



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente

Corso di laurea in Scienze e Tecnologie Animali

**Caratteristiche chimiche della pianta intera e delle
frazioni botaniche di sei varietà di canapa coltivate
in Veneto**

*Chemical characterization of the whole plant and
botanical fractions of six varieties of hemp
cultivated in the Veneto region.*

Relatore: Prof.ssa Lucia Bailoni

Correlatore: Dott.ssa Sheyla Arango

Laureando: Leonardo Destro

Matricola 1207100

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

INDICE

RIASSUNTO.....	pag. 5
ABSTRACT.....	pag. 6
1. INTRODUZIONE.....	pag. 7
1.1 La canapa.....	pag. 7
1.1.1 Cenni storici e diffusione	pag. 7
1.1.2 Caratteristiche botaniche della pianta	pag. 14
1.1.3 Tecniche di coltivazione.....	pag. 18
1.1.4 Normativa per la coltivazione.....	pag. 24
1.2 Utilizzi della canapa.....	pag. 25
1.2.1 La canapa in agricoltura.....	pag. 25
1.2.2 La canapa nell'industria tessile.....	pag. 28
1.2.3 La canapa per la produzione di carta.....	pag. 29
1.2.4 La canapa in edilizia.....	pag. 30
1.2.5 La canapa nell'alimentazione umana.....	pag. 34
1.3 La canapa in zootecnia.....	pag. 36
1.3.1 Impiego della canapa in avicoltura.....	pag. 36
1.3.2 La canapa nell'alimentazione dei suini.....	pag. 37
1.3.3 La canapa nell'alimentazione dei ruminanti.....	pag. 39
2. OBIETTIVI DELLA TESI.....	pag. 41
3. MATERIALI E METODI.....	pag. 42
3.1 Varietà utilizzate e metodi di coltivazione.....	pag. 42
3.2 Divisione ed essiccazione.....	pag. 43
3.3 Separazione delle frazioni botaniche.....	pag. 44
3.4 Lavorazioni sulle frazioni botaniche.....	pag. 46
3.4.1 Estrazione dell'olio dai semi e produzione del pannello	pag. 46
3.4.2 Produzione delle farine.....	pag. 47
3.5 Analisi chimica dei prodotti.....	pag. 48
4. RISULTATI E DISCUSSIONE.....	pag. 49
4.1 Resa delle piante intere e composizione chimica delle frazioni botaniche.....	pag. 49
4.2 Valutazione nutrizionale delle piante intere e delle frazioni botaniche.....	pag. 51
4.3 Profilo acidico dell'olio di semi.....	pag. 54

5. CONCLUSIONI.....pag. 58
6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....pag. 60

RIASSUNTO

La canapa (*Cannabis sativa*) è una pianta annuale, distribuita e coltivata a livello mondiale. Le sue frazioni botaniche come steli, semi e foglie hanno molteplici usi. Negli ultimi anni vi è stato un crescente interesse per la sua inclusione come mangime per animali a causa del suo buon profilo di acidi grassi. La farina di canapa, e in particolare i semi di canapa, contengono un alto livello di acidi grassi omega-3 e omega-6. Se la canapa fosse inserita nella dieta degli animali da allevamento, potrebbe aumentare il contenuto di acidi grassi nel prodotto finale di questi animali. Quindi, il consumo di questi prodotti arricchiti potrebbe anche portare benefici per la salute umana. Lo scopo della tesi è quello di descrivere i tratti agronomici, i parametri nutritivi e la composizione degli acidi grassi di sei varietà di canapa (“Codimono”, “Futura 65”, “CS”, “Carmaleonte”, “Felina 32” e “USO 31”) coltivate nel 2019 dal CREA (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria) di Rovigo. Tre piante per ogni varietà sono state tagliate, essiccate e separate nelle loro frazioni botaniche: semi, fusti e foglie. Altre tre piante di ogni varietà sono state utilizzate nel suo complesso. Le frazioni botaniche separate e l'intera pianta sono state essiccate, trasformate in farina e poi è stata fatta l'analisi chimica in laboratorio. Inoltre, 150 grammi di semi per varietà sono stati utilizzati per estrarre l'olio per ottenere il profilo degli acidi grassi mediante cromatografia. In conclusione, abbiamo potuto vedere che l'acido linoleico (C18:2 N6) e l'acido alfa-linolenico (C18:3 N3) erano gli acidi grassi più rappresentati nell'olio di canapa e che vi era un'ampia variabilità nella composizione chimica dei prodotti ottenuti da queste varietà di canapa che ne consente l'uso adeguato nell'alimentazione degli animali d'allevamento.

ABSTRACT

Hemp (*Cannabis sativa*) is an annual plant, globally distributed and cultivated. Its botanical fractions like stems, seeds and leaves have multiple uses. In recent years, there has been a growing interest about its inclusion as feed for animals because of its good fatty acid profile. Hemp flour, and especially hemp seeds, contains a high level of omega-3 and omega-6 fatty acids. If hemp is inserted into farm animals diet, it could increase these fatty acids in the final product from these animals. So, the consumption of this enriched products could also bring benefits for human health. The aim of the thesis was to describe the agronomic traits, nutritive parameters and oil fatty acid composition of six hemp varieties (Codimono, Futura 65, CS, Carmaleonte, Felina 32 and USO 31) grown in 2019 by the CREA (Council for Agricultural Research and Analysis of the Agricultural Economy) of Rovigo, Italy. Three plants for each variety have been cut, dried and separated into their botanical fractions: seeds, stems and leaves. Other three plants of each variety were used as a whole, The botanical fractions separated and the whole plant were dried, turned into flour and then analyzed in the laboratory for the chemical composition. In addition, 150 grams of seeds for each variety were used to extract the oil for getting the fatty acid profile by chromatographic way. In conclusion, we could see that the linoleic acid (C18:2 n6) and alpha-linolenic acid (C18:3 n3) were the most represented fatty acids in hemp oil and that there was a wide variability in the chemical composition of the products obtained from this hemp varieties that allows their suitable use in the feeding of farm animals.

1. INTRODUZIONE

1.1 La canapa

La canapa (*Cannabis sativa L.*) è una pianta antichissima, da sempre utilizzata per molteplici scopi, principalmente per la produzione di fibra. Negli ultimi anni la coltivazione di questa pianta si è notevolmente ridotta con l'avvento delle fibre sintetiche ma anche per i problemi legati alla presenza di principi attivi psicotropi (come il THC, o delta-9 tetraidrocannabinolo), contenuti soprattutto nelle infiorescenze, che possono farla considerare, se presenti in elevate concentrazioni, una fonte di sostanze stupefacenti. Il miglioramento genetico ha però portato alla nascita di varietà di canapa contenenti basse concentrazioni di THC, che sono state riscoperte nel settore della nutrizione umana ed animale, della bio-edilizia, dell'industria tessile e della carta e di altri utilizzi che sono descritti in questa tesi nel capitolo 1.2.

1.1.1 Cenni storici e diffusione

La canapa è considerata una delle colture più antiche. La sua origine è sicuramente asiatica, infatti nella vasta area che va dal basso Danubio alla Cina settentrionale, essa fiorisce spontaneamente (Capasso, 2001).

La storia della coltivazione della canapa in Cina corrisponde alla storia della civilizzazione, e, dalle scoperte archeologiche e dagli antichi scritti, può essere datata a circa 6000 anni fa. Le prime evidenze storiche risalgono al 4200 a.C. e si tratta di tessuti appartenenti alla cultura *Lung-shan*, dell'ultima fase dell'era neolitica. Da quanto è scritto nel *Lu-shi*, un'opera cinese del 500 d.C., della dinastia *Sung*, fu l'imperatore Shen Meng ad insegnare, nel 2800 a.C., a coltivare e utilizzare la canapa per la produzione di indumenti al popolo cinese (Almici, 2016).

In Occidente, la sua diffusione e il suo utilizzo sono stati un po' lenti.

Secondo Erodoto furono gli Sciti e i Traci ad introdurre, forse già dal 1500 a.C., la coltivazione della canapa in Europa durante le loro varie migrazioni che si estendevano fino alle foci del Danubio e all'Asia minore. La sua coltivazione è stata poi diffusa in Lituania, Finlandia e Svezia dai Germani e dagli Slavi. I Greci la portarono a Roma e i Romani poi nelle Gallie (Capasso, 2001).

Questa lenta diffusione della canapa nei Paesi dell'Occidente continua fino al IV secolo circa, anni in cui la canapicoltura si estese a molte regioni italiane ed assunse il carattere di

coltivazione industriale. La sua coltivazione occupò un ruolo importante soprattutto in Emilia, in Piemonte, in Campania e a Napoli.

In Piemonte, per esempio, Tommaso II di Savoia mise in atto alcuni provvedimenti che favorirono il commercio della canapa e quindi la sua diffusione. Carlo Emanuele III aveva infatti indetto un'inchiesta durata dal 1750 al 1755. Da questa era emerso che la superficie agraria-forestale del Piemonte era pari a 1,8 milioni di ettari, e fra questi una buona parte era coltivata a canapa. La varietà di canapa "Carmagnola" nasce proprio in Piemonte, nel Carmagnolese, dove, dal 1875, l'attività agricola canapiera si è specializzata nella coltivazione del seme al punto di ottenere la varietà che prende il nome dalla zona (Capasso, 2001).

In Campania la canapa era una coltura storica e la sua produzione era sempre maggiore perché la fibra ottenuta era utilizzata a scopo bellico.

Nella Terra di Lavoro, a Napoli, fino agli anni '50 era tipico del luogo coltivare e lavorare la canapa. La statistica del Regno di Napoli del 1811, così si esprime in proposito: «*La canapa si semina sulle maggesi ben formate e ben ingrassate o collo stabbio o collo scioverso; e la semina s'incomincia alla fine di marzo ed in luglio si svelle la pianta dal suolo, ben seccata a terra, si batte per farne cadere la fronda, le si tagliano le radici e le cime, e ligata in fascetti si porta al Lago a macerare. In seguito si fa asciugare, si gramola e si dà il solito apparecchio riducendola in legature, due delle quali compongono il fascio, che è di rotoli ottanta. Ogni moggio dà ducati quaranta di prodotto, non compresa la spesa di coltura, che suole essere circa ducati diciassette*» (Capasso, 2001).

Sebbene vi siano state alcune avversità, tra periodi floridi e periodi difficili, in Campania, e soprattutto nella Terra di Lavoro, la più importante risorsa economica era la canapa, che ha mantenuto questa sua importanza per secoli, tanto che su di essa sono stati improntati usi, costumi e tradizioni.

In seguito al secondo conflitto mondiale vi fu un rapido calo di importanza della canapa dovuto a diversi motivi:

- La comparsa di fibra derivante da altre fonti, sia naturali, come lo juta, l'abaco e il cotone, sia sintetiche, come il pile. Tali fibre erano infatti meno costose e più facili da realizzare. Inoltre le colture come il cotone, lo juta e l'abaco sono più facili da coltivare, raccogliere e trasformare, e sono anche più redditizie;
- La difficoltà di meccanizzazione dei processi di raccolta, macerazione e prima lavorazione;

- La grande richiesta di manodopera per un lavoro pesante e malsano in un'epoca in cui il lavoro era molto meglio retribuito in altri settori.
- L'avvento dell'industria petrolifera, che soffriva della competizione con la canapa, dato che Henry Ford fu uno di quelli che rilevarono la possibilità di ricavare metano, metanolo e benzina dalla canapa ad un prezzo molto competitivo rispetto a quelli del carbone, del petrolio e dell'energia nucleare. Inoltre il combustibile ottenuto dalla canapa permetteva di salvaguardare l'ambiente dall'inquinamento;
- La scomparsa dell'impiego di vele nella marineria, settore in cui il petrolio aveva permesso l'installazione del motore a scoppio nelle imbarcazioni, che le ha rese più veloci e indipendenti dall'utilizzo delle vele. Dato che le vele erano per lo più costruite in fibra di canapa, l'utilizzo di tale pianta nel settore navale è andato scemando. Sempre nel settore navale, l'utilizzo di corde di nylon ha sostituito quello di corde di canapa, riducendo ulteriormente l'uso di tale fibra;
- L'opinione pubblica, che aveva iniziato ad identificare la canapa come un tessuto simbolo di povertà e di vita difficoltosa;
- Mancanza di programmi di miglioramento genetico, messi in atto invece in altre colture che hanno reso la canapa poco competitiva;
- La campagna discriminatoria messa in atto dagli U.S.A. contro la "marijuana", termine che indica la sostanza stupefacente derivante dal fiore di *Cannabis indica*. Il problema di questa campagna discriminatoria era la mancata differenziazione della sottospecie *indica* dalla *Cannabis sativa*, le quali venivano identificate come la medesima pianta, con una conseguente penalizzazione anche della *Cannabis sativa*, che finì con l'essere condannata al pari dell'altra, sebbene il fiore prodotto dalla *Cannabis sativa* non abbia effetti psicotropi (Capasso, 2001).

A causa di questi fattori la canapa fu bandita: nel 1937 infatti, il Congresso degli U.S.A. ha decretato il divieto di coltivazione della canapa, considerata fonte della produzione di marijuana. Con tale divieto la distinzione tra le due varietà di canapa, sativa ed indica, è stata completamente scompaginata. Da questo evento in avanti il declino della canapa è avanzato inesorabilmente anche a livello mondiale.

Le categorie agricole hanno tentato di riparare al declino della cultura con una serie di iniziative come la costituzione di Consorzi provinciali obbligatori nelle regioni canapicole, Federazioni ed Associazioni quali:

- Federazione Nazionale dei Consorzi Federcanapa;
- Associazione Produttori Canapa;

➤ Consorzio Nazionale Produttori Canapa (CNPC).

Il CNPC in particolare, indisse numerosi concorsi per la realizzazione di macchine per agevolare le operazioni più difficoltose come la raccolta, l'estrazione e la strigliatura.

Un'altra iniziativa fu l'istituzione di programmi di miglioramento genetico, i quali ebbero inizio anche in Italia a partire dal 1956. Tali programmi portarono alla nascita di nuove cultivar di derivazione tedesca sia al Nord ("Fibranova" e "Superfibra") che al Sud ("T4"), che si sono affiancate alle varietà autoctone "Carmagnola Selezionata" e "Eletta Campana". Nel corso di tali ricerche si ottennero risultati importanti, che non furono però sufficienti a salvare la specie che continuò il suo rovinoso declino.

Seguirono circa vent'anni di silenzio e indifferenza quasi totali, fino a che, nel 1975, fu varata la legge n.685. L'articolo 26 di questa legge costituisce tutt'ora il maggior impedimento al rilancio della canapa. In questo infatti si legge: "*Salvo quanto stabilito nel successivo capoverso, è vietata nel territorio dello Stato la coltivazione di piante di coca di qualsiasi specie, di piante di canapa indiana...*" (Legge 22 dicembre 1975, n. 685, art. 26). Nell'articolo viene specificato "*Canapa indiana*", ma la scarsa conoscenza della pianta e la campagna discriminatoria portata avanti dagli U.S.A. avevano portato ad una confusione tale da assimilare entrambe le varietà *Cannabis sativa* e *Cannabis indica*, ad un'unica specie che possedeva effetti psicotropi e doveva quindi essere condannata. A causa della somiglianza delle due varietà comunque, quando un agricoltore si accingeva alla coltivazione della canapa, doveva completare una serie di processi burocratici e legali che ne compromettevano la buona volontà.

Vicende simili a quella italiana si sono verificate anche negli altri Paesi Europei.

