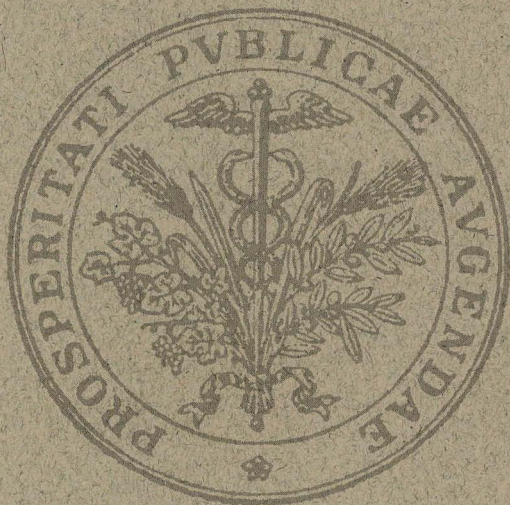


# I GEORGOFILI

Quaderni  
2003-II



**AGGIORNAMENTI E PROSPETTIVE  
PER LA CULTURA DELLA CANAPA**

Firenze, 2004

---

SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA





# I GEORGOFILI

Quaderni  
2003-II



*Stampato con il contributo Arsia-Regione Toscana*

Giornata di Studio

## AGGIORNAMENTI E PROSPETTIVE PER LA COLTURA DELLA CANAPA

Firenze, 11 giugno 2003

SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

Copyright © 2004  
Accademia dei Georgofili  
Firenze  
<http://www.georgofili.it>

Proprietà letteraria riservata

Supplemento a «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili»  
Anno 2003 - Settima Serie - Vol. L (179° dall'inizio)

Responsabile redazionale: dott. Paolo Nanni

Servizi redazionali, grafica e impaginazione  
SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA  
Via G. Benivieni 1 - Firenze  
Tel. 055 5532924  
Fax: 055 5532085  
e-mail: [info@sefeditrice.it](mailto:info@sefeditrice.it)  
[www.sefeditrice.it](http://www.sefeditrice.it)

## INDICE

### *Saluti*

Franco Scaramuzzi, Tito Barbini  
Fabio Roggiolani 7

GIANPIETRO VENTURI, STEFANO AMADUCCI

*Canapa: una coltura antica  
in una prospettiva moderna* 17

PAOLO RANALLI

*Il miglioramento genetico per il rilancio della canapa  
nell'agro-industria* 65

CARLO CHIOSTRI

*Il Progetto della Regione Toscana: presentazione del bando  
per un "Progetto Pilota" relativo alla coltivazione,  
trasformazione e commercializzazione della canapa  
a scopi produttivi e ambientali* 93

*Discussione* 101



## SALUTI

FRANCO SCARAMUZZI\*

Signori Accademici, Signore e Signori,  
l'adunanza pubblica di questa sera è dedicata a una coltura che è andata scomparendo: quella della canapa. Era ed è una pianta che offre non soltanto le fibre naturali per la quale è conosciuta, ma anche cibo, olii combustibili, medicinali, carta e così via.

Vorremmo richiamare le attuali conoscenze più aggiornate su questa coltivazione, facendo riferimento in particolare a una recente legge regionale toscana che ha promosso un progetto pilota relativo la coltivazione, trasformazione e commercializzazione della canapa a scopi produttivi e ambientali. Vogliamo oggi ascoltare, discutere e confrontarci sulla ipotesi di recupero in chiave moderna e rispettosa dell'ambiente di questa coltura che ipotizza una possibilità di utile e rinnovato modo di essere impiegata.

Vi ringrazio tutti per aver accolto il nostro invito, ringrazio l'Assessore Barbini per la Sua presenza, il dottor Roggiolani e i Relatori, professori Venturi, Amaducci e Ranalli, nonché il dottor Chiostri.

Come previsto dal programma do la parola innanzitutto all'Assessore Barbini per un indirizzo di Saluto.

TITO BARBINI\*\*

Grazie.

Vorrei porre un saluto e un augurio di buon lavoro a nome del

\* *Accademia dei Georgofili*

\*\* *Regione Toscana*



Governo regionale innanzitutto al professor Scaramuzzi che ha organizzato e ha puntualmente risposto in modo squisito all'invito di organizzare insieme questa Giornata di studio, ai relatori e ai partecipanti a questa Giornata. È dedicata, come veniva ricordato, a esaminare le prospettive della coltivazione della canapa.

È una iniziativa a cui non si può guardare che con interesse in quanto si impernia su una concreta opportunità per la nostra agricoltura. Ritengo infatti che oggi vi siano alcune condizioni che io definisco condizioni favorevoli per pensare concretamente a un rilancio di questa coltura che un tempo era ampiamente diffusa nella nostra regione toscana e poi praticamente abbandonata negli anni '50 (periodo in cui sono iniziate le grandi trasformazioni della nostra agricoltura, in cui si è rapidamente diffuso l'impiego delle fibre sintetiche).

Oggi in generale si assiste a un rinnovato interesse per le fibre naturali. Allo stesso tempo sono stati giustamente rivalutati i positivi effetti ambientali di questa pianta e sono state individuate nuove molteplici possibilità, sia possibilità di impiego dei suoi prodotti che rappresentano altrettante opportunità di valorizzazione.

In effetti la canapa può trovare un impiego oltre che nell'industria tessile per la produzione di filati naturali anche in quella cartaria, energetica, chimica, alimentare, cosmetica, farmaceutica, nella bioedilizia e le possibilità concrete della coltivazione della canapa risultano tuttavia ancora limitate soprattutto per la carenza di adeguate tecnologie, di adeguate strutture per la raccolta, per la prima trasformazione e anche per l'impiego industriale di questo prodotto.

