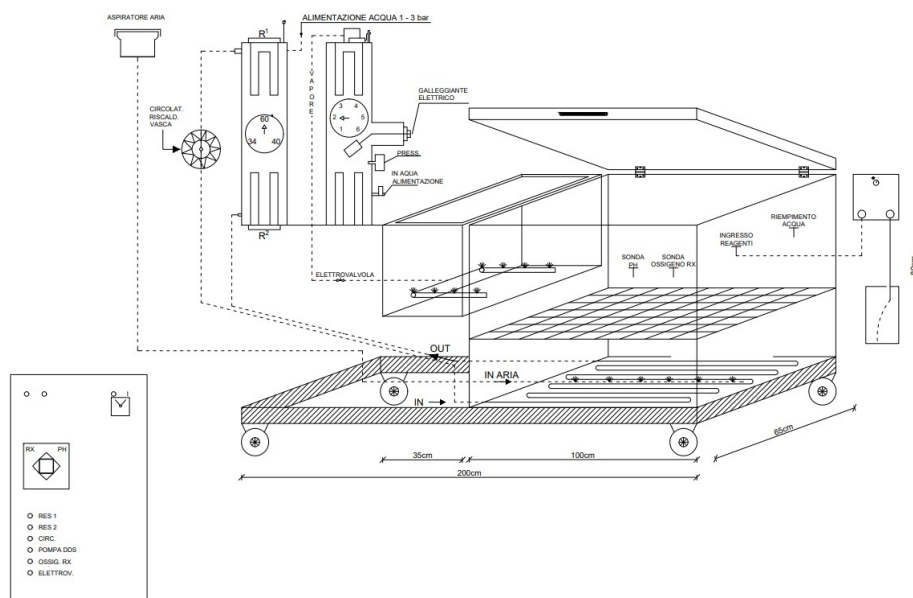
Inoltre, la vasca presenta un sistema di produzione di vapore secco che permette di effettuare un preriscaldamento della biomassa prima che inizi la fase di macerazione. In questo modo di attenua l'attività dei batteri presenti naturalmente sulla biomassa, favorendo così l'azione dei lieviti selezionati.

I principali dati del prototipo di vasca realizzata sono:

- Dimensione vasca di macerazione 1000 x 650 x h 800, Spessore 2 mm in acciaio inox, munita di telaio inox corredato di ruote con sistema di blocco. Munita coperchio superiore di chiusura con pozzetto a fungo per fuoriuscita vapori in acciaio inox. Rete interna per appoggio prodotto da macerare e rete superiore per evitare galleggiamento prodotti.
- Sistema di riscaldamento dell'acqua con ricircolo continuo;
- Soffiatore per insufflaggio d'aria integrato con un misuratore dell'ossigeno disciolto e del pH.
- Una caldaia per la produzione di vapore, munita di strumentazione di regolazione montata con criteri di sicurezza, con display visivo.
- quadro elettrico completo di comando, munito di strumentazione per il controllo del PH,

**PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"**

temperatura e dell'ossigeno disciolto, con relative sonde.



**Schema tecnico descrittivo del prototipo di vasca di macerazione realizzato**





**PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto “CCF”**



**Vasca di macerazione e particolari dei sistemi di riscaldamento e di ossigenazione**

**WP5. Miglioramento del processo di macerazione. Responsabile attività: UNINA-DiA con il coinvolgimento di CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, Az. D'Amore, Az. Lamberti.**

***Prove di bioestrazione della canapa “in vasca” con o senza pre-macerazione “in campo” e con l’aggiunta del consorzio microbico macerante in condizioni controllate (lab-scale).***

Nel 2022 erano elaborati, mediante analisi bioinformatica, i dati metagenomici ottenuti dallo studio del microbiota attraverso l’High-Throughput Sequencing e relativi alla prova di bioestrazione “in vasca” del 2021. La prova aveva previsto l’uso di un consorzio microbico macerante selezionato costituito dai ceppi batterici *Pseudoarthrobacter equi* PT2-C-61-P, *Bacillus subtilis* AT2SB-87-P, *Stenotrophomonas pictorum* ET2SB-711-P e *Krasilnikovella muralis* ET2C64-P in prove di bioestrazione della canapa sottoposta o meno a diverso periodo di pre-macerazione in campo (10, 20 o 30 giorni), in brodo di arricchimento selettivo.

La complessità microbiologica dei diversi biosistemi di macerazione è stata stimata attraverso l’analisi dell’alpha diversity (diversità intra-campione), che ha permesso di esaminare il numero dei

### PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

taxa batterici all'interno di ciascun campione. In dettaglio, la ricchezza e la diversità microbica nei singoli campioni è stata valutata mediante il calcolo dell'indice Shannon, che tiene conto della richness, cioè del numero di OTUs, e dell'evenness, quindi delle abbondanze relative. L'analisi statistica basata sul test di Kruskal-Wallis indicava una differenza significativa ( $P < 0,05$ ) tra i diversi tempi di macerazione dei campioni inoculati con il consorzio macerante mostrando all'inizio del processo (T0) una biodiversità significativamente minore (Figura 1).