Questo scarso interesse nei confronti della canapa ha progredito fino agli anni '90, all'inizio dei quali c'è stata una rinnovata attenzione per questa coltura dovuta a due principali fattori:

- Il peggioramento delle condizioni ambientali dei paesi industrializzati dovuto al grande utilizzo dei materiali sintetici.
- Il cambiamento della politica agricola dovuto alle eccedenze di produzione di prodotti alimentari.

L'inquinamento ambientale ha portato alla nascita di una coscienza ecologica che ha orientato l'opinione pubblica verso il ritorno a metodi di produzione e materie prime che fossero più rispettosi dell'ambiente. Secondo questa logica si ha il rilancio delle piante da fibra, come la canapa, il cui utilizzo è stato revisionato e ampliato ad altri indirizzi produttivi. In concomitanza all'inquinamento, anche l'eccedenza di produzione di derrate

alimentari ha portato a favorire lo sviluppo di colture “no food” fra cui quelle da fibra, e perciò la canapa compresa.

Per questi fini sono partite diverse attività di ricerca e di sviluppo, delle quali alcune sono state effettuate in Europa.

Inizialmente le ricerche si sono concentrate sulla produzione di carta, ma molto presto l'interesse si è esteso anche verso altri settori quali quello tessile, quello edile, quello alimentare, quello automobilistico, quello energetico, quello zootecnico, quello agricolo, quello cosmetico e quello farmaceutico (Venturi e Amaducci, 2003).

Tra le recenti iniziative realizzate per incentivare la coltivazione della canapa, l'Hemp SYS è senza dubbio una delle più interessanti. Questo progetto, attuato dal gruppo “Fibranova”, prevedeva un approccio integrato di filiera con l'obiettivo principale di promuovere e sviluppare la competitività e la sostenibilità della filiera canapa in Europa. Il gruppo “Fibranova” ha cercato di raggiungere questo scopo attraverso:

- Lo sviluppo di un sistema produttivo sostenibile dal punto di vista ecologico che sia rivolto verso la produzione di tessuti di canapa di elevata qualità. La produzione è stata sottoposta ad un sistema integrato di controllo della qualità su steli, fibre grezze e trasformate, filati e tessuti secondo i criteri del “eco-label”;
- Un'attenta analisi del mercato europeo ed internazionale della canapa, delle preferenze dei consumatori e dei costi di produzione e dei ricavi a livello europeo;
- La divulgazione dei dati raccolti utilizzando i nuovi metodi di comunicazione forniti dalla tecnologia.

HEMP SYS si occupa quindi di realizzare e sviluppare una filiera di canapa tessile competitiva e sostenibile in Europa. Per essere sostenibile, l'industria tessile ha bisogno di un approvvigionamento continuo di materia prima di qualità omogenea e definita. Dato che la qualità dipende sia dalle tecniche e dall'ambiente di coltivazione, sia dai processi di raccolta ed estrazione della fibra, il progetto focalizza la sua attenzione sui più importanti fattori agroecologici e agronomici che influiscono sulla crescita della cultura, e sull'analisi dell'azione che i diversi processi di trasformazione hanno sul prodotto finito. Per fare ciò, la filiera è stata suddivisa in 4 sezioni (Workpackages):

-WP1: Produzione della materia prima, che comprende prove parcellari e prove di campo atte a determinare come la quantità e la qualità della fibra siano influenzate da:

- Momento di raccolta;
- Porzione di stelo;

- Densità di investimento;
- Disponibilità idrica;
- Genotipo (monoica o dioica);
- Ambiente

-WP2: Trasformazione della materia prima, in cui sono incluse prove di meccanizzazione della raccolta, prove di stigliatura e prove di macerazione;

-WP3: Produzione di filati e tessuti, che prevede prove di pettinatura, prove di filatura e la realizzazione di filati e tessuti;

-WP4: Design e applicazioni industriali, dove sono attuate la valutazione dei materiali prodotti nel progetto, le prove di colorazione della fibra con colori naturali e la progettazione e realizzazione di prodotti in canapa.

Queste 4 fasi sono integrate grazie alla presenza di altre 2 Workpackages orizzontali, WP5 e WP6, che trattano rispettivamente dell'attuazione di una struttura integrata che effettua il controllo della qualità su tutte le fasi; dell'analisi economica e della valutazione dell'impatto ambientale della filiera nel suo complesso (Tabella 1). La fase WP6 include anche tutte le operazioni di divulgazione dei risultati che avvenivano attraverso la carta stampata, il sito internet del progetto e per mezzo di fiere, convegni ed esposizioni.

Le attività di ricerca e di sviluppo non si sono limitate alla produzione di fibra, ma hanno portato anche alla produzione e valutazione di filati, tessuti ed una serie di prodotti finiti in cui hanno potuto trovare impiego le fibre di diversa qualità ottenute durante il progetto. I primi 4 WP si possono identificare all'interno delle 3 fasi che caratterizzano la filiera: la fase agricola, la fase di prima trasformazione e la fase industriale (Figura 4) (Progetto HEMP-SYS, Amaducci et al., 2005).

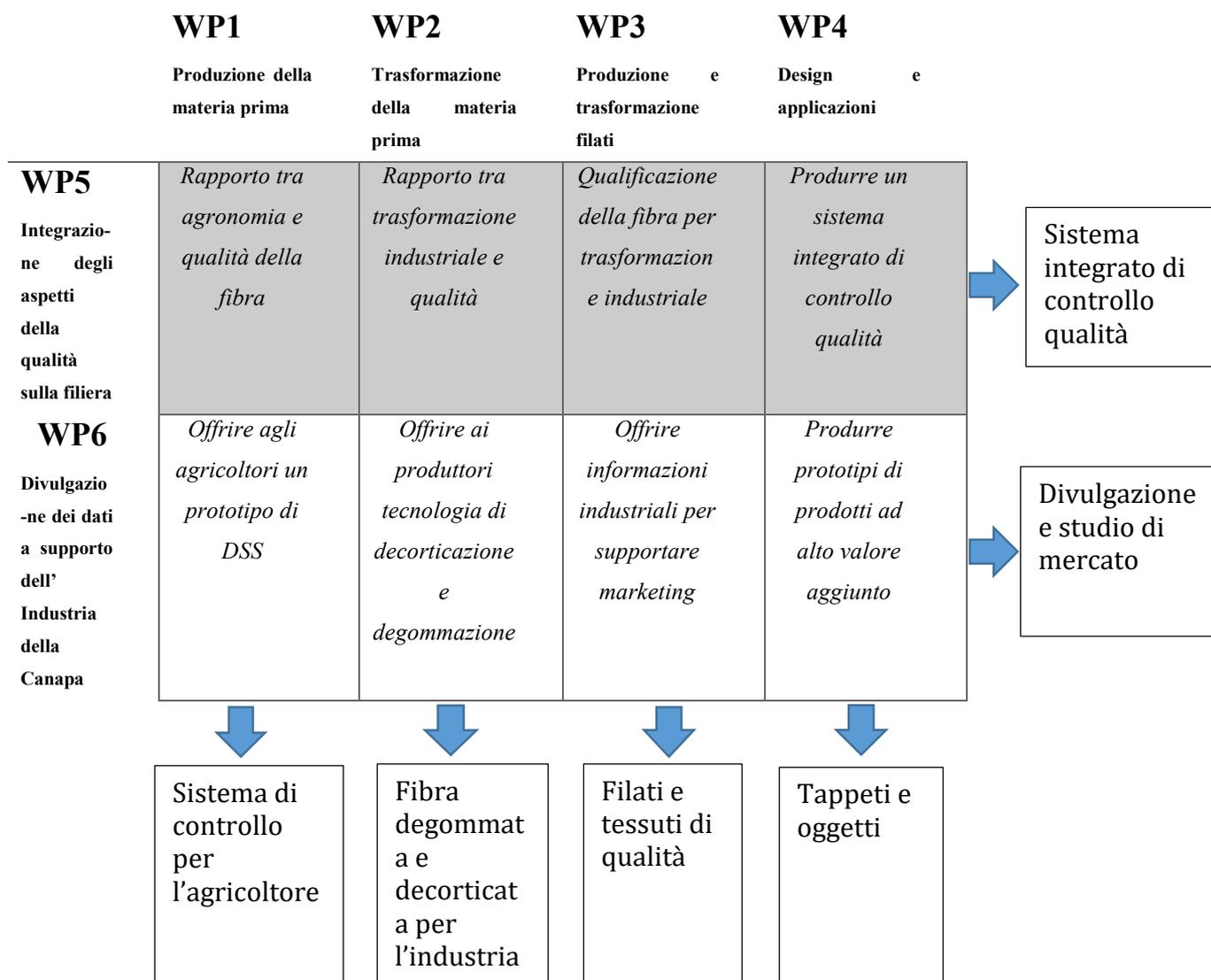


Tabella 1: schema riassuntivo del progetto europeo HEMP-SYS come esempio di approccio integrato di filiera. (Progetto HEMP-SYS, Amaducci et al., 2005).

della lunghezza. I fiori maschili si differenziano durante il periodo di fioritura e hanno vita breve, essi infatti maturano, si schiudono e muoiono in circa 1 mese, portando a morte anche la pianta che si secca. I fiori femminili sono invece pistilliferi e si formano una decina di giorni dopo quelli maschili. Questo perché devono essere impollinati tra la seconda e la quarta settimana di vita, quindi è necessario che al momento della loro differenziazione i fiori maschili siano già quasi giunti a maturazione. I fiori femminili hanno la forma di falsa spiga, diritta e più compatta rispetto a quella maschile e sono riuniti in gruppi di 2-6 alle ascelle di brattee formanti corte spighe; ogni fiore presenta un ovario supero e uniloculare, avvolto da un calice membranaceo e sormontato da due stili e due stimmi. I fiori femminili sono sempre appaiati, anch'essi in posizione ascellare, ma in corrispondenza delle due stipole piccole, acuminata e caduche (Ranalli, 2020).



Figura 1: differenza tra infiorescenze maschili (a sinistra) e femminili (a destra) di Cannabis sativa (Ranalli, 2020).

La canapa è una specie brevidiurna, germina in primavera quando il clima le permette la germinazione (ama i climi temperati). Alla germinazione segue una fase di crescita, in cui prevale lo sviluppo del fusto e delle foglie. In estate, quando le ore di luce iniziano a

diminuire, si avvia la fase di fioritura, in cui lo sviluppo del fiore è preponderante rispetto a quello dello stelo e delle foglie. Il periodo di fioritura varia, a seconda della specie, dalle sei alle sedici settimane. Alcune varietà spontanee di *Cannabis*, le *Ruderalis*, presentano un fotoperiodo indipendente dalle ore di luce, ovvero iniziano a fiorire dopo quattro settimane dalla germinazione, indipendentemente dal fatto che le ore di luce stiano aumentando o calando. Il loro periodo di fioritura è breve: dalle sei alle otto settimane (Bacci et al., 2007). L'impollinazione è anemofila, avviene cioè attraverso il vento, che trasporta il polline prodotto dai fiori maschio. Tale fenomeno può avvenire anche a chilometri di distanza. Dalle infiorescenze femminili compaiono, nel periodo autunnale, i frutti, la cui maturazione avviene in modo scalare. Sono acheni lisci, lucidi, duri e globosi; all'interno di un pericarpo sottile è presente un unico seme dalla forma ovoidale quasi sferica di lunghezza pari a 3-5 mm e larghezza di circa 2-3 mm (Figura 2). Il colore non è uniforme, il seme si presenta infatti macchiettato, di colore bruno-olivastro o tendente al rossiccio, con riflessi verdognoli o biancastri (Madia e Tofani, 1998). Il peso di 1000 semi varia tra i 20 e i 30 g (ed è doveroso sottolineare che i semi delle varietà monoiche hanno un peso inferiore a quelli delle varietà dioiche). All'interno del pericarpo sono presenti due cotiledoni con una radichetta e un endosperma sottile e non sviluppato; i cotiledoni e la radichetta sono ricchi di olio, il cui colore tende al verde grazie alle fibre e alla clorofilla presenti nel pericarpo (Ranalli, 2020).



Figura 2: semi di canapa (Ranalli, 2020).

La canapa possiede radici ramificate di tipo fittonante, composte da una radice principale che può arrivare ad una profondità di 2,5 metri, e da molte radici secondarie che possono avere una distensione di 60-80 centimetri (Madia e Tofani, 1998).

Il fusto è rigido ed eretto, cresce con forma subconica o cilindrica ed appare di colore verde, più o meno intenso. L'altezza varia tra i 0,5 metri (nel caso di alcune sottospecie spontanee come la *Cannabis ruderalis*) e i 5 metri (raggiunti da alcune varietà di *Cannabis sativa*); in media però si attesta tra 1,5 e 2 metri. Lo stelo è pieno nei primi 40 centimetri, per poi diventare cavo con internodi la cui lunghezza diminuisce verso l'alto. La ramificazione laterale è influenzata dallo spazio e dalle condizioni di nutrizione di cui beneficia la pianta durante lo sviluppo. Di norma comunque, le piante femminili possiedono ramificazioni laterali più numerose e più lunghe. (Madia e Tofani, 1998).

Il fusto si compone di una corteccia esterna, chiamata tiglio, e da una parte interna detta canapulo. Il tiglio è di colore verde ed è formato da fibre tenute insieme da pectine; tali fibre sono quelle di interesse industriale e si suddividono in fibre primarie (o lunghe) e fibre secondarie (o corte) a seconda della loro dimensione e della loro struttura. In genere le fibre primarie sono lunghe circa 16 millimetri e presentano pareti molto ingrossate, mentre quelle secondarie hanno una lunghezza di circa 2 millimetri e sono molto lignificate.

Il canapulo è di colore bianco e ha una composizione chimica simile a quella del legno.

Le due parti, canapulo e tiglio, sono separate dal cambio. (Ranalli, 2020).

Le foglie sono di colore verde intenso (Figura 3), più chiare nella pagina inferiore e più scure in quella superiore. Le prime due foglie cotiledonari sono caduche, carnose, piccole, ovali, a lembo intero, pelose, sessili, senza stipole (avvizziscono e cadono con lo sviluppo della pianta), e hanno una effimera funzione di sostentamento della pianta durante la fase di emergenza.

Le foglie vere presentano stipole composte da un numero variabile di foglioline con margine seghettato. Le foglioline sono sempre dispari e possono essere al massimo 13. Presentano inoltre punte acuminate che possono arrivare fino a 10 centimetri di lunghezza e 1,5 centimetri di larghezza. Le foglie sono picciuolate e palmatosette. Le stipole, il picciuolo e il lembo sono dentati. Un fenomeno che si è riscontrato con frequenza è la pinnatofillia, ovvero un marcato concrescimento dei segmenti fogliari tale da causare la loro unione diminuendo il numero delle nervature (Ranalli, 2020).