Allora con la Legge regionale del 14 febbraio 2003 n. 12 la Regione Toscana ha promosso, come ricordava il professor Scaramuzzi, un progetto pilota relativo alla coltivazione, trasformazione e commercializzazione della canapa a scopi produttivi e a scopi ambientali. Un progetto cioè indirizzato proprio a sviluppare su larga scala dimostrativa tutte le fasi della filiera, al fine di consentire la successiva applicazione su scala più ampia e avere dei risultati per la diffusione e coltivazione dell'impiego industriale di questo prodotto.

Gli interventi previsti da questa nostra Legge regionale verranno attuati tramite l'ARSIA, la nostra Agenzia per lo Sviluppo e innovazione nel settore agricolo forestale, attraverso lo strumento di un bando pubblico in materia di ricerca e sviluppo nel campo dell'in-

novazione tecnica e tecnologica. Il bando di ricerca, insieme al tavolo di filiera, fa parte della metodologia che noi abbiamo chiesto all'ARSIA per affrontare questi problemi, secondo una procedura ormai ampiamente collaudata in altri settori e che quindi ritengo potrà produrre positivi risultati anche applicandola alle problematiche specifiche di questo progetto pilota sulla canapa.

Io voglio concludere ricordando che questa è una iniziativa a cui la Regione Toscana crede. Lo dimostrano le cospicue risorse che il Governo Regionale ha deciso di destinare al finanziamento delle iniziative previste dalla Legge 12: voglio ricordare che ammontano complessivamente a 1.250.000 euro in tre anni di cui 450.000 euro stanziati già per questo esercizio del 2003. Queste risorse fanno parte di quelle destinate in generale all'attività dell'ARSIA e destinate appunto alla ricerca e innovazione in agricoltura che abbiamo aumentato quest'anno di circa il 20% rispetto all'anno precedente, questo in contro tendenza a una situazione esistente a livello nazionale che riduce le risorse, a dimostrazione di un forte impegno della Regione Toscana nel comparto della Ricerca e dello sviluppo.

Attualmente la Legge regionale 12 e il relativo bando dell'Agenzia Regionale sono in corso di notifica alla Commissione Europea perché appunto si configurano come aiuti di Stato, ai sensi dell'art. 93 del Trattato dell'Unione e poi per l'emanazione da parte dell'ARSIA del bando attuativo di questa legge, che potrà essere decretato soltanto dopo la risposta della Commissione Europea. Ma i tempi non sono lunghi. Certamente le problematiche relative alla coltivazione della canapa si inquadrano nel contesto più generale delle produzioni non alimentari, delle alternative alle coltivazioni tradizionali e degli impegni complessivi che la Regione si è assunta attorno a queste questioni. Devo dire però che le prospettive di questa scelta vanno viste anche nell'ambito di una ormai imminente riforma della politica agricola comunitaria e dell'ingresso nell'Unione Europea di nuovi Stati Membri. La questione della diversificazione delle colture degli interventi, anche da parte del Governo Regionale, su questioni che appunto riguardano anche la scelta che abbiamo operato sulla canapa è molto legata alle modifiche e alle riflessioni che si stanno facendo rispetto agli aiuti, all'intervento della ormai imminente riforma cosiddetta a medio termine della politica agricola comunitaria. Si tratta di uno scenario particolarmente

complesso, che richiede a mio avviso un approccio organico e interdisciplinare; credo che un significativo contributo in questo senso può essere atteso anche da un altro bando di ricerca di carattere più generale relativo alla valorizzazione delle colture non alimentari in Toscana, che stiamo definendo e che l'ARSIA ha già definito attraverso il confronto all'interno dello specifico tavolo di filiera sui prodotti non alimentari. I risultati di queste ricerche consentiranno di conseguire una approfondita valutazione sia tecnica che economica delle prospettive che in Toscana possiamo aprire, in base alla quale sarà possibile individuare quelle prospettive più interessanti da perseguire nei prossimi anni e sulle quali impostare poi successivamente adeguate iniziative da parte della Giunta Regionale e del Consiglio Regionale. Credo che anche questo sia un altro importante contributo alla creazione di nuove opportunità di occupazione e di reddito, di sviluppo della nostra economia rurale che appunto in questi anni, soprattutto in questi ultimi anni, ha subito così tanti cambiamenti non sempre di segno positivo ma in generale in Toscana anche di segno positivo.

Vi ringrazio per l'attenzione e ripeto l'augurio del Governo Regionale allo svolgimento di questo appuntamento.

FABIO ROGGIOLANI\*

Vi ringrazio.

In questa sala ci sono diversi professori che hanno conoscenza del problema; io posso avere, e ho cercato di avere, l'intuizione del problema: quindi parlerò in base alle mie competenze, che sono quelle politiche. Mi scuserete se non sono, come dire, "adeguato" alla ricerca, ma ci sono poi Ranalli, Barzagli e tanti personaggi che io conosco benissimo e che mi hanno insegnato in questo percorso.

L'unica cosa che voglio far vedere mentre sono qua sono alcune foto.

La prima è un dipinto del Guercino del Seicento in cui c'è proprio la coltivazione della canapa: si vede la macerazione in pieno

\* *Presidente Commissione Agricoltura - Consiglio Regionale della Toscana*

campo e poi la macerazione in acqua. Questa è una cosa che mi ha fornito una industria nazionale quotata in borsa che si chiama Linificio e canapificio nazionale. Noi abbiamo una delle nostre più antiche Società quotate in borsa che appunto si chiama Canapificio e che ha proseguito a chiamarsi Canapificio anche nei quarant'anni, ormai sono oltre quarant'anni, in cui la canapa ha avuto l'ostracismo nel nostro Paese, perché poi di questo si tratta. Qui siamo in Francia: la Francia ha avuto meno ostracismo di noi verso la canapa. Negli anni in cui noi l'abbiamo fatta scomparire essa ha sfruttato sapientemente il fatto che l'Unione Europea comunque era arrivata a dare 3.000.000 di lire a ettaro, quindi 1.500 euro, anche di più ha dato in tutti questi anni.