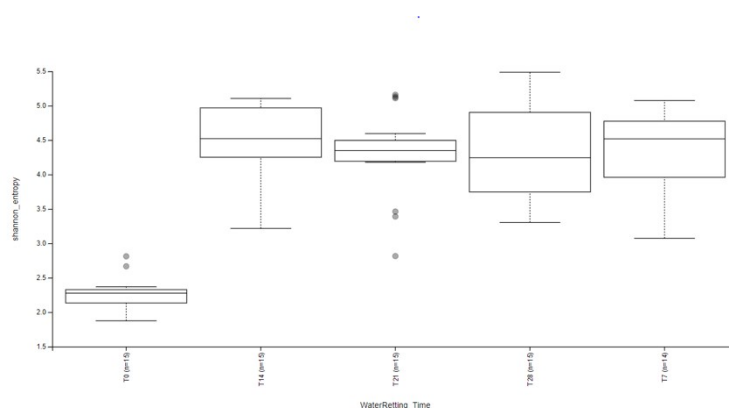
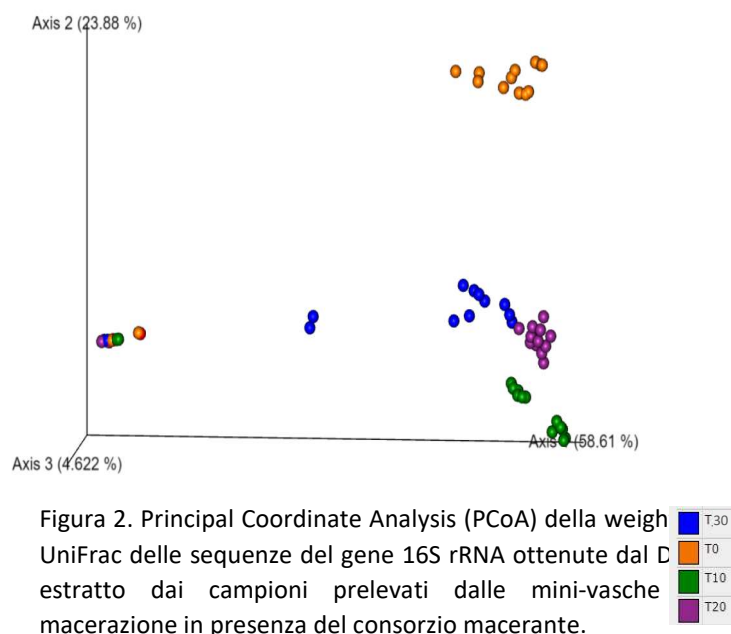


Figura 1: Boxplot che rappresenta la diversità batterica valutata durante il processo di macerazione in mini-vasche attraverso l'indice di Shannon.

Inoltre, la beta-diversity (diversità inter-campione) ha permesso di esaminare le differenze significative tra le popolazioni batteriche tra i diversi campioni. La similarità nella comunità batterica, espressa come Principal Coordinate Analysis (PCoA) della weighted Unifrac, che tiene conto della distanza filogenetica dei campioni, ha messo in evidenza una differenziazione in funzione del tempo di pretrattamento in campo, evidenziando una netta separazione dei campioni non sottoposti al processo di pre-macerazione in campo (Figura 2) e, quindi la netta influenza che il consorzio macerante determina nei biosistemi di macerazione.

## PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"



L'analisi bioinformatica ha permesso, inoltre, di individuare i taxa batterici rappresentativi durante l'intera prova di macerazione. I risultati dell'analisi tassonomica a livello di ordine dimostravano che, all'inizio del processo gli ordini Bacillales e Actinomycetales erano dominanti nei campioni, costituendo circa il 99% della biodiversità batterica (Figura 3a). Era interessante notare l'aumento della biodiversità, a partire dal settimo giorno di macerazione, in tutti campioni.

Al fine di individuare la componente del consorzio caratterizzante il processo di macerazione è stata effettuata un'ulteriore analisi ad un livello tassonomico più spinto. Dall'analisi è emerso che i generi *Bacillus* e *Stenotrophomonas* erano tra quelli dominanti l'intero processo di macerazione (da T0 a T28). Sulla base di tali risultati è stato possibile individuare i ceppi *Bacillus subtilis* A-T2SB-87P e *Stenotrophomonas pictorum* E-T2SB-711P come tra i componenti del consorzio maggiormente efficaci e in grado di dominare il biosistema di macerazione. Per tale motivo è stata effettuata una riformulazione e semplificazione del consorzio macerante prevedendo che sarà impiegato nell'ultima fase del progetto in prove di bioestrazione in una vasca di macerazione prototipale da 500 litri.

## PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

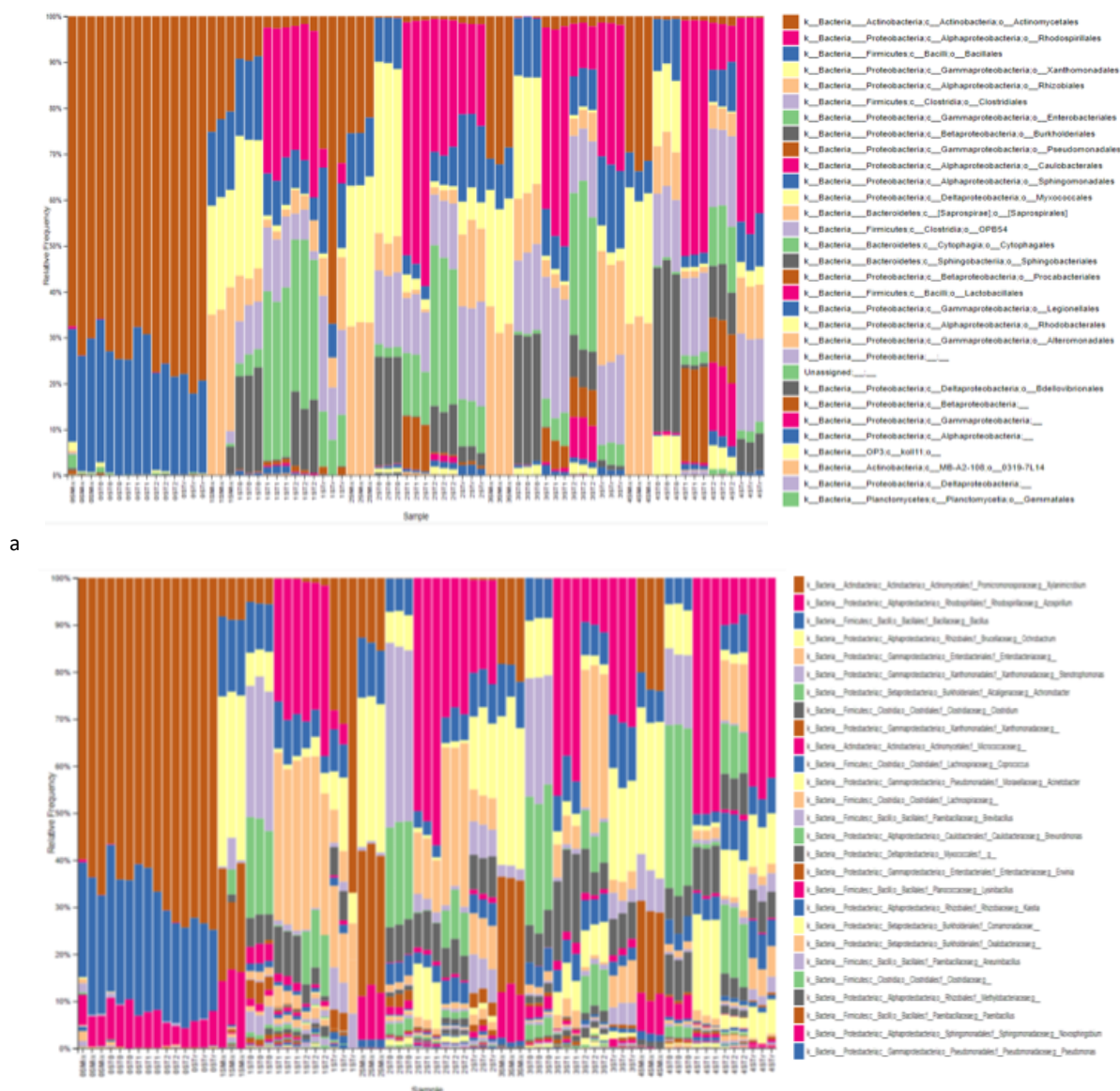


Figura 3. Abbondanza relativa degli ordini (a) e dei generi (b)

***Prove di macerazione “in vasca” in condizioni controllate (lab-scale), con e senza inoculo sia utilizzando solo in acqua di fonte che un brodo di arricchimento selettivo.***