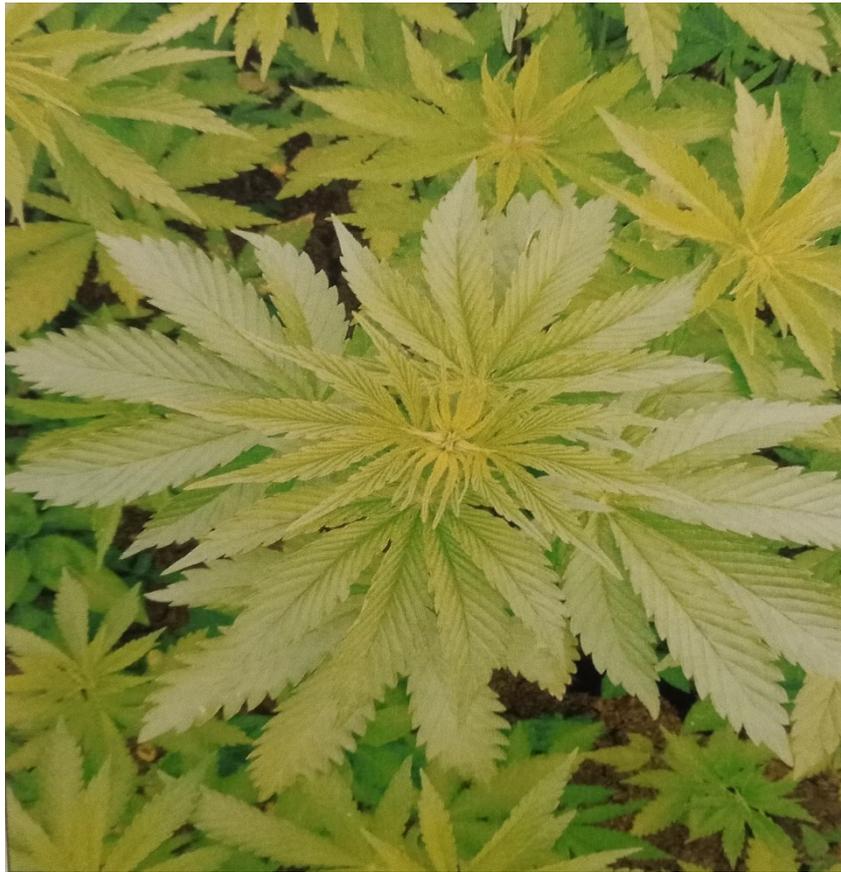


Figura 3: foglie di canapa viste dall'alto. In questa foto è possibile scorgere l'architettura planofila delle foglie che permette una veloce copertura del terreno (Ranalli, 2020)

1.1.3 Tecniche di coltivazione

La canapa è una pianta estremamente resistente alle avversità climatiche, tuttavia, per avere una buona resa di prodotto e un'elevata qualità, è necessario conoscere quali sono le condizioni ottimali per farla crescere. Queste condizioni sono diverse a seconda del fine produttivo per cui la si vuole coltivare. Ciò che cambia, soprattutto, tra le varietà da fibra, da seme, e da fiore, sono la densità di semina, l'irrigazione, la fertilizzazione e l'epoca di raccolta. Inoltre, a seconda del fine produttivo, si deve scegliere il giusto ceppo genetico da seminare; si sceglie infatti il tipo di cultivar a seconda del prodotto voluto e della qualità ricercata. Innanzitutto, per iniziare la coltivazione è necessario reperire i semi. Durante il periodo in cui non è più stata coltivata la canapa, il patrimonio genetico disponibile a livello mondiale è stato pesantemente ridotto. A causa di questo, non tutte le varietà la cui coltivazione è ammessa dall'Unione Europea sono disponibili nel mercato. Questo depauperamento ha ovviamente coinvolto anche l'Italia, che vantava di possedere le varietà considerate in tutto il mondo essere le migliori. Attualmente, L'ISCI (Istituto Sperimentale

per le Colture Industriali di Bologna) ha cercato di porre rimedio al problema moltiplicando e fornendo al mercato una modesta quantità di semi di Carmagnola e Fibranova. Ad oggi, le cultivar più diffuse ed utilizzate sono quelle monoiche Francesi, le quali sono anche le più adatte per la produzione di semi, avendo una maggior percentuale di piante femmine. La canapa è composta da cinque componenti principali dai quali si può ricavare un gran numero di prodotti finali (Bacci et al., 2007) (Tabella 2).

Fibra lunga	Tessuti per arredamento, abbigliamento, corde e tappeti
Fibra corta	Tessuti per abbigliamento, arredamento, carta, feltri isolanti, geotessili, compositi
Canapulo	Pannelli isolanti, materiale inerte per edilizia, lettiere
Seme	Olio alimentare, farina alimentare, cosmetici, vernici, resine
Fiore	Utilizzato come tale o trasformato in olio o resina a scopo terapeutico

Tabella 2: fini produttivi dei principali componenti della pianta di canapa (Bacci et al., 2007).

Il motivo per cui nell'Unione Europea è ammessa solo la coltivazione di piante il cui contenuto di THC è stato certificato essere < al 0,6%, è che tale principio attivo ha effetti psicotropi sull'organismo umano (Ranalli, 2020).

Se il fine produttivo è la fibra di buona qualità (fibra lunga) è necessario coltivare piante molto alte, come le varietà dioiche "Carmagnola", "CS" e "Fibranova". Quando invece il prodotto richiesto è la fibra corta o il seme, sono più adatte le varietà monoiche, che hanno la caratteristica di essere tutte piante portaseme, quando, al contrario, tra le dioiche è presente un'alta possibilità di nascita di piante con fiori maschili (40-50%). Per una produzione specifica di semi, è preferibile scegliere piante con un'altezza medio-bassa, per facilitare la raccolta. Per la produzione di fiori è bene scegliere varietà monoiche e semi femminizzati, che garantiscono, con una probabilità pari al 99%, la nascita di piante di cannabis che produrranno fiori femmina. In questo modo si ha l'assenza di piante che producono infiorescenze maschili e si evita quindi che i fiori femmina vengano impollinati e producano semi, cosa che pregiudicherebbe la qualità del fiore. Nel caso di coltivazioni atte a produrre fiore infatti, è necessario eliminare le piante il cui fiore è maschio, che si differenzia ed inizia a maturare circa dieci giorni prima dei fiori femminili. Il costo dei semi femminizzati è però molto elevato.

Un altro fattore che influenza la scelta delle varietà è la normativa comunitaria. Nell'allegato XII del Reg. CE 1251/1999 e nelle sue successive modifiche è presente l'elenco delle varietà di *Cannabis sativa* la cui coltivazione all'interno dell'Unione Europea è concessa. Le modifiche sono necessarie in quanto l'elenco delle cultivar ammesse deve essere costantemente aggiornato (Bacci et al., 2007).

Nella tabella 3 sono riportate le varietà che nel 2003 erano state certificate avere un contenuto in THC nelle infiorescenze inferiore allo 0,2%:

Origine	Nome
Italia	Carmagnola; Carmagnola Selezionata (CS); Fibranova; Red Petiole
Francia	Fedora 17; Fedora 19; Fedrina 74; Felina 32; Felina 34; Ferimon; Fibrimon 24; Fibrimon 56; Futura; Futura 75; Ipsilon 68; Santhica 23; Santhica 27; Dioica
Germania	Fesamo
Spagna	Delta Llosa; Delta 405
Polonia	Benino; Bialobrzeskie
Ucraina	Juso 14; Juso 13
Olanda	Chamaleon
Ungheria	Kompolti

Tabella 3: tabella aggiornata al 2003 contenente le varietà di cannabis che sono state certificate avere un contenuto di THC <0,2%, e quindi coltivabili nell'Unione Europea (Bacci et al., 2007).

Attualmente sono 68 le varietà con un contenuto di THC <0,2% e quindi coltivabili legalmente all'interno dell'Unione Europea.

Bisogna fare molta attenzione alle regole fissate dall'UE, in quanto è obbligatorio utilizzare solo i semi di canapa prodotti e certificati da enti autorizzati, altrimenti, nel caso in cui il limite di THC sulle infiorescenze venga superato, vi è il rischio di condanne penali regolamentate dalla legislazione sulle sostanze stupefacenti (Ranalli, 2020).

Altre differenze di cui si deve tener conto nella coltivazione delle differenti varietà a diverso fine produttivo sono:

- **La densità di semina:** che deve avere un valore alto nel caso di piante da fibra, in modo da creare una coltura fitta che chiuda velocemente l'interfila, così da creare

una competizione per la luce tra le varie piante di canapa, che tenderanno ad allungarsi producendo fusti lunghi e sottili con molti steli. In questo modo tali fusti avranno una grande quantità di fibra lunga di alta qualità, infatti quantità e qualità della fibra sono direttamente proporzionali alla densità di semina. In numeri, si cerca di avere un valore di densità di semina che si aggira intorno alle 500 piante per m². Questo valore si abbassa a 100 piante in un metro quadrato in caso di coltura di canapa finalizzata alla produzione di carta, a 50 piante circa per metro quadrato in caso si voglia produrre seme, e a massimo 10 piante per metro quadrato nel caso si voglia coltivare piante da fiore.

- **La frequenza e l'entità di irrigazione.** Dipende dal clima e dal terreno. In caso di clima secco e arido e terreno drenante per esempio, è bene avere un'alta frequenza di irrigazione, che dovrà essere abbondante. Non bisogna però mai esagerare, in caso di ristagno idrico le radici tenderanno a marcire, quindi è necessario fare attenzione nel caso in cui il terreno tenda a creare ristagni.
- **L'epoca di raccolta:** situata a maturazione del seme nelle varietà atte a produrre seme, a maturazione del fiore in quelle coltivate per raccoglierne il fiore, e poco prima della fioritura nelle varietà da cui si vuole ricavare la fibra, in modo che quest'ultima sia di qualità elevata ed omogenea.

Una volta scelto il tipo di cultivar che si vuole seminare e avendo compreso le tecniche specifiche per quella varietà di canapa, ci sono poi delle similitudini che valgono per tutte le piante di canapa, come per esempio il clima, il terreno e la preparazione del suolo. Il clima preferibile per una crescita ottimale della pianta di canapa è quello caldo-umido, che permette la produzione di una grande quantità di sostanza organica. Il seme di canapa germina ad una temperatura minima di 1°C, ma per una buona emergenza è più opportuna una temperatura del terreno di 8-10°C. Per fiorire la pianta di canapa necessita di una temperatura minima di 19°C, mentre per far maturare i semi ha bisogno di una temperatura esterna di almeno 13°C (Bacci et al., 2007).

La crescita della canapa può essere suddivisa in 2 fasi: la fase vegetativa e la fase di fioritura. Durante la fase vegetativa si ha la crescita della sostanza organica, crescono quindi fusto, steli e foglie. Durante la fase di fioritura si ha la crescita dei fiori appunto, che possono essere maschili o femminili. A fine maturazione il fiore, se impollinato, produce i semi, utilizzati o nell'industria alimentare, sia umana che zootecnica, o in agricoltura per essere seminati. La fase di fioritura inizia quando il fotoperiodo comincia ad accorciarsi e dura dalle 8 alle 16

settimane. Durante la fase vegetativa, l'aridità e il caldo anticipato costringono le piante a pre-fiorire bloccando la loro crescita in altezza e quindi creando un danno alla coltivazione. La canapa predilige i terreni di medio impasto, freschi, drenanti e ricchi di humus, sebbene sia possibile ottenere buone rese (8-10 tonnellate per ettaro) anche in tipologie diverse di terreno, purché non sia arido, troppo argilloso o mal strutturato e tendente a ristagni idrici. Infatti "terra di canapa" era un appellativo comune che indicava un tipo di terreno molto fertile. La canapa è una coltura da rinnovo, e come tale cresce bene anche su stallatico o compost non ancora giunti a maturazione finale e di scarsa qualità. Questa coltura può essere coltivata in continuità per 2-3 anni senza arrecare danni al terreno e senza depauperarlo delle sostanze nutritive. Un accorgimento non fondamentale, ma a cui è buona regola prestare attenzione, è la pendenza dei terreni, che non deve essere troppo elevata per evitare probabili difficoltà nelle operazioni di raccolta (Bacci et al., 2007).

Ovviamente, come per tutte le colture, il terreno necessita di alcune lavorazioni per la preparazione del letto di semina. Essendo una coltura da rinnovo, si procede dapprima con un'aratura ad una profondità di 30-40cm, o con una lavorazione a due strati attraverso l'utilizzo di un aratro ripuntatore; poi si procede con un'erpicoltura, che, a seconda delle caratteristiche chimiche del terreno, si effettua o in autunno o a fine inverno. Nel momento in cui si esegue l'erpicoltura, si procede anche con una concimazione di fondo con fosforo e potassio, o con un ingrassamento a base di letame. Nel caso in cui si effettui solo la concimazione a base di letame, questa deve apportare un grande quantitativo, tra i 500 e i 600 quintali per ettaro, mentre ne bastano solo 30-40 quintali per ettaro se viene combinata con altri minerali. La canapa ha anche un grande fabbisogno di calcio, ma, essendo questo minerale abbondantemente presente nei suoli italiani, è raro che si presenti la necessità di aggiungerlo (Bacci et al., 2007).

Anche l'azoto è un elemento importante per l'accrescimento della pianta, e la sua mancanza provoca un ingiallimento delle colture che risultano disomogenee e caratterizzate da una crescita lenta e incompleta. Bisogna tuttavia fare attenzione agli eccessi di azoto poiché causano un aumento della mortalità e una diminuzione della qualità della fibra, perché risulta avere un maggior contenuto di lignina. La quantità di fibra prodotta però, sarà maggiore per il maggior accrescimento delle piante residue, infatti è stato dimostrato un aumento produttivo della biomassa secca degli steli di 20 kg circa per ogni kg di azoto apportato. Un altro rischio che potrebbe causare un eccesso di azoto è l'aumento della probabilità di allettamento della coltura in caso di forte vento. La fertilizzazione del terreno, ovviamente, deve essere in proporzione ai fabbisogni nutritivi della pianta. Comunemente si impiegano

fertilizzanti che forniscono 150 kg per ettaro di anidride fosforica (P_2O_5) e 100 kg per ettaro di ossido di potassio (K_2O) (Bacci et al., 2007).

Una volta preparato il terreno, quando la temperatura di quest'ultimo raggiunge i $10^\circ C$ (il periodo varia a seconda dell'altezza dal suolo e dalla latitudine), o meglio ancora i $12-14^\circ C$, si può procedere con la semina, che non deve avvenire troppo presto per evitare le gelate tardive, ma nemmeno troppo tardi, per evitare il rischio, durante l'emergenza e il primo stadio d'accrescimento, di mancanza d'acqua, necessaria per far germinare il seme e far crescere correttamente la pianta nella prima fase di sviluppo, momento in cui è delicata dal punto di vista del fabbisogno idrico. La mancanza d'acqua all'inizio della crescita potrebbe infatti provocare la morte di alcune piante, con conseguente riduzione del numero di piante per metro quadrato, e una crescita incompleta delle piante rimanenti, che non raggiungeranno l'altezza tipica della varietà seminata. E non si può ovviare a quest'ultimo problema con una raccolta posticipata, in primo luogo perché in caso di varietà da fibra il suo valore verrebbe pregiudicato, e in secondo luogo perché si devono evitare le piogge autunnali che creerebbero notevoli difficoltà nel trebbiare ed essiccare la coltura in campo. Per l'operazione di semina viene utilizzata una seminatrice tradizionale capace di depositare i semi in file. Il seme deve essere posto ad una profondità di 2-3 centimetri e la quantità varia a seconda del fine produttivo per cui si vuole coltivare la canapa. Per le colture da seme, per le quali si deve favorire la ramificazione degli steli, si utilizzano circa 25 kg per ettaro di seme, nel caso in cui si vuole coltivare una varietà da fibra invece, per ottenere una fibra di alta qualità, si seminano quasi il doppio dei semi (Bacci et al., 2007).

Le malerbe possono creare problemi di competizione solo nelle prime fasi di crescita della canapa, che essendo seminata molto fitta e caratterizzata da un rapido sviluppo risponde molto bene a questo problema. Solo nel caso delle coltivazioni da seme o da fiore, che sono piuttosto rade, potrebbero risultare utili delle erpicature dopo l'emergenza delle piantine.