Questi sono dei campi dove siamo andati a vedere delle coltivazioni, qui siamo vicino alla Manica.

In queste coltivazioni ho incontrato per la prima volta questa robbaccia qua: loro la definiscono con una parola molto semplice, in Francia la chiamano "merde" e a voi credo non sia necessario fare la traduzione. A questa canapa è stato deciso di dargli un diserbante e un disseccante, per impedire che crescesse oltre l'altezza di un metro. Cosa si è pensato di fare? Dal momento che da quarant'anni è scomparsa la filiera della canapa, dal momento che non esistono più le macchine per trattarla e le stigliatrici per lavorarla, si è pensato bene che la canapa (coltura biologica per eccellenza, coltura che, come dire, ha "litigato" con la chimica dalla nascita), invece di farla crescere a 3,8 metri e poi lavorarla con macchine nuove e adeguate, per poterla poi magari infilare in queste macchine da stigliatura per il lino (ecco qui si vede un po' di canapa non bruciata e un po' di quella canapa con la descrizione poco elegante che ho fatto prima e si vedono le due differenze: anche paesaggisticamente si nota cosa viene provocato in quei campi là), si è pensato bene di non farla crescere e di tenerla a un metro per poi infilarla in queste stigliature del lino.

In quest'altra località la canapa in Europa non viene coltivata in un posto sperimentale, ma viene coltivata nella campagna. Ovvero è coltura di rotazione ma coltura centrale di una cooperativa che ne fa 6000 ettari da trent'anni senza dare un diserbante, senza dare un concime, senza aggiungere mai acqua, senza aver avuto in 30 anni un calo significativo di produzione. Cioè una cooperativa che oggi

fattura 150 milioni di euro (oggi, nella campagna, nell'ultimo posto disperato di una agricoltura disperata) sta ottenendo questi grandissimi risultati: è la base della più grande azienda europea sulla canapa ed è il luogo dove io ho trovato conferma di tutta una serie di idee che mi erano arrivate in Italia e di altre intuizioni.

Queste sono altre foto per far vedere come cresce la canapa, questo è una delle decine di capannoni di questa cooperativa. Quelle sono le rotoballe di canapa che vengono ammassate lì e durante tutto l'anno poi avviene progressivamente la macerazione. Questo è una enorme cooperativa, come potete vedere dalle dimensioni dei capannoni dietro. Ha l'impianto di stigliatura, l'impianto di separazione, ed è in condizioni di arrivare a produrre. Questa è il primo filato di canapa: come vedete è un filato che ha qualcosa di particolarmente nobile.

Questo è il lino: è una pianta bellissima, è alta un metro, ancora non è fiorita in azzurro. I campi di lino sono veramente una cosa elegantissima. Devo dire che in sé, come coltura, quando la vediamo sui campi è ancora più bella di tutto il resto. Questo è il lino maturo alto un metro, un metro e venti, così si è cercato di trasformare anche la canapa pur essendo un'altra cosa.

Le nostre foto sono finite e voglio aggiungere due cose: vi ho raccontato questi due-tre episodi tanto per infarcire un attimo anche con meno problematicità le cose che ho detto. Ho trovato la canapa cercando il biodiesel, cioè da ecologista mi sono posto un problema. Io vengo dalla Valdichiana e progressivamente ho osservato la distruzione del paesaggio della Valdichiana, l'abbassamento radicale della falda nella Valdichiana. Ho vissuto anche le difficoltà dei nostri agricoltori che ormai non hanno più possibilità di irrigare, per cui tutta una serie di colture non reggono più nella nostra campagna toscana. Ogni anno tocca scavare più in basso, ogni anno un trattore che va più profondo, ogni anno apporti di concimazione più alti, ogni anno più acqua. Insomma non ci si fa, la falda non regge, la Valdichiana ha i problemi che ha, e quindi la domanda che mi si poneva sempre era: è possibile produrre, come dire, idrocarburi dalla agricoltura? Era una delle sfide. Un'energia rinnovabile dalla agricoltura, e girando si è provato tante colture, se si sono analizzate. Ho analizzato tante colture: il problema che veniva fuori è che avevano bisogno di troppa acqua, che impoverivano talmente i terreni che sostanzialmente completavano il ciclo da un

certo punto di vista ma chiaramente creavano uno stress agrario che non avremmo potuto assolutamente sostenere. Cercando il biodiesel da altre colture, ho trovato la canapa. La canapa è – all'inizio non ci credevo perché me la raccontavano, ma me ne hanno raccontate tante in questi anni che ormai sto sempre molto attento perché poi la verifica è sempre molto triste, e invece no! – la canapa è la prima coltura agricola solare. È l'impianto fotovoltaico dell'energia da agricoltura. La canapa si comporta in una stranissima maniera: è più quello che dà alla terra di quello che prende. Quindi questa è la sua caratteristica fondamentale: la canapa è una coltura che si è ribellata all'inventore della chimica, che si ribella naturalmente a qualsiasi sviluppo perverso della chimica come gli OGM, cioè la canapa è una coltura naturale che si auto-sostiene sia per quanto riguarda il diserbo sia per quanto riguarda l'arricchimento progressivo dei terreni. Questa cooperativa fa rotazioni triennali e negli anni in cui non fa canapa fa colture importanti. La canapa è veramente una delle colture del futuro. L'ho scoperta, la canapa, cercando le biomasse: sulle biomasse abbiamo decine di esperimenti, anche nelle nostre sedi universitarie, per colture ad esempio da biomassa, le colture veloci sulle biomasse. La canapa, dentro il suo ciclo di lavorazione, ha una quantità di biomasse straordinaria. L'ho trovata cercando semi, l'alternativa alla soia: il problema della soia è che ormai la troviamo tutta OGM e coltivare soia con OGM è impossibile in Toscana, con la legge che ci siamo dati qualche anno fa. La canapa fornisce semi per l'alimentazione animale e via scorrendo, poi si scoprono tutti i particolari che altri poi racconteranno, ma insomma la prima carrozzeria di automobile è una carrozzeria in plastica di canapa: oggi la plastica di canapa è in assoluto quella più pura, la migliore, la più ricercata per tutta una serie di operazioni industriali. Ma io ho vissuto da bambino in lenzuola di canapa: ci si stava molto bene, non ho mai sognato il cotone perché non era ruvido. Io ho sognato la canapa perché era fresca e l'ho risognata veramente, sempre perché noi vivevamo con tutte le lenzuola tessute in canapa perché era l'usanza della Valdichiana. Ogni famiglia coltivava un pezzettino di canapa per le sue necessità familiari. Noi non avevamo una tradizione di grande coltura di canapa, in Toscana era il 1954 quando abbiamo mollato la coltura nel nostro paese e progressivamente l'abbiamo