Al fine di definire le condizioni ottimali per lo scale-up di processo in vasca prototipale, è stata effettuata una prova di bioestrazione “in vasca” in condizioni controllate (lab-scale) immergendo steli di canapa (varietà Futura 75) in brodo di arricchimento selettivo o in acqua di fonte sterile con e senza il consorzio macerante. Pertanto, è stata effettuata una produzione massiva dei ceppi batterici selezionati che costituivano i componenti del consorzio microbico macerante: *Bacillus subtilis* AT2SB-87-P e *Stenotrophomonas pictorum* ET2SB-711-P. La produzione era condotta in

### PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

fermentatore monitorando in continuo i parametri di processo (pH, temperatura, agitazione, aerazione e ossigeno disciolto), e le biomasse cellulari prodotte erano concentrate mediante centrifugazione e liofilizzate. Come già realizzato nelle prove precedenti, all'inizio del processo di bioestrazione (T0) e dopo 7, 14 e 21 giorni di incubazione a 30°C erano prelevati campioni di acqua di macerazione per monitorare la crescita dei pectinolitici aerobi e anaerobi (UFC/mL), la struttura del microbiota attraverso analisi molecolari metagenomiche (High-Throughput Sequencing), e le attività enzimatiche (attività pectinolitica ed endoglucanasica). Inoltre, era valutata preliminarmente la differenza qualitativa della fibra di cellulosa ottenuta mediante la bioestrazione con e senza l'aggiunta del consorzio microbico macerante, considerando il colore, il grado di separazione, il peso secco delle fibre e degli steli, la percentuale di fibra e lo sviluppo di odori sgradevoli.

I risultati ottenuti confermavano che il tempo di macerazione ottimale era tra i 7 e 14 giorni, sia in acqua sia in brodo di arricchimento selettivo, quando si osservava un incremento dell'attività pectinolitica e un'elevata concentrazione del gruppo microbico dei pectinolitici (Figura 4).

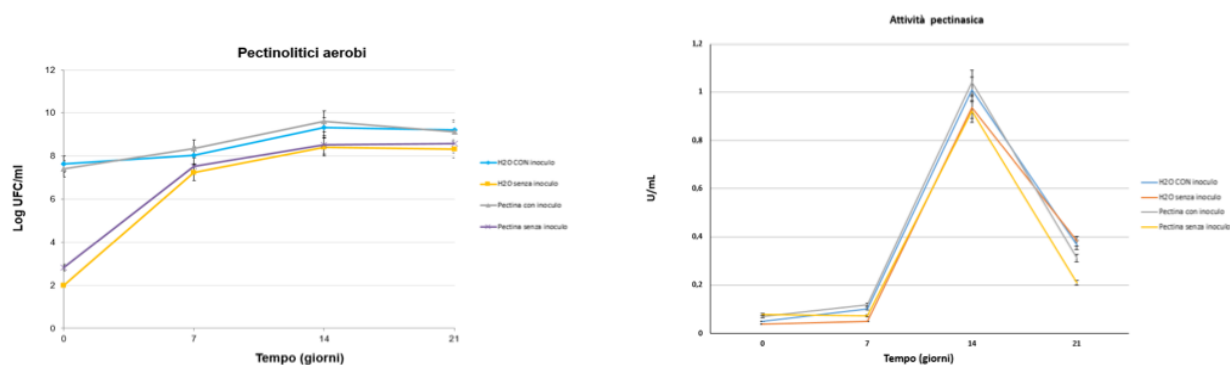


Figura 4. Concentrazione dei pectinolitici aerobi e attività pectinolitica durante il processo di bioestrazione.

Inoltre, tra 7 e 14 giorni di macerazione la fibra appariva più chiara, e facilmente separabile dagli steli anche se al quattordicesimo giorno risultava essere più fragile (Figura 5). La percentuale di fibra prodotta era sempre maggiore in presenza del consorzio microbico e l'odore risultava accettabile durante tutto il periodo di bioestrazione.



## PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

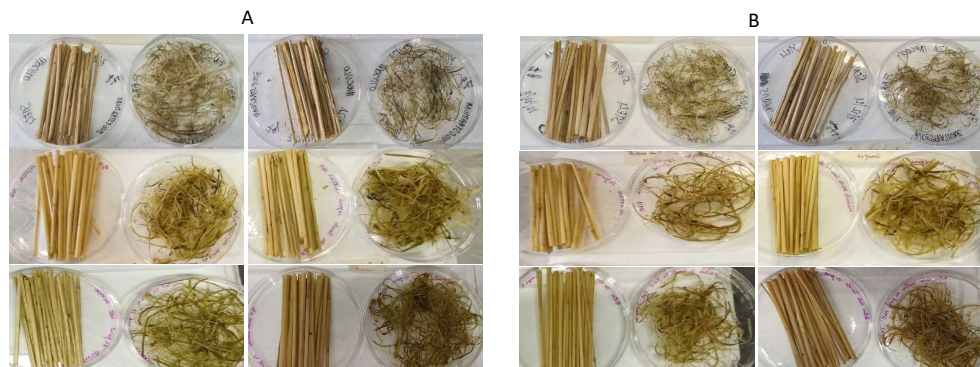


Figura 5. Valutazione qualitativa della fibra di canapa ottenuta mediante macerazione in vasca (lab-scale) con e senza l'aggiunta del consorzio macerante in acqua (A) o brodo di arricchimento selettivo (B).