Infestanti macroterme tipiche del mais potrebbero giovare di un ritardo nell'operazione di semina riuscendo a trovare spazio per crescere e così danneggiare la coltura. In base al protocollo di coltivazione del PSR della Regione Toscana (PSR 2000/2006) non sono ammesse applicazioni di diserbanti perché nei tessuti di canapa potrebbero restare dei residui di pesticidi a base di triazina (Bacci et al., 2007). Tra le avversità che possono colpire le colture di canapa possiamo trovare sia quelle di tipo abiotico che quelle di tipo biotico. Tra le prime è bene fare attenzione ai geli tardivi durante le fasi giovanili della pianta, al vento, che può provocare allettamento, e alla grandine, dannosa perché può danneggiare le piante e farle morire.

Le avversità biotiche sono rappresentate da:

- Alcune crittogame che provocano delle macchie biancastre alla base del fusto;
- Varie batteriosi del genere *Pseudomonas*;
- Alcune specie di lepidotteri, tra cui quelli più pericolosi sono la *Grapholita delineana*, o piralide della canapa, e l'*Ostrinia nubilalis*, o piralide del mais. Questi insetti possono infestare tutte le parti della pianta.

Gli interventi di difesa, curativi o preventivi, per questo genere di avversità non sono comunque necessari, eccezion fatta per i casi estremi, contro i quali si deve ricorrere ai trattamenti chimici (Bacci et al., 2007).

1.1.4 Normativa per la coltivazione

Per coltivare la canapa è necessario che l'agricoltore segua una normativa precisa. Come prima cosa può utilizzare solo semi prodotti da enti certificati e deve tenere in azienda la fattura dell'acquisto e la fotocopia del cartellino di certificazione rilasciato dalla ditta produttrice delle sementi. Con questi documenti l'agricoltore sarà al corrente della concentrazione di THC della sua coltura e sarà in grado di darne prova. Prima del 2016, subito dopo l'emergenza delle piantine, l'agricoltore doveva recarsi alla Stazione di polizia più vicina (Polizia di Stato, Carabinieri, Guardia di Finanza) e, attraverso un apposito modulo, doveva compilare una "dichiarazione di coltivazione" della canapa. Attraverso questo format, l'agricoltore doveva precisare la posizione esatta dei campi in cui era presente la coltivazione, allegando anche una planimetria in fogli e mappali. Giunto il momento della raccolta, il coltivatore doveva contattare la Stazione alla quale aveva consegnato la dichiarazione e informare chi di dovere dell'avvenuta raccolta. A questo punto procedevano i vari controlli del caso (Ranalli, 2020).

Attualmente l'agricoltore deve solamente seminare le varietà di canapa certificate a livello europeo (con contenuto di THC < 0,2%, con una tolleranza fino al 0,6%) e conservare i cartellini delle sementi e le fatture di acquisto per un anno. Nella fase di crescita della coltura le Forze dell'Ordine possono effettuare dei controlli sulla coltivazione prelevando dei campioni da analizzare secondo il procedimento indicato dal regolamento U.E. 1164/89.

Tali controlli possono essere effettuati solamente in presenza del titolare dell'azienda, che ha il diritto di fare delle contro-analisi sul campione prelevato. Nel caso il contenuto di THC superi la soglia di tolleranza dello 0,6%, ma le sementi erano state acquistate da un ente certificato e ne erano stati conservati la fattura e il cartellino, la coltivazione sarà distrutta o sequestrata senza conseguenze penali per l'agricoltore (Ranalli, 2020).

1.2 Utilizzi della canapa

La canapa si presta ad una molteplicità di utilizzi che spaziano in diversi settori, in primis quello dell'industria tessile. Dalla canapa, però, non si ricava solo fibra tessile, bensì si possono ricavare altre materie prime che possono essere trasformate ed utilizzate per diversi scopi, quali:

- la produzione di carta;
- la produzione di mattoni di canapulo e calce per la bioedilizia;
- la produzione di pannelli isolanti;
- la produzione di fibra di canapa utilizzata in idraulica;
- la produzione di olio e resine contenenti i principi attivi tipici della cannabis, a scopo terapeutico;
- la produzione di olio di semi e di farina di semi ad uso alimentare umano e zootecnico;
- la produzione di cosmetici;
- la produzione di combustibili.

Oltre ai vari prodotti che si possono ottenere dalla canapa, ci sono anche dei benefici che questa pianta conferisce direttamente al terreno in cui viene coltivata, e che la rendono quindi un'ottima coltura da avvicendamento in ambito agricolo (Ranalli, 2020).

1.2.1. La canapa in agricoltura

La canapa può essere utilizzata in agricoltura non solo per ricavarne la materia prima da cui si possono ottenere vari prodotti da commercializzare, ma anche per i vantaggi che il terreno stesso può trarre dall'esser coltivato a canapa (Madia e Tofani, 1998). Questa pianta infatti, nel terreno in cui viene coltivata:

1. Contrasta le malerbe;
2. Migliora le condizioni fisiche del terreno;
3. È una coltura economica.

Come già accennato, la canapa è una coltura primaverile da rinnovo ed è ottima per risanare il terreno e prepararlo per le colture che le succederanno. Coltivare il terreno con questa pianta, infatti, ostacola e blocca la crescita di malerbe grazie alla competizione naturale, all'ombreggiamento e alla caduta delle foglie sul terreno. La competizione naturale è svolta perché, essendo coltivata ad un'elevata densità di semina, occupa il suolo con le sue radici in maniera preponderante, così da opporsi alla crescita degli apparati radicali di altre piante e competere con esse per gli elementi nutritivi presenti sul terreno. L'ombreggiamento è dato

dalle caratteristiche fisiche stesse della pianta che, essendo alta, frondosa e seminata ad un'elevata densità, crea un'ombra sul terreno tale per cui impedisce alle piante più basse di godere della luce del sole necessaria alla loro crescita, permettendo alla canapa di prevalere. In ultima istanza, la caduta delle foglie dalla pianta durante la sua crescita contribuisce al fenomeno dell'ombreggiamento e soffoca le malerbe, impedendone in modo definitivo la crescita. Quest'ultimo evento effettua anche un'azione di pacciamatura migliorando il terreno; infatti è stato dimostrato che le foglie che cadono sul terreno durante la fase di crescita e durante la raccolta, possono contribuire a restituire al terreno fino al 60% dell'anidride fosforica e quasi tutto il potassio asportati. In totale la pianta di canapa rilascia sul terreno dalle 15 alle 20 tonnellate di residuo organico fresco per ogni ettaro (Madia e Tofani, 1998).

La canapa migliora il terreno anche grazie alle sue caratteristiche fisiche intrinseche; il reticolo formato dalle sue radici secondarie aiuta il terreno a strutturarsi meglio facilitandone anche la lavorazione a fine ciclo, e la presenza di flavonoidi nell'apparato radicale della pianta favorisce la crescita di microrganismi che creano una simbiosi con la pianta di canapa favorendo un migliore scambio di nutrienti con il suolo. Questi microrganismi inoltre sono capaci di fissare meglio l'azoto atmosferico nel terreno rendendolo disponibile per la pianta di canapa stessa e per le colture che le susseguiranno. Quindi la canapa favorisce la crescita delle colture che vengono dopo sia grazie alla sua azione bonificante esercitata sulle malerbe, sia grazie all'azione migliorativa che effettua sul terreno dal punto di vista strutturale e dal punto di vista nutritivo (Bacci et al., 2007).

Se si coltiva la canapa per produrre fibra, e quindi la raccolta avviene prima della formazione del seme, vi è il tempo e la possibilità di avvicinare una seconda coltivazione di canapa, grazie alle sue proprietà che non portano stress al terreno. In questo caso però, la seconda coltivazione risulta essere più vulnerabile ai parassiti e al contrastare le malerbe, con il pericolo che il prodotto finale sia di qualità inferiore. Il problema è aggravato dalla mancanza di prodotti fitosanitari e diserbanti e dalla difficile applicazione degli stessi nelle fasi di crescita avanzata della pianta. L'altezza della pianta crea infatti un ostacolo fisico all'entrata in campo delle macchine. Per questo tale pratica non era molto utilizzata; era invece preferito, e di fatto ampiamente praticato, l'alternare la canapa e il frumento e, nel periodo che intercorreva tra la raccolta del cereale e la semina della canapa, era tipico coltivare un erbaio autunno-vernino che un mese prima della semina della canapa veniva sovesciato sul terreno in modo da aumentarne la fertilità. La canapa risulta essere quindi migliorativa del

terreno e per questo può essere molto utile per risanare i terreni depauperati dalla coltivazione di monoculture impegnative dal punto di vista nutritivo (Bacci et al., 2007).

Un ultimo aspetto che deve essere considerato da parte di un agricoltore che si vuole cimentare nella coltivazione di canapa è l'impatto economico che ha questa pianta. La *Cannabis sativa* infatti, nonostante l'onerosa spesa che si deve effettuare per l'acquisto delle sementi, è una pianta economica sia dal punto di vista dello sfruttamento del terreno, sia dal punto di vista del fabbisogno di input quali fertilizzanti e antiparassitari (Madia e Tofani, 2007).

In un rapporto redatto nel 2003 dall'INRA (Institut national de la recherche agronomique – istituto nazionale della ricerca agronomica), è presente un confronto tra la canapa, il lino e le classiche colture che depauperano il terreno, quali la patata, la colza e il grano, riguardo al fabbisogno di fertilizzanti (Tabella 4). Questo rapporto mette in evidenza come la canapa e il lino abbiano una minor necessità di fertilizzanti e come ciò si traduca in una minore spesa economica, la quale si accentua ancor più se si considera la minor necessità di utilizzo di diserbanti e trattamenti antiparassitari in canapa e lino rispetto alle altre piante considerate (Tabella 5) (Bacci et al., 2007).

Kg/ha	Lino	Canapa	Grano	Patate	Barb.zucch.
Azoto (N)	100	100	130	170	220
Fosforo (P)	70	0	64	80	100
Potassio (K)	70	0	90	290	180

Tabella 4: confronto tra lino, canapa, grano, patata e barbabietola da zucchero, sul fabbisogno di fertilizzante espresso in chilogrammi per ettaro (Bacci et al., 2007).

€/ha	Lino	Canapa	Grano	Barb. Zucch.	Colza
Concimi	66	45	139	154	135
Sementi	209	280	33	242	32
Trattamenti	101	0	202	289	191

Tabella 5: confronto tra lino, canapa, grano, colza e barbabietola da zucchero, sulla spesa economica, espressa in euro per ettaro, da effettuare per l'acquisto delle sementi e per la distribuzione di concimi e trattamenti (Bacci et al., 2007).

1.2.2 La canapa nell'industria tessile

Nell'industria tessile la fibra derivante dalla canapa subisce diverse lavorazioni per essere trasformata nel prodotto finito che può essere rappresentato da capi d'abbigliamento, corde, vele, tappeti e altro ancora. Le fibre sono distinte in primarie (o lunghe) e secondarie (o corte). Le prime sono lunghe 16mm, presentano pareti molto ingrossate e sono presenti nel taglio della pianta, ovvero nella corteccia esterna; le seconde sono lunghe 2mm, sono molto lignificate e si trovano nella parte interna della pianta, il canapulo. Il taglio è di colore verde e le sue fibre sono tenute insieme da pectine. Il canapulo è di colore bianco ed è molto leggero. Le due parti sono separate dal cambio. La fibra rappresenta il 25-30% del fusto, di cui il canapulo ne rappresenta il 70-75%. La fibra della parte corticale è composta dal 67% di cellulosa, dal 13% di emicellulose e dal 4% di lignina; mentre la parte centrale legnosa presenta il 38% di cellulosa, il 31% di emicellulosa e il 18% di lignina (simile al legno che si compone del 40% di cellulosa, 20% di emicellulosa e 20% di lignina) (Ranalli, 2020).

I vari fasci di fibra sono uniti e cementati dalle lamelle mediane formate da sostanze pectiche che, attraverso il processo di macerazione microbiologica o chimica, si sciolgono liberando il taglio. La percentuale di fibre corticali dello stelo e il rapporto tra le fibre primarie e secondarie dipendono dalla cultivar, dalla fittezza di coltivazione e dall'età della pianta. Infatti la robustezza e la grossolanità della fibra sono direttamente proporzionali alla grossezza della pianta, che aumenta con il diminuire della densità di coltivazione e con l'aumentare dell'età della pianta. Comunque, a parità di età della pianta e di metodo di coltivazione, è interessante notare come le fibre situate all'apice della pianta siano più fini di quelle situate alla base della stessa pianta.

In ogni caso, che le fibre siano primarie o secondarie, di alta o di scarsa qualità, la coltivazione della canapa, la sua raccolta, la lavorazione per estrarre la fibra e la tessitura, sono attività molto impegnative che, una volta, davano lavoro ed occupazione ad intere famiglie per tutto il trascorrere dell'anno.

In passato la fibra di canapa aveva diversi utilizzi tra cui la produzione di corde, necessarie per lo svolgimento di numerose attività in ambito agricolo e navale, di vele per le imbarcazioni, di reti da pesca, di capi d'abbigliamento, di tappeti e di tessuti di altro tipo.

Le fibre di canapa si prestano molto alla produzione di capi d'abbigliamento in quanto sono cave, e quindi calde d'inverno e fresche d'estate, naturalmente antibatteriche ed estremamente resistenti all'usura. La supremazia del tessuto di canapa durò fino a metà degli anni Ottocento, anni in cui prese piede il consumismo sia nella mentalità comune che in

quella industriale, portando al declino della canapa e all'ascesa delle fibre artificiali che oscurarono la canapa per un lungo periodo di tempo (Ranalli, 2020).

Recentemente, l'inquinamento dato dai prodotti artificiali e dalla mentalità consumistica ha reindirizzato l'opinione pubblica verso la rivalutazione delle fibre naturali, tra cui anche la canapa, una pianta che non ha motivo di temere la concorrenza nemmeno del cotone. Essa presenta infatti una maggiore resistenza ai parassiti rispetto alle altre piante da fibra e un minor fabbisogno idrico, che arriva alla metà di quello del cotone.

Tutto ciò conferisce alla canapa un minore impatto ambientale sia dal punto di vista della coltivazione che da quello della sua trasformazione ed utilizzo, ed è proprio per questo che si sta rivalutando il suo utilizzo per la produzione di fibra (Ranalli, 2020).

1.2.3 La canapa per la produzione di carta

L'utilizzo della polpa di canapa per la produzione della carta risale a tempi antichissimi, infatti, in base ai referti archeologici, il primo foglio di carta di canapa, trovato nella provincia di Shen Nung in Cina, è datato al 2700 a.C (Capasso, 2001).

Al tempo la carta di canapa si produceva a partire da vecchi indumenti di canapa e lino, attraverso la cui macerazione si otteneva la polpa per produrre la carta. Questo metodo fu utilizzato per anni, finché, in seguito alla rivoluzione industriale, non aumentò il fabbisogno di carta al punto da non riuscire, solamente con la canapa e il lino, a soddisfare la domanda. Fu così che si iniziò ad utilizzare gli alberi per ottenere la cellulosa finalizzata alla produzione di carta; cosa che comportò un veloce abbandono della carta di canapa e ad un abbattimento massivo di boschi e foreste.