abbandonata, c'erano altri territori importanti. Eravamo in Italia sopra i 60.000 ettari, comunque, quindi una quantità molto importante, ma la Toscana aveva alcune corderie, aveva alcune tessiture ma non aveva una vera e propria coltura diffusa. Però ogni famiglia aveva la sua canapa da utilizzare in casa. La canapa italiana è la migliore del mondo, da sempre. Conosciuta da sempre come la migliore del mondo, noi eravamo il primo esportatore. La canapa italiana per i tessuti era assolutamente quella più avanzata. La canapa ha la caratteristica di essere un tessuto invernale ed estivo, è mescolabile bene sia con la lana sia con le altre fibre. La fibra di canapa ha la possibilità di assorbire il doppio di umidità anche della migliore fibra del cotone. Cioè siamo a un livello di performance straordinario. La canapa raffinata, che attualmente si può fare soltanto con la canapa che prendiamo in Cina, perché la battono ancora a mano un lavoro che è stato una delle basi per la sua esclusione dalle lavorazioni. È un tessuto anche leggerissimo, bellissimo, ormai simile alla seta anche come qualità e performance. Quindi siamo di fronte a una coltura che ha delle possibilità secondo me straordinarie sotto tutti i punti di vista, anche perché non è una coltura idroesigente e questo è uno degli elementi fondamentali. È una coltura che si adatta alla Toscana, anzi alle "toscani agricole", ai vari problemi che hanno le toscane agricole perché noi abbiamo la Toscana della costa con enormi problemi anche di cuneo salino e tutta questa sperimentazione noi la vogliamo fare perché riteniamo che possa dare risposta in ogni territorio, e dare risposte importanti di completamento anche di prima coltura. Perché non abbiamo scelto le scorciatoie? Prima di tutto per una questione morale: vorrei anche vedere che la coltura biologica per eccellenza, che *nasce* biologica, la svigliacchiamo con l'idea della *baby canapa*, che noi abbiamo escluso radicalmente dalla nostra legge, per cui non arriverà un soldo a chi prova ad andare in quella direzione. Sia chiaro: perché questa è la nostra scelta anche strategica, e poi perché la Toscana fa scelte di qualità e quindi nella qualità innanzitutto ci vogliamo caratterizzare. Ma perché non è saltandoli che i problemi si risolvono: i problemi vanno affrontati e certamente una filiera complessa, se la vogliamo far ripartire – perché non possiamo fare le macerine nei campi come una volta perché puzzano e poi fa un po' schifo lavorarci in un certo modo – necessita di alta intensità di

capitale. Perché non ci possiamo permettere di stigliare a mano, perché fortunatamente non abbiamo più gli schiavi disponibili a fare quel tipo di attività; ma se una agricoltura industriale come la nostra non è in condizione di inventare una macchina per tagliare in tre un canapolo, distenderlo in campo, farlo macerare due giorni e poi rigirarlo, ritenerlo in campo due giorni e poi metterlo in rotoballa, fare una macerazione e portarlo in fondo, evidentemente non siamo alla coltura industriale agricola, siamo veramente all'*incoltura* industriale agricola. E bisogna che in questo senso il settore prenda coscienza che questa è la situazione. Queste aziende investono in tutto il mondo ormai, il Linificio e Canapificio Nazionale ha una filiera avviata in Lituania, Estonia, queste zone qui. Loro fanno a blocchi di 1000 ettari che si autocompletano come organizzazione anche da un punto di vista di impiego di capitale. È una filiera costruibile efficacemente e noi ci crediamo. Il nostro non è un giochetto intellettuale, a me piacciono a volte le sfide, anche così un po' polemiche, mi diverte. Io amo molto il professor Scaramuzzi e i Georgofili perché hanno questo senso della scoperta e della sfida intellettuale e vorrei ringraziarli davvero di avere accolto questa discussione qui e spero di avervi portato un contributo di riflessione, sapendo una cosa: è passato oltre un anno e mezzo da quando questa legge l'abbiamo pensata e discussa in più convegni. Vi posso dire che in un anno e mezzo di ricerca a livello europeo, a livello internazionale, di contatti, di confronti con gli istituti che parleranno dopo che sono stati nostri ispiratori – il dottor Ranalli dell'ISCI, che non ringrazierò mai abbastanza per quanto ha fatto per queste idee e per la legge toscana – vi posso dire che in un anno e mezzo non ho trovato, non mi è riuscito trovare un nemico della canapa. Allora io credo che a questo punto l'unico nemico della canapa potrebbe essere un'applicazione burocratica sbagliata di un'ottima idea che la legge regionale ha voluto portare dentro la nostra discussione. Quindi mi auguro che tutti i soggetti, ma mi pare si vada in quella direzione, vogliano collaborare perché questa cosa sia un grande successo, perché è chiaro che non vorremmo essere responsabili di aver riacceso le speranze e di essere i massimi responsabili di far rimettere la canapa dentro a qualche cassetto, magari per rispolverarla fra altri quarant'anni.