Sulla base dei risultati ottenuti, il consorzio microbico macerante selezionato sarà utilizzato in nuove prove di bioestrazione con una sola varietà di canapa in vasche di macerazione prototipali da 500 litri per uno scale-up di processo (Figura 6).



Figura 6. Prototipo della vasca di macerazione da 500 litri (A); pannello di controllo (B); caldaia, resistenza e compressore (C).

**WP6. Separazione della fibra dal canapulo. Responsabile attività: CNR STEMS con il coinvolgimento di UNINA-DiA, CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, Az. D'Amore e Az. Lamberti.**

La separazione di fibra da canapulo è stata condotta su quattro rotoballe per raccogliere informazioni sulla quantità media di produzione oraria e sulle rese in generale. Tutte le rotoballe avevano un diametro di 1,5 m circa e spessore 1,2 m circa. Sono stati prelevati alcuni campioni di fibra e di canapulo in tre distinti momenti della prova: 1) Inizio prova; 2) Metà prova; 3) Fine prova. La suddivisione dei campionamenti ha permesso di monitorare la qualità della pulizia di



### **PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"**

fibra e canapulo durante l'intero ciclo di lavoro della macchina. Dall'esame dei dati ricavati dalle prove relative al grado di pulizia di fibra e canapulo si può concludere che mentre il canapulo raccolto durante le tre fasi della prova presenta una purezza media del 90%, la fibra raccolta durante le tre fasi della prova presenta una purezza media 80%. La qualità di separazione del prodotto finale fibra muta leggermente durante il ciclo di lavoro. La qualità della fibra ottenuta è adatta e pregiata per la produzione di pannelli isolanti. La qualità del canapulo, contenente fibra corta, è adatta per gli usi in bioedilizia (intonaci in mescole con calce e blocchi di cemento) e per la produzione di pellet. Dalle prove condotte sono stati ottenuti piccoli quantitativi di fibra lunga che sono stati trasferiti al Consorzio Rete San Leucio Textile per eseguire prove tecnologiche. Il processo di lavorazione per ottenere fibra lunga deve essere ulteriormente migliorato.

La produzione oraria attuale è quindi di circa 1,6 q di fibra e 6,2 q di canapulo e 0,2 di polveri. I tempi rilevati nella lavorazione delle paglie di canapa delle varietà studiate dipendono dalla morfologia delle piante e quindi altezza (fibre molto lunghe causano il blocco dello impianto), dal grado di macerazione in campo, dalla modalità di confezionamento delle rotoballe (in particolare spessore del nastro di paglie), dall'umidità del materiale ed umidità atmosferica, che contribuisce ad aumentare la tenacia della fibra.

Al fine di valorizzare gli scarti derivanti dalla filiera tessile in ottica di economia circolare, il canapulo è stato impiegato come additivo. In particolare, il canapulo è stato sottoposto a trattamento termico e poi impiegate come filler di matrici polimeriche, con l'intento di ottenere compositi a matrice organica con proprietà meccaniche (resistenza alla rottura e a trazione) e di resistenza alla fiamma migliorate rispetto al polimero puro. Preliminarmente, abbiamo utilizzato un polimero comunemente utilizzato nel settore dell'automotive al quale sono stati aggiunti diverse quantità di canapulo pirolizzato. La presenza di quest'ultimo ha indotto nella matrice un consistente miglioramento in termini di proprietà di resistenza alla fiamma.

Inoltre, il bio-olio ottenuto dal processo di pirolisi del canapulo è stato utilizzato come parziale sostituto dell'indurente comunemente utilizzato per la preparazione di resine epossidiche (si ricorda che le resine epossidiche sono polimeri termoindurenti costituiti da due componenti: la resina base e l'indurente entrambi derivati dal petrolio). Infatti, l'esaurimento delle risorse fossili e l'emissione di inquinanti causati dal loro utilizzo alimentano il bisogno di realizzare materiali alternativi, capaci di sostituire i materiali realizzati con i processi standard. Si sono studiate le proprietà termiche, dinamico-meccaniche e tribologiche di tali materiali in funzione della percentuale di bio-olio

## PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

utilizzata. I risultati sperimentali relativi alle analisi di caratterizzazione hanno mostrato che le bio-resine hanno caratteristiche simili ed in alcuni casi migliorate rispetto a quelle della resina presente in commercio. Successivamente è stata effettuata un'analisi del ciclo di vita (LCA) comparativa tra la resina epossidica commerciale e le bio-resine, dapprima valutando solo la fase di produzione e in seguito, ampliando i confini del sistema, è stata inclusa anche la fase di utilizzo dei prodotti.