Questo fatto ebbe un impatto ambientale non indifferente, tanto che negli ultimi vent'anni si è tornati al pensiero di utilizzare la canapa ed altre piante annuali per approvvigionarsi della materia prima finalizzata alla produzione di carta. Questo perché la pianta di canapa è comunque destinata ad essere tagliata alla fine del ciclo di coltivazione, quindi utilizzando la polpa di cellulosa proveniente da questa, come dalle altre piante annuali, non si causa nessun impatto ambientale. Oltre all'assenza di impatto ambientale, la canapa produce una grande quantità di massa vegetale, tanto che con un ettaro di terreno coltivato a canapa si produce una quantità di polpa di cellulosa equivalente a 3-4 ettari di bosco; e questa polpa di cellulosa proveniente dalla canapa presenta un minor contenuto di lignina e sostanze pectiche, il che comporta una resa più elevata di cellulosa rispetto a quella degli alberi e un minor uso di acidi e prodotti chimici per la rimozione della lignina. Le industrie che producono carta infatti, fanno un gradissimo utilizzo di acidi inquinanti per la produzione

della pasta di cellulosa, cosa che sarebbe molto attenuata se per produrre tale pasta si utilizzasse la fibra proveniente dalla canapa, la quale, nella peggiore delle ipotesi (ovvero utilizzando il canapulo, che è la parte della pianta di canapa più ricca di lignina), richiede solo la metà degli acidi e dei prodotti chimici necessari alla trasformazione della fibra derivante dal legno degli alberi. Un altro vantaggio a favore della canapa che contribuisce alla sua sostenibilità ambientale è il colore della sua fibra e del suo legno, che sono bianchi e sono quindi già stampabili. Al massimo, per ottenere una carta perfettamente bianca, si possono trattare il legno e la fibra di canapa con l'acqua ossigenata, al posto dei composti chimici a base di cloro utilizzati per sbiancare la carta proveniente dal legno degli alberi (Ranalli, 2020).

L'unica differenza tra l'utilizzo delle fibre corte o lunghe, e il canapulo della canapa è che con le prime si ottiene carta di primissima qualità, di grande resistenza e molto fine, mentre con il secondo si possono produrre cartoni o carta da giornale.

In genere comunque, la polpa di canapa non è utilizzata in purezza per la produzione di carta, ma viene miscelata con altre polpe.

Nonostante i benefici derivanti dall'utilizzo della canapa per la produzione di carta, ci sono delle difficoltà di base che ne impediscono la diffusione: il costo e gli impianti industriali.

La polpa di canapa costa infatti cinque volte tanto la polpa di legno, e gli impianti presenti nelle industrie sono stati realizzati e modernizzati per lavorare la fibra legnosa; per la lavorazione della fibra di canapa bisognerebbe modificare o cambiare tutto l'impianto, cosa che è difficilmente attuabile e comporterebbe un costo elevato, sebbene la salute dell'ambiente non abbia un prezzo (Ranalli, 2020).

1.2.4 La canapa in edilizia

La canapa, con le sue innumerevoli qualità, ha attirato l'interesse anche del settore edile, che ha visto nel canapulo, il "legno di canapa", un ottimo materiale da utilizzare per l'apertura di una nuova frontiera: la bio-edilizia. Il canapulo infatti, considerato da sempre come una parte di scarto, ha numerose proprietà che si prestano alla costruzione di edifici: è resistente, leggero e la sua struttura alveolare gli conferisce un'alta densità di zone d'aria che gli attribuiscono proprietà isolanti dal punto di vista termico ed acustico (Ronchetti, 2018).

Per la costruzione degli edifici comunque, non è utilizzato solo il legno di canapa, ma questo viene miscelato insieme alla calce con l'acqua, creando un biocomposito utile e sostenibile: il cemento di canapa e calce. In questa miscela l'acqua funge da sostanza legante insieme alla calce che opera anche come conservante, mentre il canapulo è il riempimento strutturale

leggero, detto aggregante. La naturale quantità di silice contenuta nel canapulo contribuisce all'asciugatura e all'indurimento della calce, andando così a formare un composto leggero, resistente e isolante, con una consistenza simile alla pietra. Per tale processo sono sufficienti poche ore e il prodotto ottenuto è ottimo per una vasta gamma di applicazioni, quali intonaco, massetto, muratura massiccia, e isolante per tetti. Il suo utilizzo come intonaco è molto diffuso nella ristrutturazione di edifici antichi, perché è isolante, conservante, non assorbe umidità, e quindi duraturo nel tempo, e resistente. Come massetto ed isolante per tetti risulta ottimo perché è un materiale che possiede una buona inerzia termica, ovvero è in grado di assorbire energia calorifica e rilasciarla in un periodo prolungato di tempo, e perché la sua leggerezza non appesantisce la struttura pur conferendole resistenza e rigidità. Il suo utilizzo in muratura massiccia deve essere accompagnato dall'uso di strutture portanti in legno o acciaio poiché la sua resistenza alla compressione di 0,2-1 N per millimetro quadrato non è indicata per la costruzione di opere murarie sottoposte a carichi eccessivi. Solitamente infatti si utilizza il cemento di canapa e calce come materiale riempitivo di armature di legno contenenti gabbie d'acciaio. Esistono anche dei mattoni di canapa e calce prefabbricati che vengono legati insieme con la medesima miscela, ma è un procedimento più costoso che causa anche perdite di benefici isolanti (Figura 5).



Figura 5: mattoni di canapa e calce (www.lacanapaindustriale.it).

La fibra di canapa in edilizia è utilizzata anche come guarnizione per i raccordi idraulici in modo che non ci siano perdite di acqua. In questo caso non si utilizza il canapulo bensì la fibra lunga (Ronchetti, 2018).

Secondo i risultati del test condotto da BRE, ad Haverhill, nel 2002, la temperatura media interna, misurata in un edificio costruito con il biocomposto di canapa e calce, messa a confronto con la temperatura media interna di un edificio di pari volume costruito con i comuni materiali edili e sottoposto alla stessa potenza di riscaldamento per il periodo di esecuzione del test, risultava più alta di 2°C nel primo edificio. In un altro esperimento si è dimostrato che la temperatura esterna dell'edificio costruito con la miscela di canapa e calce risultava in media 5°C inferiore a quella dell'edificio comune. Questo prova la proprietà di inerzia termica e la proprietà isolante della miscela di canapa e calce. Tale mix crea infatti una vera e propria barriera tra l'interno e l'esterno dell'edificio. Altri studi hanno dimostrato anche che gli edifici costruiti in canapa e calce hanno superato le prove di isolamento acustico, resistenza all'incendio e protezione dalle infestazione. L'isolamento acustico è di

poco inferiore rispetto agli edifici costruiti con i comuni materiali edili, ma soddisfa comunque i requisiti per essere definito isolante. La sua resistenza all'incendio è stata dimostrata attraverso un test di quattro ore a temperatura superiore ai 1800°C, in cui la miscela ha egregiamente resistito senza l'ausilio di sostanze ignifughe e senza emettere sostanze tossiche. La sua protezione dalle infestazioni è data dalle proprietà conservanti e igienizzanti della calce, da sempre utilizzata per igienizzare gli ambienti e mantenerli salubri, e dal fatto che sia il canapulo che la calce non sono per nulla appetibili da topi e ratti.

L'uso della miscela di canapa e calce per la costruzione di edifici risulta infine essere sostenibile dal punto di vista ambientale e sociale. Per prima cosa perché è un composto completamente ecosostenibile, infatti il canapulo è biodegradabile e la calce è riciclabile; e per seconda cosa perché durante la crescita la canapa assorbe diossido di carbonio dall'atmosfera ed è stato dimostrato che un edificio costruito in canapa e calce sottrae in media 137 kg di anidride carbonica per ogni metro quadrato dell'edificio costruito con tale mix (Ronchetti, 2018).

Dati questi possibili utilizzi e le numerose proprietà, sarebbe bene sviluppare una varietà che soddisfi le esigenze del settore edile, ma il miglioramento genetico portato avanti fino ad ora ha selezionato le varietà in base alla produzione di fibra lunga, da sempre considerata la parte nobile della pianta, ed ha quindi operato in senso contrario a ciò che è utile al settore edile. Questo non rende le cose impossibili, infatti la tecnologia e la conoscenza della canapa esistenti al giorno d'oggi permettono di effettuare un miglioramento genetico in maniera veloce e mirata a seconda dei bisogni dell'edilizia. Inoltre l'agricoltore che vuole coltivare la canapa da indirizzare al settore edile deve solo scegliere delle varietà monoiche, che sono più basse, più robuste ed hanno un ciclo di crescita più breve, e seminarle con una media densità in modo da favorire la crescita del fusto in grossezza piuttosto che in altezza e quindi la sua lignificazione, aumentando la produzione di canapulo delle piante.

Molto probabilmente, l'uso della miscela di canapa e calce sarebbe approvata con gioia dall'opinione pubblica, perché è ecologica e sostenibile dal punto di vista ambientale e crea degli ambienti salubri in cui le persone possono vivere. Il cemento di canapa e calce è quindi una nuova frontiera da esplorare che in Francia sta avendo un ottimo successo (Ronchetti, 2018).

1.2.5 La canapa nell'alimentazione umana

Negli ultimi anni si è riscontrata una crescita nella domanda di oli vegetali e proteine che, unita alla conoscenza dell'importanza che tali molecole rivestono nell'alimentazione umana e all'idea ormai diffusa secondo cui negli allevamenti zootecnici vi sia solo sfruttamento animale, ha portato alla ricerca di nuove fonti vegetali. Tra queste non poteva mancare la canapa, il cui seme contiene proteine e olio di ottima qualità (Galasso et al., 2007). Le proteine contenute nel seme di canapa sono infatti caratterizzate da un alto valore biologico conferitogli dalla presenza in esse di tutti gli aminoacidi essenziali necessari all'organismo umano (Ranalli, 2020).

Le due proteine principali presenti nei semi di canapa sono l'albumina e l'edestina. Tuttavia, la qualità nutrizionale delle proteine vegetali è influenzata da numerosi fattori tra cui la composizione amminoacidica e la digeribilità. La composizione in amminoacidi può essere influenzata dalla variabilità genotipica o da condizioni agronomiche, quali la fertilità del suolo e la lavorazione post-raccolta che altera il rapporto tra i componenti dei semi, mentre la digeribilità delle proteine può essere influenzata dalla struttura delle proteine, da alcuni processi industriali che utilizzano alte temperature e dalla presenza di composti antinutrizionali (Galasso et al., 2007). Questi ultimi si trovano in tutta la pianta e/o nei semi ed hanno un ruolo rilevante nella difesa della pianta contro animali predatori e patogeni. Quando, però, il contenuto nei semi di questi composti antinutrizionali è molto alto, essi diminuiscono la digeribilità e l'utilizzazione da parte dell'organismo di proteine, carboidrati e lipidi. È stato dimostrato che nella farina di canapa (il sottoprodotto ottenuto dai semi dopo l'estrazione dell'olio) sono presenti alcuni di questi FAN (fattori antinutrizionali), tra cui: inibitori di proteasi, tannini condensati, glicosidi cianogenici, saponine ed acido fitico. Di questi, l'acido fitico e gli inibitori di tripsina risultano essere presenti in quantità piuttosto elevate. L'acido fitico (mio-inositolo esafofosfato) è la principale forma organica di fosforo presente nei semi di moltissime piante. La sua presenza riduce l'assorbimento di micro- e macro-elementi nel tratto gastrointestinale dell'uomo poiché è un forte chelante di cationi minerali come zinco, calcio, magnesio e ferro con cui forma dei sali (fitati). I fitati, inoltre, formano legami complessi con residui amminoacidici delle proteine, diminuendone così la digeribilità (Russo e Reggiani, 2014).

L'uomo, come gli animali monogastrici non sintetizzano l'enzima fitasi e quindi non digeriscono i fitati presenti nei semi. Pertanto l'acido fitico, limitando la biodisponibilità del fosforo e dei minerali, diminuisce il valore nutritivo dei semi e degli alimenti da essi derivati. Per quanto riguarda gli inibitori di tripsina, essi sono dei FAN in grado di inibire l'attività

dell'enzima digestivo tripsina, e questo provoca una mancata digestione ed un mancato assorbimento delle proteine (Russo e Reggiani, 2014).

I FAN rappresentano quindi un problema rilevante per l'utilizzo dei semi di canapa come alimento, ma attraverso il miglioramento genetico si possono selezionare le piante che presentano una ridotta quantità di questi fattori antinutrizionali. È stata infatti dimostrata una grande variabilità nella presenza di FAN nelle varie cultivar. Variabilità che viene accentuata dal clima e dal terreno in cui crescono le piante. Tale lavoro si può definire doveroso, viste le proprietà nutrizionali dei semi di canapa (Russo e Reggiani, 2014).

L'olio prodotto da questi presenta infatti un ottimo contenuto di acidi grassi polinsaturi, tra cui anche l'acido α -linolenico della serie Omega-3 e l'acido linoleico della serie Omega-6. Questi grassi sono benefici per la salute perché prevengono le malattie del sistema cardiocircolatorio e svolgono un ruolo molto importante nella maggior parte dei tessuti del corpo umano poiché sono contenuti in tutte le membrane cellulari, e a maggior ragione dato il fatto che il nostro organismo non è in grado di sintetizzarli da sé a partire da altre sostanze lipidiche. Dagli acidi grassi Omega-3 e Omega-6 inoltre, si formano gli eicosanoidi, agenti biologici che modulano molte funzioni dell'organismo, tra questi troviamo infatti le prostaglandine, le prostaciline e altre molecole di questo tipo. Nello specifico l'assunzione di acidi grassi Omega-3 e Omega-6 è in grado di abbassare il livello di trigliceridi nel sangue, ma la prerogativa dei primi è quella di aumentare la concentrazione del colesterolo HDL (il "colesterolo buono" che ripulisce le arterie dai trigliceridi sedimentati e dal "colesterolo cattivo"), mentre l'assunzione degli Omega-6 abbassa la concentrazione di colesterolo LDL (quello "cattivo"). Da queste azioni svolte dagli Omega-3 e Omega-6 derivano altri benefici quali la prevenzione o il rallentamento della formazione di placche aterosclerotiche nei vasi sanguigni, l'aumento della fluidità del sangue con conseguente diminuzione della probabilità di andare incontro a trombosi e malattie coronariche, e la neutralizzazione della formazione di radicali liberi (Ranalli, 2020).

E' quindi comprensibile l'importanza di questi acidi grassi per la salute del nostro organismo ed è interessante sapere che assumendo un solo cucchiaino di semi di canapa al giorno si riesce a soddisfare il fabbisogno di tali acidi grassi. Altrettanto importante è il rapporto tra Omega-3 e Omega-6 presente nei semi di canapa, infatti solitamente negli alimenti questo rapporto è molto sbilanciato, invece in questo caso è pari a 3:1, ovvero quattro grammi di Omega-6 per ogni grammo di Omega-3, considerato il rapporto ottimale secondo l'OMS (l'Organizzazione Mondiale della Sanità) (Ranalli, 2020).

Alimentarsi con i semi di canapa è molto semplice, infatti con essi si possono arricchire le insalate, si può produrre l'olio da utilizzare come condimento, e si possono anche ottenere la birra e il caffè. I semi si possono anche essiccare per produrre la farina, che è sempre più richiesta e utilizzata come aggiunta per arricchire vari impasti, dato che non si può usare in purezza. La farina, è bene precisare, è senza glutine e quindi adatta ai celiaci. Questa si presenta scura, con un lieve gusto di nocciola, e con ottimi valori nutrizionali in quanto ricca di fibre, proteine, oli essenziali, sali minerali e vitamina E (Ranalli, 2020).