Grazie.



FRANCO SCARAMUZZI

Ringraziamo molto il dottor Roggiolani che evidentemente, con l'entusiasmo che ha manifestato, tipico della sua personalità, è l'animatore di queste iniziative. Io mi auguro e auguro a tutti che fra cento anni si vadano a rileggere gli annali dell'Accademia dei Georgofili in cui saranno riportati gli atti dei lavori odierni e si dia storicamente merito di questa rinascita della canapa a chi lo ha provocato e credo che siamo tutti convinti che tale merito vada riconosciuto al dottor Roggiolani. E ora ritorniamo a trattare gli argomenti con un certo ordine, una certa sistematicità, un metodo che deve portare a una confluenza di punti di vista, a un confronto e a un dibattito. Chiunque è libero di esprimere le proprie opinioni in maniera ovviamente costruttiva. Ringrazio il professor Venturi dandogli la parola per la relazione che presenta insieme a Stefano Amaducci.

GIANPIETRO VENTURI\*, STEFANO AMADUCCI\*\*

CANAPA:  
UNA COLTURA ANTICA  
IN UNA PROSPETTIVA MODERNA

La relazione introduttiva, che ha il compito di inquadrare la coltura della canapa in questa giornata di studio, è suddivisa in tre parti: 1) nella prima verranno evidenziate alcune caratteristiche della pianta che possono avere importanti riflessi su quantità, qualità e perciò destinazione d'uso del prodotto; 2) nella seconda verranno ricordati alcuni eventi della storia della coltura dai quali possono essere tratti utili insegnamenti per il futuro; verranno anche passate in rassegna le principali cause del declino; 3) nella terza parte, infine, verrà descritta la situazione attuale in Italia mettendo in evidenza soprattutto i problemi irrisolti, le attività di ricerca e le iniziative in atto o da intraprendere per consentire l'effettiva reintroduzione della coltura nel Paese e più in generale in Europa. Verrà sottolineato che ciò potrà avvenire solo dando vita a filiere in grado di garantire e mantenere nel tempo, per tutti gli operatori coinvolti, un sufficiente reddito nell'ambito di una produzione sostenibile.

Tutti gli aspetti verranno affrontati a livello generale senza entrare in dettagli tecnici e senza trattare argomenti di altre relazioni odierne.

I. ALCUNE NOTIZIE SULLA PIANTA

Per comprendere i problemi passati, e soprattutto quelli attuali e futuri della coltura, è opportuno ricordare alcune caratteristiche della

\* *Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, Università di Bologna*

\*\* *Istituto di Agronomia generale e coltivazioni erbacee, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*



Fig. 1 Una "abbondante" coltura di canapa da fibra

pianta che hanno importanti riflessi su quantità, qualità e destinazioni del prodotto.

Si può iniziare dalla semplice ed efficace definizione della canapa data da Schultes nel 1970: «è una pianta verde, molto abbondante e ubiquitaria. È sorprendentemente preziosa da un punto di vista economico, è potenzialmente pericolosa, certamente misteriosa sotto molti aspetti».

Infatti questa pianta erbacea annuale, caratterizzata da *abbondante* biomassa (fig. 1), raggiunge notevoli produzioni di sostanza

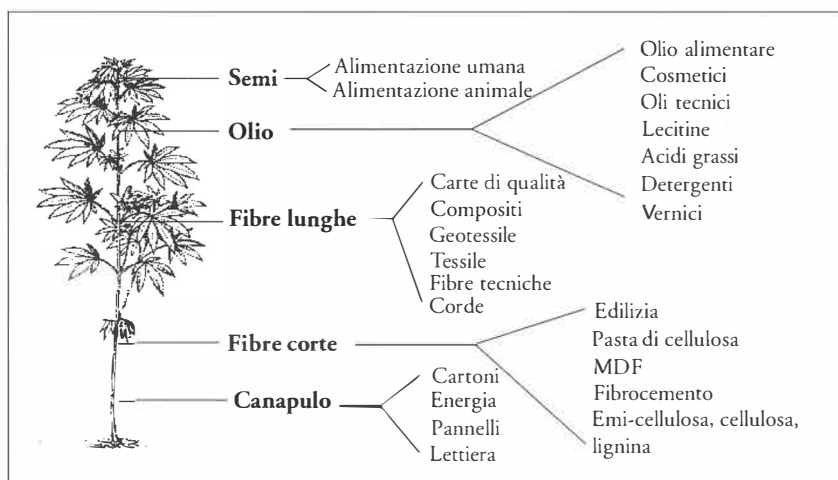


Fig. 2 Alcune destinazioni d'uso delle diverse componenti di canapa da fibra

secca in un ciclo colturale relativamente breve. In Europa può superare le 20 t ha<sup>-1</sup> di sostanza secca (Struik et al., 2000).

È *ubiquitaria*, praticamente coltivata o comunque potenzialmente coltivabile in tutto il mondo. Si hanno testimonianze concrete dell'utilizzo della canapa nella cultura cinese fin dall'antichità e l'origine della specie *Cannabis* viene da alcuni localizzata nell'Asia Centrale, da altri in Cina (Vavilov, 1951; Dewey, 1913). È comunque opinione comune che la canapa abbia origini asiatiche e che dall'oriente abbia raggiunto l'Europa (Schultes, 1970) e da qui il resto del mondo.