L'analisi di inventario ha mostrato che la produzione delle bio-resine coinvolge un consumo maggiore di energia, dovuto ai processi di prima lavorazione della canapa e di pirolisi. Le variazioni più significative ottenute dall'analisi degli impatti riguardano le categorie relative al GWP (Global Warming Potential), al consumo di risorse fossili e all'occupazione del suolo. Il processo di produzione di bio-resine, rispetto al processo di produzione della resina commerciale, implica un maggior utilizzo del suolo, ma permette di ridurre il potenziale impatto ambientale relativo allo sfruttamento delle risorse fossili e al cambiamento climatico. L'LCA effettuata sulle fasi di produzione e di utilizzo dei prodotti ha permesso di osservare che l'impiego di bio-resine determina una netta riduzione del consumo di energia e materiali, e degli impatti legati a tutte le categorie analizzate.

### **WP7. Caratterizzazione della fibra grezza per l'utilizzazione industriale del filato. Responsabile attività: Rete San Leucio Textile con il coinvolgimento di tutto il partenariato.**

La Rete San Leucio Textile a marzo di quest'anno ha ricevuto la fibra ottenuta dalle operazioni di stigliatura realizzate a Torino dal **CNR STEMS**.

Tale materiale, dopo un'adeguata pulitura, è stato utilizzato per realizzare delle prove di deformazione e rottura (misurazione del tempo in cui si raggiunge la rottura del provino che rappresenta un importante indicatore della qualità del materiale che si sta analizzando).

Come indicato nella precedente relazione, nel corso del 2021 il partenariato ha stretto un interessante rapporto di collaborazione con la SAFILIN, importante azienda francese specializzata nella filatura del lino e della canapa. L'azienda si era resa disponibile a collaborare in maniera gratuita al nostro progetto per eseguire delle prove di caratterizzazione tecnologica della fibra di canapa derivante dalla nostra sperimentazione. A tale scopo sono stati inviati i campioni prodotti a seguito delle prove di stigliatura condotte a Torino.

Entro fine febbraio del prossimo anno verranno confrontati i risultati ottenuti nei due laboratori coinvolti (Rete San Leucio Textile e SAFILIN).

**PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"**

**WP8. Valorizzazione degli scarti della lavorazione della canapa. Responsabile attività: CNR IPCB con il coinvolgimento di CNR STEMS, CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, Az. D'Amore e Az. Lamberti.**

Le attività per questo anno si sono concentrate sulla caratterizzazione di bacchette di canapa ricevute dal Dipartimento di Agraria, varietà monoica Futura 75

Il materiale è stato fornito in pezzetti di pezzi di circa 2-3 mm di dimensione. E' stato sottoposto alla determinazione della quantità di "acid-insoluble lignin" (AIL) e di olocellulosa. (Agustin-Salazar, S., Cerruti, P., Medina-Juárez, L. Á., Scarinzi, G., Malinconico, M., Soto-Valdez, H., & Gamez-Meza, N. (2018). Lignin and holocellulose from pecan nutshell as reinforcing fillers in poly (lactic acid) biocomposites. *International Journal of Biological Macromolecules*, 115, 727–736).

Inizialmente si procede con un trattamento di decerizzazione della canapa: 10 g of biomassa, seccata a peso costante in stufa a 60°C sotto vuoto, viene trattata con 250 ml di cloroformio in un estrattore Soxhlet a 80°C per 24 h. La biomassa recuperata dopo estrazione viene seccata a 60°C in stufa da vuoto per 24 h e si determina il contenuto delle cere per via gravimetrica. Nel nostro caso le cere sono circa il 10% in peso.

Successivamente si è proceduto alla determinazione del contenuto in AIL. SI è trattato 1 g di biomassa con una soluzione di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (30 ml 72% vol.) a temperatura ambiente per 16 h sotto agitazione magnetica. In seguito, la concentrazione di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> è stata ridotta al 3% per aggiunta di acqua distillata e la sospensione è stata riscaldata a 105°C e tenuta sotto agitazione per 4 h. La lignina è stata quindi ottenuta per filtrazione, purificata con lavaggi successivi con acqua e seccata sotto vuoto a 80°C. Per ottenere, invece, la olocellulosa (HC), 9 g di biomassa sono stati sospesi in 400 ml di acqua deionizzata sotto agitazione magnetica. La sospensione è stata riscaldata a 90°C e sono stati aggiunti 20 ml di acido acetico con 5 g di NaClO<sub>2</sub>. L'aggiunta di acido acetico e NaClO<sub>2</sub> è stata ripetuta ogni 30 min. per 2 h. Al termine si è portata la miscela a temperatura ambiente e filtrato. Il residuo è stato lavato con acqua distillata e seccata in stufa a 90°C.