1.3 La canapa in zootecnia

Oltre ai diversi utilizzi che vedono implicati i prodotti derivanti dalla pianta di canapa, questa pianta può essere utile anche in ambito zootecnico come lettiera per gli animali o come alimento per essi. La lettiera si fa con il canapulo, truciolando quest'ultimo, infatti, si ottiene un ottimo letto per gli animali, confortevole, sano e assorbente. Della canapa, per alimentare gli animali, si possono utilizzare, oltre ai semi, anche le foglie. I semi possono essere somministrati come tali, o tostati, o decorticati, o macinati come farina. Se la canapa è finalizzata all'alimentazione umana si possono usare i pannelli o la farina d'estrazione, sottoprodotti ottenuti dall'estrazione dell'olio dai semi. Le foglie possono essere macinate, dopo essere state essiccate, e date agli animali come supplemento. Mentre i semi e i prodotti da essi derivati sono ottimi per tutti gli animali però, la farina di foglie è più adatta all'alimentazione dei ruminanti, i quali potrebbero potenzialmente mangiare anche gli steli. La presenza di FAN non è pericolosa in quanto gli animali non devono essere alimentati esclusivamente con la farina di canapa, ma questa è utilizzata solo come concentrato che apporta proteine e acidi grassi della serie Omega-3 e Omega-6.

1.3.1 Impiego della canapa in avicoltura

L'utilizzo della canapa nell'allevamento avicolo è un ottimo esempio dei benefici che questa pianta può portare in ambito zootecnico. Oltre all'utilizzo come lettiera infatti, che è il più banale, la canapa, e in particolare i semi, possono servire come alimento integrativo di questi animali. I semi sono particolarmente apprezzati dalle specie avicole, che li mangiano anche interi, oltre che macinati come farina (Baucells et al., 2000).

L'alimentazione di questi animali con un mangime contenente una parte di canapa apporta dei benefici che sono stati pubblicati nel *Journal of Consumer Protection and Food Safety*.

Secondo degli studi effettuati sulle galline ovaiole infatti, l'aggiunta dei semi di canapa nella razione conferisce buone proprietà nutritive al tuorlo delle uova da esse prodotte.

Per la prova scientifica si sono presi tre gruppi di galline; il primo gruppo è stato alimentato con una razione contenente una parte di semi di canapa, il secondo gruppo con una razione contenente una parte di semi di colza, e l'ultimo gruppo con una razione contenente una parte di semi di lino (Halle e Schöne, 2013).

I tre gruppi di galline ovaiole sono stati monitorati per sei mesi, durante i quali sono state controllate le uova da esse prodotte. Da questi controlli si è potuto certificare che le galline del primo gruppo hanno prodotto le uova più grandi e pesanti, e con un contenuto di Omega-3 dello stesso livello di quelle prodotte dalle galline del terzo gruppo e superiore a quello delle uova delle galline alimentate con la razione contenente una parte di colza.

Nelle conclusioni si legge che: "Includere nella dieta fino al 10-15% del totale di mangime a base di canapa, non altera in nessun modo la prestazione delle galline e arricchisce le loro uova di acidi grassi polinsaturi" (Halle e Schöne, 2013).

Questo permette di apporre sulla confezione delle uova prodotte dalle galline alimentate con i semi di canapa "arricchito naturalmente con Omega-3", il che conferisce valore aggiunto al prodotto (Antruejo et al., 2001).

In un altro studio, portato avanti dall'Università di Manitoba, Canada, sono stati messi a confronto dei mangimi contenenti olio di canapa per l'alimentazione di polli da carne. Dallo studio è emerso che la carne di questi animali aveva un ottimo contenuto di acidi grassi essenziali della serie Omega-3 e Omega-6 (Gakhar et al., 2012). Grazie a questi studi è possibile affermare che attraverso l'alimentazione degli animali contenente semi di canapa, ne traggono dei benefici gli animali in primis, che si alimentano con un cibo sano e nutriente, e a seguire i consumatori che si alimentano con i prodotti derivanti da questi animali, ricchi di Omega-3 e Omega-6 (Antruejo et al., 2001).

1.3.2 La canapa nell'alimentazione dei suini

Secondo degli studi condotti in Francia, l'introduzione dell'olio di canapa nella dieta dei suini comporta un miglioramento della carne da questi prodotta. Lo studio è stato condotto su tre gruppi di dodici suinetti l'uno, alimentati con diete diverse e portati da un peso di 50 kg al peso di 105 kg. Il primo gruppo è stato alimentato con una dieta arricchita con olio di palma, il secondo gruppo con una dieta arricchita con olio di colza, e il terzo gruppo con una dieta contenente olio di canapa. Le tre diete avevano lo stesso contenuto di energia e lo stesso contenuto di grassi, e uguali erano anche gli altri valori nutrizionali della dieta; ciò che

differiva tra i tre regimi alimentari era la fonte dei grassi. I tre gruppi sono stati monitorati e pesati durante tutta la durata dell'esperimento senza riscontrare differenze nel comportamento o nell'accrescimento medio giornaliero dei vari suini. Giunti a peso di macellazione, i suini sono stati macellati e sono state analizzate le loro carcasse e la loro carne. In particolare hanno misurato la resa al macello, la resa in massa magra, la resa in massa grassa, il contenuto di grassi e il loro profilo acidico nel fegato, nel sangue e nel muscolo *longissimus dorsi*. La qualità della carne è stata misurata attraverso la misurazione del pH a 24 ore dalla macellazione, dello sgocciolamento e attraverso la valutazione della perdita di acqua del muscolo *longissimus dorsi* in seguito al congelamento e alla cottura (Mourot e Guillevic, 2015).

Dalle analisi è risultato che non ci sono differenze significative riguardo alla resa al macello, alla resa in massa magra e alla resa in massa grassa, ma la differenza consiste nel contenuto dei grassi e in particolare nel loro profilo acidico. Il profilo acidico dei grassi contenuti nel fegato, nel sangue e nel muscolo *longissimus dorsi* dei suini alimentati con la dieta contenente l'olio di canapa infatti, presenta un valore di acidi grassi della serie Omega-3 e della serie Omega-6 maggiore rispetto ai suini alimentati con diete diverse. Nello specifico risultavano più alti i valori dell'acido eicosapentaenoico (EPA) e dell'acido docosaesaenoico (DHA), che sono degli acidi grassi della serie Omega-3, e dell'acido linoleico (LA) che è un acido grasso della serie Omega-6 (Mourot e Guillevic, 2015).

Inoltre il contenuto di questi acidi grassi è in un rapporto C18:2/C18:3 più equilibrato e fornisce ciò che gli specialisti in nutrizione umana stanno cercando.

Questo studio dimostra che alimentare i suini con una dieta ricca di Omega-3 e Omega-6, come è quella contenente l'olio di semi di canapa, apporta un maggiore contenuto di questi acidi grassi nella carne di tali suini, che può essere fonte di alimento per gli umani e apportare a questi ultimi i tanti benefici forniti da un'alimentazione contenente un buon rapporto di Omega-3 e Omega-6 (Mourot e Guillevic, 2015).

1.3.3 La canapa nell'alimentazione dei ruminanti

Sono stati condotti diversi studi sull'uso della canapa come nutriente aggiuntivo nelle diete degli animali da reddito. Tra questi, degli studi sono stati effettuati anche sulle diverse specie di ruminanti, che hanno la peculiare abilità di trasformare alimenti non edibili dall'uomo (foraggio) in alimenti con alto valore nutritivo (latte e carne). Purtroppo, negli studi portati a compimento fino ad ora, non è presente l'utilizzo della pianta intera o di altre parti della pianta che non siano i semi nell'alimentazione degli animali, ma sono stati utilizzati solo i semi e i prodotti da essi derivati quali l'olio, la farina e i panelli.

Le ricerche hanno evidenziato che l'utilizzo dei semi di canapa, o dei loro sottoprodotti, come supplemento nella dieta dei ruminanti da latte, promuove un miglioramento del profilo acidico del latte da essi prodotto. In particolare nelle vacche da latte è stato riscontrato un aumento della concentrazione di urea, dovuto all'aumento della concentrazione di proteine grezze della dieta, e un calo del contenuto di grasso e proteine nel latte. In questo studio purtroppo non è stata mantenuta una concentrazione equivalente di proteine e grassi nelle diverse diete utilizzate per alimentare le vacche, inoltre non è stata fatta una valutazione del profilo acidico del loro latte (Bailoni et al. 2021).

Risultati più interessanti sono stati ottenuti in due esperimenti effettuati uno sulle pecore Tsurcane, a triplice attitudine, e un altro sulle capre dei Carpazi, a doppia attitudine.

La ricerca svolta sulle pecore si è basata sull'utilizzo di un campione di 30 pecore, che sono state suddivise in tre gruppi differenti alimentati con tre diverse diete isoenergetiche e isoproteiche. Il primo gruppo è stato alimentato con una dieta standard, il secondo gruppo con una dieta che prevedeva l'ingestione di 180 g di semi di canapa al giorno, e il terzo gruppo con un regime alimentare che prevedeva l'ingestione di 480 g al giorno di pannello di semi di canapa. Lo studio ha evidenziato come la produzione di latte e il contenuto di grasso del latte prodotto dalle pecore del secondo e terzo gruppo sia notevolmente superiore a quello del primo gruppo, e come l'uso dei semi di canapa nell'alimentazione di questi animali apporti un aumento dei PUFA contenuti nel latte. L'aumento dei PUFA ha coinvolto soprattutto gli Omega-3, migliorando così anche il rapporto tra Omega-6 e Omega-3, che prima era molto a favore degli Omega-6. Insieme a questo è stato riscontrato che il contenuto di CLA nel latte è raddoppiato nel latte delle pecore del secondo gruppo, rispetto a quello delle pecore del primo gruppo, e più che raddoppiato (2,4 volte superiore) nel latte delle pecore del terzo gruppo, sempre rispetto a quello delle pecore del primo gruppo (Bailoni et al. 2021).

In questa ricerca è stato però dimostrato un calo del contenuto di lattosio nelle pecore del secondo e terzo gruppo, il cui motivo non è stato compreso, infatti in un altro studio portato avanti su un gruppo di 32 pecore meticce, alimentate con una dieta contenente il 5% di sostanza secca di semi di canapa, è stato riscontrato un aumento della concentrazione di lattosio e un aumento non significativo degli altri componenti del latte (Bailoni et al., 2021). Sia nelle pecore che nelle vacche sono anche stati condotti degli esperimenti di digeribilità della farina di semi di canapa secondo cui tale farina è digeribile al pari di quella di canola. Nelle capre si sono ottenuti risultati simili a quelli ottenuti nelle pecore, ovvero un aumento del contenuto di grasso nelle capre alimentate con semi di canapa, e un aumento del contenuto di coniugati dell'acido linoleico (CLA) e di PUFA, tra cui soprattutto Omega-3 e Omega-6, nel grasso di tale latte (Bailoni et al., 2021).

Da questi studi si può comprendere come l'introduzione dei semi di canapa, o dei loro derivati, nell'alimentazione dei ruminanti destinati alla produzione di latte possa apportare un aumento del contenuto di PUFA nel loro latte e quindi ad un beneficio per la salute umana se tale latte viene destinato al consumo umano (Bailoni et al., 2021).

2. OBIETTIVI DELLA TESI

Obiettivo della tesi è valutare le caratteristiche chimiche e nutrizionali di sei varietà di canapa coltivate presso il CREA di Rovigo, nella regione Veneto. Ogni pianta è stata sottoposta ad analisi sia come pianta intera che per le diverse frazioni botaniche (semi, foglie e steli). Su tutti i campioni sono state effettuate analisi chimiche (analisi centesimale e delle frazioni fibrose) e, in particolare, il profilo acidico sia dei semi interi che dell'olio e del pannello.

Questa prova intende valutare la possibilità di utilizzare non solo i semi, distinti in olio e pannello, ma anche le foglie e gli steli della canapa per l'alimentazione degli animali valutando quale delle diverse varietà risulta più adatta a questo scopo.

3. MATERIALE E METODI

3.1 Varietà utilizzate e metodi di coltivazione

Per l'esperimento sono state utilizzate le seguenti sei varietà:

1. USO 31: varietà monoica tedesca, sviluppata in Ucraina grazie alla selezione fatta dal Dr. V. G. Virovets. È una varietà sviluppata per la produzione di seme alimentare ed è precoce nella fioritura (www.canapuglia.it).
2. FELINA 32: varietà monoica francese sperimentata negli ultimi 20 anni in Italia, dal Nord al Sud. Si tratta di una genetica sviluppata per produrre seme alimentare, biomassa da estrazione (CBD) e produce quantitativi soddisfacenti anche in termini di rotoballe (steli pressati) (www.canapuglia.it).
3. CARMAGNOLA SELEZIONATA (CS): varietà dioica sviluppata per aumentare la percentuale di fibra lunga contenuta nello stelo della varietà "Carmagnola", per poter promuovere la filiera della canapa tessile Italiana in un progetto del 2001. Questa varietà è pertanto identica alla varietà "madre" "Carmagnola" sotto il profilo della vigoria, del ciclo colturale e della struttura (www.canapuglia.it).
4. FUTURA 75: è stata la varietà più sperimentata negli ultimi 5 anni in Italia, dal Nord al Sud. Si tratta di una genetica monoica sviluppata per produrre seme alimentare, biomassa da estrazione (CBD) e produce quantitativi soddisfacenti anche in termini di rotoballe (steli pressati). Molto simile alla "FELINA 32" (www.canapuglia.it).
5. CODIMONO: varietà monoica ottenuta partendo da una varietà dioica di origine tedesca denominata "Superfibra". Alcuni individui monoici, da essa isolati, hanno subito tre cicli di selezione. La popolazione capostipite ("Codimono") è caratterizzata da una produzione di fibra relativamente elevata, associata a una taglia più contenuta rispetto alle dioiche italiane, ad una maggior precocità e ad un canapulo più elastico.
6. CARMALEONTE: varietà monoica tardiva, poco resistente e poco produttiva. Le infiorescenze diventano giallognole non appena raggiungono il completo stadio di maturazione. Questa varietà è stata selezionata esclusivamente per la produzione di fibra da destinare al comparto tessile e bio-edilizio (www.canapuglia.it).

Le varietà sono state coltivate presso il CREA (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria) di Rovigo in campo aperto e sono state raccolte a settembre del 2019.

3.2 Divisione nelle diverse parti botaniche ed essiccazione

Di ogni varietà sono state raccolte in campo sei piante. Tutte le piante sono state tagliate in segmenti di 40 centimetri in modo da poterle mettere in stufa per l'essiccazione (Figura 6). Una volta tagliate, tutte e sei le piante delle sei varietà, sono state essiccate a 60°C per 48 ore, rilevando il peso prima e dopo l'essiccazione, in modo da valutare la percentuale di sostanza secca.



Figura 6: piante di canapa tagliate in segmenti di 40 cm e poste in stufa per l'essiccazione. Foto scattata durante i lavori.

Tre piante intere per ogni varietà sono state macinate, mentre le altre tre piante per ogni varietà sono state suddivise nelle loro frazioni botaniche composte da semi, steli e foglie. In questo modo si sono potute valutare le caratteristiche nutrizionali sia della pianta intera che delle frazioni botaniche per le varie cultivar (Figura 7).



Figura 7: piante di canapa intere. Foto scattata durante i lavori.

3.3 Separazione delle frazioni botaniche

La separazione delle diverse frazioni botaniche è avvenuta a mano, come si evince dalle figure sotto riportate (Figure 8, 9, 10 e 11).