È *preziosa* non solo per l'elevata produttività e i bassi input necessari per la sua coltivazione, ma anche per la notevole diversificazione dei prodotti da essa derivati. Alcuni autori, gli stessi che prospettano la canapa come la coltura in grado di salvare il pianeta, ne ricordano addirittura migliaia (Herer, 1990; Walker, 1994; Osburn e Osburn, 1994). Senza arrivare a questi eccessi di entusiasmo, è pur vero che questa pianta offre lunghe fibre liberiane, fibre corte, canapulo, semi oleosi interessanti per varie applicazioni nei settori farmaceutico, cosmetico, alimentare e più in generale industriale. Nella figura 2 sono riportate alcune potenziali utilizzazioni delle diverse componenti produttive della canapa da fibra. D'altra parte la molteplicità (fig. 3) degli usi tradizionali (Backe, 1936) risulta ancora attuale per produzioni e processi a basso impatto (Fraanje, 1997).



Le numerose destinazioni produttive sono sicuramente un importante contributo alla sostenibilità economica della canapa, ma anche altri aspetti la rendono interessante per l'agricoltura dei nostri giorni.

Possono essere ricordati il basso impatto ambientale, per la richiesta di bassi input chimici e anche per la forte capacità competitiva nei riguardi delle infestanti da cui risulta un forte effetto rinettante (Lotz et al., 1991); la maggior facilità, rispetto ad altre colture, di utilizzo sequenziale delle risorse o biocascading (Fraanje, 1997; Stutterheim e Amaducci, 1999).

Della coltura sono state recentemente evidenziate le capacità di fitodepurazione (Kozłowski et al., 1990; Kozłowski et al., 1995; Mankowski et al., 1994; Baraniecki, 1997, Ciurli et al., 2002; Giovanardi et al., 2002) e, soprattutto nei Paesi del Centro-Nord Europa, la possibile destinazione alla produzione di energia non tanto per l'elevata resa in biomassa ottenuta con bassi input, quanto per il basso impatto ambientale (Venturi e Bentini, 2001) e l'elevato valore paesaggistico (Biewinga e van der Bijl, 1996; Bullard et al., 2002). È inoltre oggetto di studio l'influenza allelopatica della canapa sull'accrescimento di specie infestanti (Singh e Thapar, 2003). L'insieme di queste caratteristiche fa considerare la canapa una coltura ideale per l'agricoltura biologica (Stickland, 1995).

Anche il contenuto in cannabinoidi (seppur presente in concentrazioni di rilievo solo in genotipi particolari) potrebbe essere visto come una risorsa interessante per l'industria farmaceutica, trasformando così in utile ciò che di norma viene classificato come pericoloso (Janet et al., 1999; Hollister, 2001).

Risulta tuttavia fondamentale distinguere la coltivazione di canapa da fibra, cioè di genotipi a basso contenuto di delta-9-tetraidrocannabinolo (THC) utilizzati per le summenzionate destinazioni produttive, dalla coltivazione di genotipi da "droga". Infatti nella parte aerea della pianta, ma principalmente nelle infiorescenze (soprattutto femminili), si trovano sostanze a effetto psicotropo (cannabinoidi) presenti in quantità variabile in funzione del fenotipo, del sesso, delle condizioni ambientali, dello stadio di sviluppo delle piante, ecc. A questo si riferisce Schultes nella sua definizione quando parla di coltura *pericolosa e misteriosa*. Senza indugiare troppo su questo aspetto, è importante precisare che molto è stato scrit-

to in proposito, ma a livello di classificazione sistematica rimane poco chiara la distinzione tra tipi da fibra e tipi da droga.

La classificazione della canapa ha da sempre suscitato notevoli controversie tra i botanici che se ne sono occupati. L'ampia distribuzione geografica della specie e la diversificazione prodotta dal miglioramento genetico, finalizzato a diverse destinazioni d'uso, hanno determinato la formazione di un numero elevatissimo di tipi distinti per caratteristiche morfologiche, anatomiche e produttive. Il polimorfismo che contraddistingue le piante di canapa coltivate in diversi areali, per diversi scopi, o quelle addomesticate da quelle spontanee, è alla base di tutte le classificazioni che hanno suddiviso il genere *Cannabis* in più specie, o la specie *C. sativa* in più varietà botaniche. In realtà anche oggi, con i moderni approcci della botanica sistematica (Lucchese et al., 2001), non si è ancora in grado di delineare una netta demarcazione neppure tra i tipi coltivati e quelli spontanei (Schultes, 1970). I caratteri differenziali che vengono utilizzati per discriminare diversi tipi di canapa (Mignoni, 1999) sono di poca rilevanza da un punto di vista tassonomico e spesso non sono di natura genetica o ereditaria. Normalmente queste piccole variazioni hanno una grande importanza da un punto di vista commerciale; nasce dunque da un'esigenza di ordine economico la necessità di diversificare tipi contraddistinti da importanti caratteri agronomici con nomenclature binomiali. Solamente a titolo esemplificativo possono essere ricordate alcune delle denominazioni associate al genere *Cannabis*: *Cannabis sativa* Linneo, *C. erratica* Anders. (1576), *C. indica* Lamarck (1788), *C. macrosperma* Stokes (1812), *C. chinensis* e *C. gigantea* Delile (1849, 1892), *C. gigantea* Crevost, *C. erratica* Siev., *C. foetens* Gilib., *C. lupulus* Scop., *C. americana* Pharm. Ex Wehrmer, *C. generalis* E.H.L. Krause, *C. ruderalis* Janischeskii (Crescini, 1940; Bruna, 1955; Schultes, 1970; Small, 1974; Anderson, 1980). La notevole confusione causata dalla proliferazione di specie ascritte al genere *Cannabis* viene ulteriormente complicata dal riconoscimento di ulteriori unità tassonomiche. De Candolle, ad esempio, documentò in grande dettaglio quattro varietà di *C. sativa*: Kif, Vulgaris, Pedemontana, Chinensis (da Schultes, 1970).