Il contenuto in AIL e HC viene calcolata per via gravimetrica e risulta essere intorno al 25% in contenuto di AIL.

**WP9. Analisi della performance economica della coltivazione della canapa in Campania per la fibra e del mercato di riferimento con individuazione del mercato target. Il contributo della**

## PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

**canapa per la sostenibilità del benessere nei territori. Responsabile attività: CREA Politiche e Bioeconomia con il coinvolgimento di UNINA-DiA, CNR IPCB, CNR STEMS, CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari e CREA Cerealicoltura e Colture Industriali.**

In continuità con quanto espletato nelle due annualità precedenti, nel terzo anno è stata avviata un'analisi dei risultati del progetto alla luce dello sviluppo attuale della filiera canapicola italiana. In questa relazione abbiamo inserito una descrizione sommaria dei risultati salienti ottenuti nei diversi WP del progetto, rimandando il lettore ad una descrizione più dettagliata ai report di riferimento. In particolare, in questa sede si ripercorrono: i risultati delle prove di campo ottenuti nell'ambito delle attività del WP3 che hanno consentito di approfondire la relazione tra densità di semina, fertilizzazione e qualità della fibra; i risultati delle prove di macerazione industriale e pre-industriale ottenuti nell'ambito delle attività del WP4 e WP5; i risultati delle prove di lavorazione industriale ottenuto nell'ambito delle attività del WP6; le opportunità di mercato del sartame che si potrebbe sfruttare utilizzando filati di caapa e di valorizzazione del canapulo investigate nell'ambito del WP7 e WP8.

La raccolta dei risultati collezionati in questo paragrafo è stata fatta consultando i Report sviluppati dai partner di progetto, accompagnati da alcune domande di approfondimento riportate nell'allegato A. Le informazioni sono state trattate qualitativamente anche per la difficoltà oggettiva nel trasporre risultati sperimentali sul piano operativo.

### **Sperimentazioni in campo**

Le sperimentazioni di campo sono state condotte durante il triennio 2019-2022 presso i terreni delle imprese agricole partner del progetto siti in agro di Frignano e agro di Orta di Atella. In particolare, sono stati impostati confronti di campo per testare i seguenti fattori: densità semina (300 e 150 pt m<sup>2</sup>); disponibilità di azoto (0, 60 e 100 kg N ha<sup>-1</sup> fornito con ENTEC 46% dopo l'emergenza); cultivar: Carmaleonte (CAR) - resa disponibile dal CREA, Futura 75 (FUT) e Felina 32 (FEL). Si tratta di tre fattori che concorrono in modo determinante a condizionare la qualità della fibra prodotta.

Dalle prove di campo si conferma, il miglioramento della qualità della fibra all'aumentare della densità di semina, per dosi intermedie di azoto minerale e con risultati decisamente migliori in termini di resa in fibra per la varietà Felina.

### **Prove di raccolta e macerazione**

## PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

La raccolta è stata effettuata allestendo un cantiere di sfalcio con falciatrice a tamburi portata da trattrice e rotoimballatura. Lo sfalcio è stato eseguito ad una velocità di 1.8 m/s con una capacità di lavoro di circa 1 ha/h. Successivamente, gli steli di canapa sono stati sottoposti a diverso periodo di pre-macerazione in campo (0, 10, 20 o 30 giorni). In fine, è stata eseguita l'andanatura con andanatore a girelli multipli e l'imballatura con rotoimballatrice. A seguire è stata effettuata una prova di bioestrazione "in vasca" immergendo steli di canapa (varietà Felina 32, Carmaleonte e Futura 75) in brodo di arricchimento selettivo. E' stato identificato un tempo ottimale di pre-macerazione in campo tra 7 e 14 giorni, periodo che consente di estrarre una maggior percentuale di fibra.

### Lavorazione industriale

La lavorazione industriale è stata effettuata utilizzando gli impianti di trasformazione di Assocanapa, uno dei principali poli di prima lavorazione della canapa da fibra. Attualmente l'impianto di trasformazione in questione è in grado di processare 2,5 rotoballe/ora per circa 8 q.li di bacchetta di canapa coltivata e raccolta secondo le modalità sopra descritte. Tuttavia i tempi di lavorazione delle paglie di canapa confezionate in rotoballe possono ridursi fino a 6 q.li/ora a seconda dei materiali trattati (incidono in particolare: dimensione della sezione dello stelo, influenzata dalla densità di impianto; presenza di ramificazione e quindi di "nodi"; grado di macerazione delle bacchette in campo, modalità di confezionamento delle rotoballe, in particolare spessore del nastro di paglie; umidità del materiale ed umidità atmosferica, che contribuisce quando è più elevata ad aumentare la tenacia della fibra) e raggiungere i 10 q.li/ora in condizioni ideali. In questo modo sarebbe possibile dimezzare i costi fissi, che hanno un incidenza significativa sul totale dei costi di esercizio.