La separazione è stato un processo molto lungo e che richiedeva molta concentrazione, in quanto si trattava di un lavoro preciso e delicato: il rischio di perdere materiale durante il processo era elevato, così come il rischio di contaminarlo o di non suddividerlo a dovere.

Alla fine del lavoro, tre piante per ogni varietà sono state suddivise in foglie, steli e semi.

Sempre l'istituto CREA di Rovigo ha fornito anche 150 grammi di semi per ogni varietà da utilizzare per l'estrazione dell'olio e la produzione del pannello.



Figura 8: frazioni botaniche in corso di suddivisione. Foto scattata durante i lavori.



Figura 9: frazioni botaniche in corso di suddivisione (a destra), e frazioni botaniche suddivise in stelo (al centro), foglie (a sinistra) e semi (sotto). Foto scattata durante i lavori.



Figura 10: segmenti di quaranta centimetri delle cime della pianta di canapa della varietà "Fibranova". Foto scattata durante i lavori.



Figura 11: semi secchi di canapa. Foto scattata durante i lavori.

3.4 Lavorazione sulle frazioni botaniche

3.4.1 Estrazione dell'olio dai semi

L'estrazione dell'olio non è stata effettuata sui semi secchi ottenuti dalle 6 piante di ciascuna varietà, che sono stati utilizzati per la produzione di farina di seme integrale, ma sui semi freschi forniti dal CREA di Rovigo. L'estrazione dell'olio è avvenuta presso l'azienda "Vergavara" di Rossano Veneto (PD) di proprietà di Alessandro Marchiori. Si è trattato di una estrazione a freddo avvenuta utilizzando un estrattore artigianale studiato appositamente per questo tipo di semi (Figure 12 e 13).



Figure 12 (a sinistra) e 13 (a destra): estrazione dell'olio dai semi di canapa (Figura 12). Raccolta del pannello di canapa in seguito all'estrazione dell'olio (Figura 13). Foto scattate durante i lavori.

3.4.2 Produzione delle farine

Per produrre le farine ogni frazione botanica è stata pesata e macinata presso il dipartimento TESAF (Dipartimento del Territorio e Sistemi Agro-forestali) attraverso l'utilizzo di un mulino Retsch SM100, così come le piante intere.

Attraverso questo processo si sono ottenute le farine delle piante intere di ogni varietà e delle foglie, dei semi e degli steli. In questo modo si possono mettere a confronto i valori nutrizionali delle varie farine della stessa varietà e delle diverse farine delle differenti cultivar (Figura 14).



Figura 14: produzione delle farine di canapa attraverso la macinazione delle frazioni botaniche effettuata con l'utilizzo di un mulino Retsch SM100. Foto scattata durante i lavori.

3.5 Analisi chimica dei prodotti

Dopo la macinazione sono state effettuate le analisi delle caratteristiche chimiche e del profilo acidico per ogni varietà, sia delle farine delle piante intere sia delle farine di ogni frazione botanica. Le analisi chimiche sono state svolte presso il laboratorio “La.Chi.” del dipartimento DAFNAE (Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente), mentre le analisi del profilo acidico sono state effettuate presso il Laboratorio del Dipartimento BCA (Biomedicina Comparata e Alimentazione) di Thiene (VI).

In quest’ultimo laboratorio sono state svolte anche le analisi del profilo acidico dell’olio e del pannello ottenuti dal processo di estrazione.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 Resa delle piante intere e composizione chimica delle frazioni botaniche

Le diverse varietà di canapa hanno dato rese abbastanza differenti le une dalle altre. La cultivar che ha vantato la resa maggiore in tonnellate di sostanza secca per ettaro è stata la “Carmagnola selezionata” (o “CS”), con un totale di 20,1 tonnellate di sostanza secca per ettaro (t/ha ss); e a seguire, in ordine decrescente, troviamo la “Carmaleonte”, la “Codimono”, la “Felina 32” e la “USO 31”. Della “Futura 75” non si hanno informazioni perché non sono state effettuate le rilevazioni.

Osservando la resa delle frazioni botaniche, tutte le piante sono composte per lo più da steli (in media 55.8%). Le componenti che incidono maggiormente dopo gli steli sono le foglie e i fiori, e poi ci sono i semi, la frazione botanica che meno incide nel peso della pianta.

Come percentuale dell'intero peso, la pianta che presenta la maggior incidenza in peso della frazione dei **semi** è la “Felina 32” (29,0%), tuttavia, osservando il valore assoluto, la pianta che ha prodotto una maggiore quantità di semi per ettaro è stata la “Carmagnola Selezionata”, sebbene sia quella che presenta la frazione di semi che, in valore percentuale, meno rappresenta il peso della pianta. La varietà che ne ha prodotto la quantità maggiore dopo la “Carmagnola Selezionata” (“CS”) è la “Felina 32” con 0,8 t/ha, e a seguire troviamo la “Codimono” con 0,7 t/ha, e poi la “Carmaleonte” e la “USO 31” con 0,6 t/ha.

Prendendo in considerazione la produzione di **steli**, e quindi la frazione fibrosa, l'ordine in termine di quantità di produzione in tonnellate per ettaro rimane lo stesso di quello che sarebbe se si considera la pianta intera (69.60% per la Futura e 38.80% per la Felina).

Considerando invece la produzione di **foglie e fiori**, la varietà in cui tale frazione incide di più sul peso totale della pianta è la “USO 31” (36,6%), ma se guardiamo la produzione in valore assoluto, la cultivar che ha prodotto più foglie e fiori in termini di tonnellate di sostanza secca per ettaro è la “Carmaleonte” con 4,5 t/ha ss. A seguire si trovano la “CS” e la “Codimono” con 4,4 t/ha ss, la “USO 31” con 2 t/ha ss e infine la “Felina 32” con 1,6 t/ha. La varietà che ha presentato una crescita in **altezza** maggiore è risultata essere la “Futura 75” con 255 centimetri. Quella con il **diametro** del fusto più grande è stata invece la “CS” con 9,2 millimetri.

Queste informazioni sono riportate nella tabella di seguito (Tabella 6).

VARIETÀ	CODI-MONO	FUTURA 75	CS	CARMA-LEONTE	FELINA 32	USO 31	MEDIA±D.S.
Semi (%)	12,50	11,00	9,50	21,70	29,00	18,80	17,08 ± 7,51
Steli (%)	69,50	69,60	66,50	45,90	38,80	44,60	55,82±14,18
Foglie (%)	18,00	19,40	24,00	32,40	32,20	36,60	27,10±7,69
Altezza (cm)	183	255	246	177	151	108	186,67±56,14
Diametro fusto (cm)	6,7	8,6	9,2	7,9	5,9	5,2	7,25±1,57
Steli (t/ha ss)	7,4		14,7	7,8	4,3	2,2	7,28±4,74
Semi (t/ha ss)	0,7		1	0,6	0,8	0,6	0,74±0,17
Foglie fiori (t/ha ss)	4,4		4,4	4,5	1,6	2	3,38±1,45

Tabella 6: caratteri agronomici delle diverse varietà di canapa utilizzate per la ricerca.

Dall'analisi dei dati riportati in Tabella 6 è quindi chiaro che la varietà che più si presta ad essere coltivata per la produzione di fibra lunga (**piante da fibra**) è senza dubbio la varietà dioica “Carmagnola Selezionata”, grazie alla sua alta resa in steli e alla sua altezza. Questa pianta non è però adatta in caso si voglia coltivare canapa per produrre semi, infatti la sua altezza crea difficoltà meccaniche per la raccolta dei frutti e, essendo una varietà dioica, c'è la possibilità che nascano una maggior quantità di piante maschio (la probabilità che nascano piante femmina si attesta sul 50%), le quali non producono semi e andrebbero quindi a vanificare il lavoro svolto.

Più adatta a questo tipo di produzione (**piante da semi**) è sicuramente la “Felina 32”, che si presenta come una pianta bassa, monoica e con un'alta produzione di semi in percentuale rispetto al peso dell'intera pianta, che si traduce in un'alta produzione in valore assoluto, considerando anche che è una pianta di piccole dimensioni. Queste sue caratteristiche la rendono la pretendente migliore alla produzione di semi, perché le operazioni meccaniche di raccolta risultano semplificate grazie all'altezza ridotta, è una varietà dal ciclo breve che permette un veloce avvicendamento di un cereale autunno-vernino, e presenta un'ottima produzione dal punto di vista quantitativo.

Nel caso in cui, infine, l'obiettivo dell'agricoltore che vuole coltivare la canapa sia produrre foglie e fiori (**piante per infiorescenze**), si dovrà orientarsi verso la “USO 31”, una varietà monoica caratterizzata da un ciclo di fioritura breve, altezza molto ridotta (è la varietà più bassa di quelle utilizzate per la ricerca) e una buona produzione di foglie e fiori. La “USO 31” risulta infatti essere la cultivar che presenta la maggior incidenza, nel peso della pianta, di foglie e fiori, con un valore che si avvicina al 40% del peso totale. Questo fattore si traduce

in una resa di 2 t/ha di sostanza secca di foglie e fiori in una pianta alta poco più di un metro (108 centimetri di media) e con una produzione totale, tra foglie, steli e semi, di 4,8 t/ha di sostanza secca. Non si adattano bene alla produzione di foglie e fiori le altre varietà, se non la “Felina 32” che però ha una resa di tale materia inferiore alla “USO 31”, perché sono varietà selezionate per la produzione di fibra e sono quindi alte, tardive e con una qualità molto scadente.

4.2 Valutazione nutrizionale delle piante intere e delle frazioni botaniche

In seguito alle analisi delle caratteristiche chimiche eseguite presso il laboratorio “La.Chi.” del dipartimento DAFNAE della sede di Legnaro dell’Università di Padova, si sono ottenuti dei risultati interessanti riguardo alle differenze varietali: il contenuto di proteina grezza, lipidi e frazioni fibrose varia a seconda della cultivar coltivata (Tabella 7).

VARIETÀ	Codimono	Futura 75	CS	Carmaleonte	Felina 32	USO 31	Media±D.S.
SS	93,13	92,70	92,44	92,51	92,72	92,07	92,60±0,35
PG	6,23	7,37	12,77	12,22	12,94	15,45	11,16±3,58
LIPIDI	6,29	6,53	8,18	8,38	8,20	7,90	7,58±0,92
FG	46,59	43,12	38,17	40,40	32,74	31,33	38,73±5,91
NDF	69,49	64,95	59,68	59,89	51,53	50,23	59,30±7,47
ADF	54,76	50,44	43,95	46,13	38,45	36,59	45,05±6,94
CENERI	5,65	7,94	7,42	8,85	11,22	11,48	8,76±2,26

Tabella 7: analisi chimica delle piante intere delle diverse varietà di canapa.

Dalle analisi si evince che la composizione chimica delle **piante intere** risulta essere molto interessante se questa coltura viene destinata alla alimentazione degli animali da reddito, e soprattutto ai ruminanti. Infatti, presenta un contenuto di proteine che si aggira in media intorno al 11% della sostanza secca, e un contenuto di lipidi che in media è pari al 7,58% della sostanza secca. La pianta intera con il contenuto di proteine più alto è quella ottenuta dalla varietà di canapa “USO 31”, con un contenuto di proteine pari al 15,45% della sostanza secca. Questa varietà presenta anche un contenuto di lipidi superiore alla media delle varietà analizzate (7,9% della sostanza secca) e una buona qualità di fibra con un basso valore di NDF (50,2%), se confrontato con il valore ottenuto dalle analisi fatte sulle altre varietà. La varietà che presenta, nella pianta intera, il maggior contenuto di lipidi, è la “Carmaleonte”, con un valore pari a 8,38% della sostanza secca. La varietà che invece presenta il minor

contenuto sia di proteine che di lipidi è quella ottenuta dalla “Codimono”, che risulta essere ricca di fibra.

La composizione chimica degli **steli** (Tabella 8) risulta essere costituita dall’82,5% ss in media da frazioni fibrose (NDF), ma che presentano una buona qualità. La varietà “USO 31” presenta il valore della fibra neutro detersa (NDF) e della fibra acido detersa (ADF) più bassi all’interno delle 6 varietà (rispettivamente 76,3 e 61,7% ss). Tuttavia in questa varietà la fibra rappresenta un elevato grado di lignificazione, così come nella “Futura 75” (ADL superiore al 10% ss). Al contrario la varietà “Codimono” che ha uno stelo molto ricco di frazioni fibrose (NDF: 86,9% ss), presenta un più basso grado di lignificazione (ADL: 9,0% ss).

VARIETA'	Codimono	Carmaleonte	Felina 32	CS	Futura 75	USO 31	Media±D.S.
SS	92,82	92,90	92,87	93,46	93,16	92,53	92,96±0,32
PG	1,90	3,73	4,35	2,26	1,87	4,93	3,17±1,34
LIPIDI	0,60	0,57	0,69	0,59	0,66	0,50	0,60±0,07
FG	59,45	56,71	54,95	57,51	58,73	54,01	56,89±2,12
CENERI	2,71	4,28	3,63	2,63	3,10	3,10	3,24±0,62
NDF	86,93	81,32	81,19	85,77	83,43	76,29	82,49±3,82
ADF	70,08	64,64	64,91	68,01	68,08	61,68	66,23±3,05
ADL	8,97	9,81	9,95	9,61	10,45	10,00	9,80±0,49

Tabella 8: analisi chimica degli steli delle diverse varietà di canapa.

Come ci si aspettava i **semi** della pianta rappresentano la frazione più nutritiva, con un valore di proteina grezza che si attesta in media sui 21,77 % della sostanza secca e un contenuto di lipidi in media pari a 23,5% della sostanza secca. La varietà che vanta il maggior contenuto sia di lipidi che di proteine nei semi è quella ottenuta dalla varietà “Felina 32”, che, presentando un contenuto pari a 28,7% di lipidi e 23,55% di proteine, conferma di essere la varietà più adatta alla produzione di semi destinati all’uso alimentare. Le varietà che invece hanno prodotto i semi meno interessanti dal punto di vista nutrizionale sono la “Futura 75” con la più bassa percentuale di proteine (pari al 19,2% ss) e la “CS” con il più basso tenore di lipidi (18,15% ss).

VARIETA'	Codimono	Futura 75	CS	Carmaleonte	Felina 32	USO 31	Media±D.S.
SS	95,07	94,90	94,16	94,58	95,03	94,93	94,78±0,35
PG	22,80	19,20	22,63	21,00	23,55	21,43	21,77±1,57
LIPIDI	27,84	22,85	18,15	21,88	28,70	21,55	23,50±4,03
FG	25,53	30,62	33,92	33,88	28,73	33,53	31,04±3,42
CENERI	5,14	5,56	4,90	4,64	3,93	4,25	4,74±0,59

Tabella 9: analisi chimica dei semi delle diverse varietà di canapa.

Interessante è stato notare che anche **le foglie** (Tabella 10) presentano buoni valori nutrizionali. Infatti il contenuto di proteina grezza in questa frazione raggiunge in media il 15,9% della sostanza secca, paragonabile a quello di un buon fieno di medica, mentre quello dei lipidi il 6,64% ss. La qualità della fibra ottenuta dalle foglie è molto buona; il valore di NDF infatti, in media, è pari a 27,04% della sostanza secca. Le varietà che presentano un maggior contenuto di proteina nelle foglie sono la “Futura 75” e la “CS”, con un valore pari a 18,5% della sostanza secca. Questo dato, unito alla grande produzione di foglie e fiori registrata dalla varietà “CS”, potrebbe portare a pensare che questa cultivar sia la migliore per la produzione di tale materia prima, ma in realtà la “CS” è una varietà tardiva, inoltre è dioica ed è molto alta, perciò la sua altezza crea difficoltà nelle operazioni meccaniche di raccolta delle foglie e delle infiorescenze, mentre il fatto di essere dioica compromette l’omogeneità e quindi la qualità del prodotto perché i fiori maschio fioriscono prima di quelli femmina portando a morte la piante; ciò significa che o si anticipa il momento della raccolta prima che le infiorescenze femminili siano giunte a piena maturazione, compromettendo la resa del raccolto, o si ritarda raccogliendo il prodotto a fine maturazione dei fiori femminili, quando le piante maschio saranno ingiallite, compromettendo sia la resa che la qualità del prodotto finale.