Il Peglion (1937) distinse le varietà coltivate in Italia in due grandi gruppi: pedemontana e sinensis. La varietà pedemontana è caratterizzata da alta taglia, per questo è anche detta gigante, e assume de-

nominazione diversa a seconda della zona di coltivazione. Si ha così la Carmagnolese, con forte resistenza all'orobanca (Todaro, 1938), a Carmagnola in Piemonte, la Bolognese e la Ferrarese nell'Emilia, la Bellaria in Romagna e la Napoletana o Paesana o Nostrale nella regione campana. Secondo il Peglion a questo gruppo va iscritta la canapa nana o urtichina o spicarella o mazzucchella coltivata nelle zone collinari dell'Italia centro-meridionale; essa, differisce dalla pedemontana solo per caratteri morfologici e non genetici.

La varietà *sinensis*, di origine orientale, viene denominata Persianella o Pelosella o Forestiera (De Cillis, 1938), a causa della sua peluria più o meno abbondante che ricopre lo stelo nelle prime fasi dell'accrescimento. La Pelosella presenta anch'essa una statura elevata, ma la maturazione del seme è tardiva. Solo in Calabria, questa varietà ha prodotto una buona quantità di seme (Zucchini, 1948; Ragazzi, 1955).

Il concetto linneiano di specie ha invece un significato più ampio, che Vavilov (1951) nello studio delle piante coltivate (1926) definisce come «sistemi definiti, discreti e dinamici, differenziati in tipi geografici e ecologici e comprendenti a volte un enorme numero di varietà».

Uno degli studi più completi sul problema della classificazione della canapa fu condotto negli Stati Uniti negli anni '70 in seguito a un aspro dibattito di carattere legale in cui si intendeva far luce sulla possibilità di distinguere, almeno da un punto di vista legislativo, la canapa da fibra da quella da droga. A questo scopo migliaia di piante, appartenenti a oltre 200 popolazioni provenienti da tutte le parti del mondo, furono esaminate in uno studio di tassonomia numerica relativamente a 47 caratteri. Ne risultò una totale assenza di demarcazione tra popolazioni coltivate e spontanee, mentre la leggera variabilità emersa tra i tipi da droga e quelli da fibra non permetteva di separarle in specie differenti (Small, 1974; Small et al., 1976a). Una successiva elaborazione dei risultati, permise allo stesso autore (Small e Cronquist, 1976b), di evidenziare un'ulteriore suddivisione sistematica. Pur conservando la monospecificità del genere *Cannabis*, dimostrò come fosse possibile distinguere due sottospecie: *C. sativa* subsp. *sativa* e *C. sativa* subsp. *indica*. All'interno di ognuna delle due sottospecie separò, grazie ad alcune caratteristiche dei frutti, una "fase" addomesticata da una selvatica.



Anderson (1980) critica l'approccio tassonomico di Small (1974, 1976a, 1976b) che raggruppava tutti i tipi di canapa in una sola specie (*Cannabis sativa* L.), comprensiva di subspecie (ssp. *sativa* e ssp. *indica*) distinte in base a caratteristiche chimiche e alla distribuzione geografica, senza considerare caratteri morfologici e anatomici quali fibre legnose e morfologia delle foglie (Anderson 1974, 1980). Per Anderson (1974, 1980) al genere *Cannabis* devono essere ascritte le tre specie *sativa*, *indica* e *ruderalis*. Il contenzioso riguardo alla classificazione della canapa non sembra dunque del tutto appianato.

L'unico punto di convergenza degli studiosi della classificazione della canapa è l'ordine di appartenenza, concordemente ritenuto quello delle Urticales. La canapa presenta caratteristiche che ne permettono l'appartenenza alla famiglia delle Moraceae come a quella delle Urticaceae. Linneo assegnò la specie *Cannabis sativa* al gruppo delle Scabridae; Jussieu alle Urticales; Endlicher e Lindley formarono la famiglia delle Cannabinaceae con i generi *Cannabis* e *Humulus* (Somma, 1923; Schultes, 1970).

Recentemente si preferisce ascrivere il genere *Cannabis* alla famiglia delle Cannabaceae, che comprende anche il genere *Humulus*, anche se in molti testi viene ancora ascritto alla famiglia delle Moraceae (Schultes, 1970).

I botanici sono oggi generalmente concordi nell'attribuire al genere *Cannabis* un'unica specie accettando la distinzione del genere fatta da Linneo (Kitamura, 1960; Hegnauer, 1964; Melchior, 1964; Senchenco, 1965; Takhtajan, 1966; Davidyan, 1972; da Small, 1979; Schultes, 1970; Quimby et al, 1974). Ancora controversa rimane la possibilità di distinguere subspecie o varietà botaniche all'interno della specie; comunque la possibilità di distinguere "tipi" da droga da quelli da "fibra" rimane legata all'utilizzo di sofisticate metodologie di indagine e non a una semplice ispezione morfologica della pianta (Small e Cronquist, 1976b). Anche in Italia sono stati messi a punto appositi kit (Grassi et al., 1996; 1997; Grassi e Rannalli, 1998; Grassi, 1999).