### Opportunità di mercato

Le opportunità di mercato sono concrete e si sostanziano nella necessità di sostituire cotone con filati misti a base di cotone e canapa per produrre tessuti per arredamento. Ciò perché la canapa conferisce resistenza e morbidezza ai tessuti e rallenta il logorio provocato dai lavaggi, molto frequenti per alcuni prodotti come il sartame navale, garantendone una maggior durata. Verosimilmente, nel breve periodo si prevede di sostituire prodotti simili come il lino, di provenienza francese. In questo modo non sono necessarie modifiche apprezzabili al ciclo produttivo. Per questo impiego si potrebbe arrivare a pagare un prezzo di circa 10-14 €/kg per filati di canapa (tiglio) di ottima qualità. Si tratta di un prezzo 3-4 volte superiore al prezzo di vendita

## PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"

attuale utilizzato per stimare i redditi della prima lavorazione nel capitolo 2. Il prezzo che l'industria tessile è disposta a pagare per i filati di canapa è espressione concreta dell'interesse che la stessa industria manifesta nei confronti di tale coltura. Ciò lascia presagire l'esistenza di ampi margini di sviluppo del settore. Tuttavia, per l'industria tessile il taglio di canapa non è un prodotto alternativo al lino ma complementare perché consente di usufruire di una maggior gamma di fibre naturali con diverse caratteristiche (in particolare colore ed elasticità).

### Prime conclusioni

La filiera della canapa da fibra non può prescindere dall'esistenza di una rete locale di operatori in grado di organizzarsi per produrre la materia prima (bacchette di canapa) e i semilavorati (filati e sottoprodotti). Il termine 'locale' presuppone il ruolo strategico giocato dalla prossimità spaziale degli operatori della filiera (in particolare gli operatori a monte). Tale considerazione rende evidente il ruolo giocato dai territori nel condizionare il successo della filiera e allo stesso tempo obbliga a riflettere sulle ricadute territoriali che l'eventuale sviluppo della filiera della canapa potrebbe generare.

I risultati del progetto CCF evidenziano l'esistenza di margini economici positivi in tutti i passaggi della filiera se questa viene trainata dall'industria tessile. Il mancato interesse da parte dell'industria tessile si declina nella mancanza di presupposti per lo sviluppo della filiera della canapa da fibra in Italia. Quindi è all'industria tessile che bisogna guardare per stimolare lo sviluppo della filiera canapicola. Il progetto CCF ha permesso di costruire un network di collaborazioni tra enti di ricerca e mondo operativo e ha consentito di indirizzare meglio le linee di ricerca verso obiettivi concreti e perseguibili in tempi relativamente brevi. L'affinamento delle tecniche di produzione e di lavorazione della fibra ha permesso di ottenere fibre con caratteristiche adeguate all'uso tessile e sufficienti a definire i presupposti per lo sviluppo della filiera della canapa da fibra in Italia.

Nel prossimo futuro, lo sviluppo della filiera canapicola per la produzione di fibra lunga potrebbe aiutare a caratterizzare ulteriormente il made in Italy e a cogliere opportunità di mercato non ancora sfruttate, anche in altri paesi europei.

**WP10. Attività di divulgazione e disseminazione. Responsabile attività: Rete San Leucio Textile con il coinvolgimento di tutto il partenariato.**



### **PSR Campania 2014-2020 - Sottomisura 16.1 azione 2- Progetto "CCF"**

Le attività di divulgazione e disseminazione sono curate dalla Rete San Leucio Textile e dall'Università "Federico II" di Napoli - Dipartimento di Agraria in collaborazione attiva con tutti gli altri partner.

Nel corso del 2022 sono state realizzate 2 delle 8 giornate divulgative previste dal progetto. Tali eventi, che hanno avuto una buona risposta da parte degli agricoltori, si sono svolti nelle seguenti date:

- 3 maggio 2022 (tematiche trattate: Varietà di canapa a confronto - Densità di semina ed epoca di semina della canapa)
- 19 maggio 2022 (tematiche trattate: Lavorazioni del terreno - La concimazione e l'irrigazione di soccorso)

Nei prossimi mesi il programma dei seminari sarà completato con altri 5 incontri e si provvederà a realizzare anche il convegno finale del progetto.

**Portici, 30 dicembre 2022**

**Il Responsabile Scientifico  
Prof. Mauro Mori**