VARIETA'	Codimono	Carmaleonte	Felina 32	CS	Futura 75	USO 31	Media±D.S.
SS	90,95	90,30	90,71	91,01	90,30	90,45	90,62±0,32
PG	13,12	17,45	17,03	18,50	18,50	17,44	15,89±2,73
LIPIDI	8,89	5,82	6,03	7,73	7,73	3,89	6,64±1,76
FG	11,81	11,01	10,48	10,25	10,25	11,64	10,85±0,77
NDF	27,57	29,73	27,30	25,56	25,56	28,05	27,04±1,99
ADF	18,67	18,15	16,84	14,72	14,72	17,05	16,85±1,48
CENERI	20,75	21,70	17,92	12,79	12,79	20,81	18,78±3,26

Tabella 10: analisi chimica delle foglie delle diverse varietà di canapa.

La “USO 31”, con un contenuto proteico nelle infiorescenze e nelle foglie pari a 17,44% e un contenuto di lipidi pari a 3,89%, insieme alla sua alta produzione di biomassa, conferma di essere la miglior varietà da utilizzare per produrre foglie e fiori. La “Futura 75” in realtà avrebbe un contenuto proteico maggiore in foglie e fiori (18,5% ss), ma la sua resa di tale materia prima non è conosciuta, la sua altezza è troppo elevata (è la varietà che ha registrato il maggior sviluppo in altezza) e il suo contenuto di lipidi è troppo alto per destinare tale materia prima all'alimentazione dei ruminanti. Sarebbe potuto però essere interessante per un agricoltore seminare nei propri appezzamenti un miscuglio delle due varietà, in modo da aumentare la produttività totale del raccolto e riuscire ad ottenere una buona quantità di foglie e fiori e semi di maggiore qualità, se la “Futura 75” non avesse un'altezza talmente elevata da pregiudicare la buona riuscita della raccolta delle ottimali delle foglie e dei fiori. Questa soluzione porterebbe però ad abbassare la produzione di semi della “Futura 75” e la produzione di foglie e fiori della “USO 31” (da 2 t/ha di sostanza secca a 1,8 t/ha di sostanza secca). La varietà che presenta foglie e fiori con il maggior contenuto di lipidi è invece la “Codimono”, che presenta il 8,89% della sostanza secca rappresentata dai lipidi.

In conclusione, come ci si attendeva, i parametri che presentano una maggiore variabilità nelle diverse frazioni botaniche considerando le 6 varietà oggetto di studio sono:

- la fibra neutro detersa (NDF) nelle piante intere e negli steli;
- i lipidi nei semi;
- le ceneri e la proteina grezza nelle foglie.

4.3 Profilo acidico dell'olio di semi

Come atteso, nell'olio estratto dai semi delle diverse varietà è presente un elevato contenuto di acidi grassi insaturi, di cui la maggior parte polinsaturi (PUFA). Il profilo acidico dell'olio varia a seconda del tipo di varietà.

Il parametro che presenta una maggiore variabilità è il contenuto di **acidi grassi saturi (SFA)**, che varia dal 9,31% dei grassi totali nella varietà "Codimono", al 16,35% dell'olio di semi della varietà "Futura 75" (Tabella 11). All'interno dei grassi saturi, quello maggiormente rappresentato in tutte le varietà è sicuramente l'acido palmitico (C16:0) con percentuali variabili dal 5,9 al 9,3 % degli acidi grassi rispettivamente nella varietà "Codimono" e "Carmaleonte" e nella varietà "Futura 75".

VARIETA'	C14:0 miristico	C16:0 palmitico	C18:0 stearico	C20:0	C21:0	Altri saturi	SFA totali
Futura 75	0,076	9,366	3,248	1,295	1,585	0,782	16,35
Codimono	0,098	5,867	1,864	1,11	0,289	0,077	9,31
CS	0,083	8,909	2,734	1,238	1,375	0,198	14,54
Carmaleonte	0,105	5,867	1,864	0,757	0,691	0,092	9,38
Felina 32	0,086	8,038	2,607	2,281	0,417	0,137	13,57
USO 31	0,043	6,03	2,058	2,514	0,284	0,064	10,99

Tabella 11: analisi del profilo acidico dell'olio di semi delle diverse varietà di canapa: acidi grassi saturi (SFA).

Anche il contenuto di acidi grassi polinsaturi (PUFA) varia nei semi delle diverse varietà analizzate (Tabella 12) passando dal 66,2 al 73,71% degli acidi grassi, mentre quello degli acidi grassi monoinsaturi (MUFA) è più omogeneo e non si discosta molto dalla media di 14% dei grassi totali (Tabella 13). Fra i PUFA quelli più rappresentati sono il C18:2 n6 e il C18:3 n3 che sommati raggiungono circa il 70% degli acidi grassi totali.

VARIETA'	C18:2 n6 linoleico	C18:3 n3 linolenico	Totale PUFA
Futura 75	52,11	14,13	66,24
Codimono	53,31	20,4	73,71
CS	52,96	17,48	70,43
Carmaleonte	54,42	13,99	68,41
Felina 32	57,97	14,36	72,33
Uso 31	56,77	14,63	71,4

Tabella 12: analisi del profilo acidico dell'olio di semi delle diverse varietà di canapa: acidi grassi polinsaturi (PUFA).

VARIETA'	C18:n9 oleico	Altri MUFA	Totale MUFA
Futura75	12,97	0,496	13,47
Codimono	13,09	0,32	13,41
CS	12,23	0,6	12,83
Carmaleonte	15,2	0,285	15,48
Felina 32	13,36	0,743	14,1
USO 31	13,85	0,541	14,39

Tabella 13: analisi del profilo acidico delle diverse varietà di canapa: acidi grassi monoinsaturi (MUFA).

L'acido linoleico e l'acido linolenico, che sono rispettivamente acidi grassi della serie Omega-6 e Omega-3, sono considerati molto benefici per la salute animale ed umana. Sono i più rappresentativi dei PUFA contenuti nell'olio di semi di canapa, situazione che non si verifica in semi di altre piante oleaginose (soia, lino, colza ecc.).

Per il corretto funzionamento del nostro organismo, il rapporto tra Omega 6 e Omega 3 nella nostra dieta, dovrebbe essere inferiore o uguale a 4 come riporta l'INRAN (Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione) cioè sarebbe necessario consumare nelle diete almeno un grammo di Omega-3 ogni quattro grammi di Omega-6 (www.filieranutrizionale.it). Questo rapporto è soddisfatto dagli oli di tutte le varietà di canapa ottenuti dalla spremitura a freddo esaminati nel corso dell'esperimento (Tabella 14).

VARIETA'	Rapporto Omega-6/Omega-3
Futura 75	3,7
Codimono	2,61
CS	3,04
Carmaleonte	3,89
Felina32	4,04
USO 31	3,88

Tabella 14: rapporto tra Omega-3 e Omega-6 nell'olio di semi delle diverse varietà di canapa.

Dall'analisi del profilo acidico dell'olio di semi delle diverse varietà risulta come la "Felina 32" sia la varietà che presenta nell'olio dei suoi semi il rapporto tra Omega-6 e Omega-3 più alto, ovvero più a favore degli Omega-6. Si può infatti notare come sia la cultivar nel cui olio la percentuale degli Omega-6 è il più alto rispetto agli oli di semi delle altre varietà. Inoltre l'olio di semi della "Felina 32" contiene, in percentuale, una grande quantità di SFA,

che sono nocivi per la salute umana, ma è situata anche come la seconda varietà per contenuto di PUFA nel suo olio di semi, che sono invece gli acidi grassi benefici per la salute.

L'olio che presenta un rapporto n-6/n-3 maggiormente a favore degli n-3 è quello della "Codimono"; quest'olio inoltre è quello che possiede, in percentuale, il più alto valore di PUFA e il più basso valore di SFA. Si può quindi tranquillamente affermare che sia l'olio più benefico per la salute umana. È un vero peccato che sia una varietà selezionata per la produzione di fibra e quindi con una resa in semi molto ridotta, anche perché il contenuto lipidico dei suoi semi è elevato (inferiore solo alla "Felina 32") e quindi la resa di olio dalla spremitura a freddo dei semi sarebbe stata alta; perciò questa sarebbe stata la varietà migliore da coltivare per la produzione di olio di semi di canapa da destinare al consumo animale ed umano.

In conclusione si può notare come l'olio di semi che presenta il maggior contenuto di SFA sia quello della "Futura 75", mentre quello che presenta il contenuto minore sia, come già riportato, quello della "Codimono", che detiene anche il primato nel contenuto di PUFA.

L'olio di semi che invece presenta il maggior contenuto di MUFA, in percentuale, è quello della "Carmaleonte", seguito da quello della "USO 31" e poi, a scalare, troviamo quello della "Felina 32", quello della "Futura 75", quello della "Codimono" e infine quello della "CS".

5. CONCLUSIONI

Le analisi effettuate sulle varietà di canapa “CS”, “Codimono”, “USO 31”, “Carmaleonte”, “Futura 74” e “Felina 32” hanno dimostrato come la composizione chimica delle piante intere sia piuttosto variabile e quindi come sia possibile identificare la varietà più favorevole in relazione ai molteplici usi ai quali la pianta si presta.

In particolare se gli agricoltori sono interessati alla produzione del seme da destinare all’uso alimentare si è riscontrato che la varietà più interessante dal punto di vista della resa totale è la “CS”, che però è quella che presenta i semi con un minor contenuto lipidico e una resa di steli, in percentuale della pianta intera, più elevato. Quindi questa pianta non è adatta a tale scopo, che viene maggiormente soddisfatto dalla “Felina 32”. Questa cultivar infatti, sebbene abbia avuto una resa in valore assoluto leggermente minore, è monoica e quindi tutte le piante di questa varietà produrranno seme, fattore non scontato invece per la “CS” che è dioica; inoltre i semi della “Felina 32” sono i più nutritivi sia dal punto di vista lipidico che da quello proteico. L’olio prodotto dai suoi semi presenta un altissimo contenuto di PUFA, secondo solo alla “Codimono”, che però presenta la resa in semi più bassa tra tutte le varietà.

Se invece la pianta di canapa viene coltivata per la produzione di fibra, la varietà che più si presta a questo utilizzo è la “CS”, in quanto la fibra è la frazione botanica preponderante in questa varietà ed ha, in percentuale, un’incidenza maggiore in questa varietà piuttosto che nelle altre.

Qualora il produttore intenda utilizzare la canapa per destinarla ad uso zootecnico, una soluzione potrebbe essere quella di coltivare i campi con un misto di semi ottenuto con le varietà “USO 31”, che è la pianta con la produzione maggiore di foglie di ottima qualità, la “Felina 32”, che è la pianta che produce il maggior quantitativo di semi più nutritivi, e la “Codimono”, che presenta i semi più benefici per la salute grazie al loro profilo acidico.

Date queste caratteristiche della canapa, e dato che gli acidi grassi Omega-3 e Omega-6 riescono a passare dal “feed al food”, ovvero dall’alimento all’animale che se ne ciba, e quindi, di conseguenza, dall’animale che se ne è cibato, all’uomo che poi si alimenta con i prodotti derivanti da tale animale, sarebbe bene meccanizzare l’industria della canapa in modo da convincere gli agricoltori, grazie ad una buona campagna di informazione al riguardo, a tornare a coltivare la canapa, in modo da diffonderla nel mercato e farne abbassare il prezzo, così da renderla facilmente reperibile all’allevatore che la vuole utilizzare per o suoi animali.

6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Almici B. (2016) - Canapa: generalità e potenzialità per i territori montani. Tesi di Laurea. Università di Milano.
- Amaducci S., Mussig J., Zatta A. (2005) - HEMP SYS: Design, development and up-scaling of a sustainable production system for HEMP textiles: An integrated quality systems approach. How to affect hemp fiber quality? Progetto europeo coordinato dall'Università di Bologna.
- Antruejo A., Azcona J.O., Garcia P.T., Gallinger C., Rosmini M., Ayerza R., Coates W., Perez C.D. (2001) - Omega-3 enriched egg production: the effect of α -linolenic ω -3 fatty acid sources on laying hen performance and yolk lipid content and fatty acid composition. Br. Poult. Sci. 52 (6): 750-760.
- Bacci L., Baronti S., Angelini L. (2007) - Manuale di coltivazione e prima lavorazione della canapa da fibra. Ricerca Trasferimento Innovazione. Settore delle politiche regionali dell'innovazione e della ricerca. Regione Toscana.
- Bailoni, L., Bacchin E., Trocino A., Arango S. (2021) - Hemp (Cannabis sativa L.) Seed and Co-Products Inclusion in Diets for Dairy Ruminants: A Review. Animals, 11, 856. <https://doi.org/10.3390/ani11030856>
- Baucells M.D.A, Crespo N., Barroeta A.C., Lopez-Ferer S., Grashorn M.A., (2000) - Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. Poult. Sci., 79 (1): 51-59.
- Capasso S. (2001) – Canapicoltura, Passato, Presente e Futuro. Istituto di studi Atellani, Frattamaggiore (NA).
- Gakhar N., Goldberg E., Jing M., Gibson R., House J. D. (2012) - Effect of feeding hemp seed and hemp seed oil on laying hen performance and egg yolk fatty acid content: evidence of their safety and efficacy for laying hen diets. Poult. Sci. 91 (3): 1-11.
- Galasso I., Russo R., Mapelli S., Ponzoni E., Brambilla I, Reggiani R. (2007) - Caratteristiche qualitative e quantitative del seme di Cannabis sativa. Editore Milano.
- Halle I., Schöne F. (2013) - Influence of rapeseed cake, linseed cake and hemp seed cake on laying performance of hens and fatty acid composition of egg yolk. Journal of consumer protection and food safety, (8): 185–193.

- Madia T., Tofani C. (1998) - La coltivazione della canapa. Una semplice guida per gli agricoltori che desiderano coltivare canapa (*Cannabis sativa*): Coordinamento Nazionale per la Canapicoltura. Editore assocanapa.
- Mourot J., Guillevic M. (2015) – Effect of introducing hemp oil into feed on the nutritional quality of pig meat. 22 (6), D612.
- Ranalli, P. (2020) - La canapa. Miglioramento genetico, sostenibilità, utilizzi, normativa di riferimento. Bologna, Edagricole.
- Ronchetti P. (2018) - Il cemento di canapa e calce, un promettente materiale e metodo di costruzione per l'edilizia sostenibile. Editore Torino.
- Russo R., Reggiani R. (2014) - Valutazione di farine di lino e canapa per l'alimentazione animale: contenuto di fattori antinutrizionali. Editore Milano.
- Venturi G., Amaducci S. (2003) - Canapa: una coltura antica in una prospettiva moderna. Editore Firenze.

SITOGRAFIA

www.canapaindustriale.it

www.canapuglia.it

www.filieranutrizionale.it