Un altro criterio di classificazione della canapa è basato sulla distinzione di chemiotipi in ragione del contenuto in tetraidrocannabinidiolo (THC), cannabidiolo (CBD) e del rapporto tra THC e CBD. Secondo Fournier e Paris (1979) si ha così una suddivisione

in tipi da fibra ( $\text{THC} < 0.5\%$ ,  $\text{CBD} > 0.5\%$ ,  $\text{THC/CBD} < 1$ ) e da “resina” ( $\text{THC} > 0.5\%$ ,  $\text{CBD} < 0.5\%$ ,  $\text{THC/CBD} > 1$ ); secondo Small e Beckstead (1973) in tipi da droga ( $\text{THC} > 0.3\%$ ,  $\text{CBD} < 0.5\%$ ), intermedi ( $\text{THC} > 0.3\%$  nelle piante femminili,  $\text{CBD} > 0.5\%$ ) e non da droga ( $\text{THC} < 0.3\%$  nelle piante femminili,  $\text{CBD} > 0.5\%$ ). Meijer et al. (1992) propongono una soluzione simile alle precedenti considerando piante da droga quelle con  $\text{THC} > 0.5\%$ ,  $\text{CBD} < 0.5\%$ ,  $\text{THC/CBD} > 1$ , intermedie con  $\text{THC} > 0.5\%$ ,  $\text{CBD} > 0.5\%$  e non da droga con  $\text{THC} < 0.5\%$ ,  $\text{CBD} > 0.5\%$ ,  $\text{THC/CBD} < 1$ . Va comunque evidenziato che il contenuto in THC è soggetto a una elevata variabilità individuale e a differenze dovute al sesso, all’ambiente di coltivazione e alle epoche di prelevamento delle infiorescenze (Rivora et al., 1984).

La definizione di Schultes ci ha permesso di illustrare le caratteristiche generali della coltura, ma per meglio comprenderne alcuni aspetti della coltivazione e soprattutto dell’utilizzazione del prodotto, riteniamo necessario richiamare l’attenzione su alcune caratteristiche dello stelo.

Nella figura 4 la fotografia rappresenta la sezione di uno stelo in cui sono ben evidenti le fibre liberiane (tiglio) primarie, quelle secondarie e il canapulo (legno) presente all’interno dell’anello cambiale.

La fibra primaria riveste maggiore interesse da un punto di vista commerciale. È infatti costituita da cellule allungate riunite in fascetti (bundles) formate durante il periodo di intenso accrescimento in altezza della pianta. La lunghezza delle fibre primarie varia da 5 a 55 mm (Kundu, 1942; Catling and Grayson, 1982), ed è 20-28 mm in media (Solaro, 1914; Hoffmann, 1957), il loro diametro è variabile, ma pari in media a circa  $32\ \mu\text{m}$  (Solaro, 1914),  $34\ \mu\text{m}$  (Kundu, 1942). Le fibre secondarie sono invece molto più corte, circa 2 mm in media, essendo deposte durante l’accrescimento secondario e quindi ad allungamento dell’internodo ormai terminato, ma hanno un diametro inferiore a quello delle primarie, circa  $17\ \mu\text{m}$  (Kundu 1942). Oltre a essere più corte le fibre secondarie sono più lignificate e hanno quindi un interesse molto scarso per utilizzazione tessile, ma anche per l’industria cartaria, per carte pregiate, che deve comunque eliminare la lignina e ha bisogno di fibre lunghe.

In base a queste semplici considerazioni si possono proporre al-

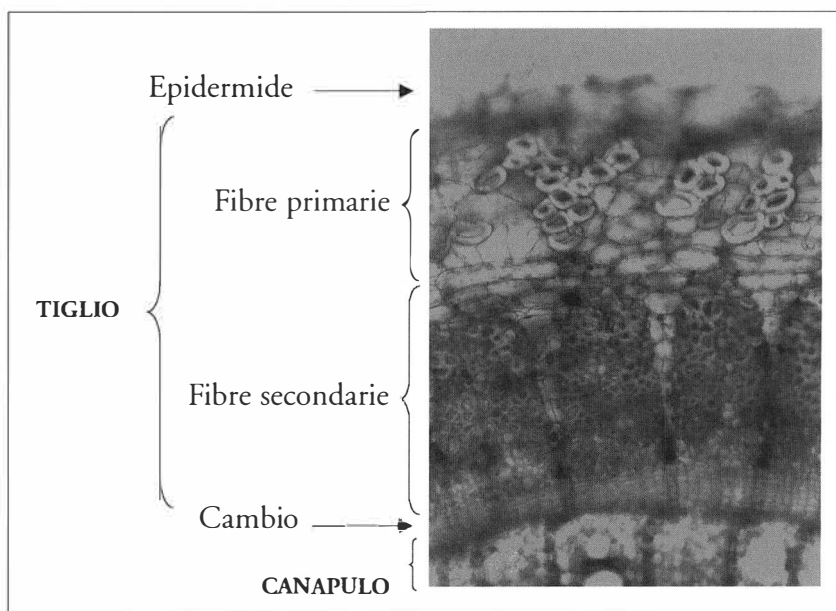


Fig. 4 Sezione di uno stelo di canapa in cui sono evidenziate le principali componenti di interesse per la qualità del prodotto

cuni indici per determinare la qualità della fibra a livello della pianta: percentuale di tiglio, rapporto fra fibre primarie e fibre secondarie; lunghezza delle fibre; diametro delle fibre; grado di lignificazione; omogeneità dei suddetti parametri qualitativi (IENICA, 2003).

La maturità delle fibre è un altro importante parametro che ne influenza resistenza e flessibilità per il progressivo ispessimento della parete, che a completa maturità va praticamente a occludere il lumen cellulare. Nella figura 5 è possibile notare come in una fase intermedia di crescita siano presenti fibre a diverso grado di maturazione; le fibre più esterne sono più mature, infatti la maturazione procede in senso centripeto.

Questa disomogeneità trasversale si attenua gradualmente fino a scomparire solo a fine maturazione quando tutte le fibre hanno raggiunto lo stesso grado di maturità.

Quanto detto è relativo a sezioni effettuate su singoli internodi; considerando la pianta intera si ha una situazione disomogenea anche nel senso dell'altezza, poiché internodi successivi hanno gradi di

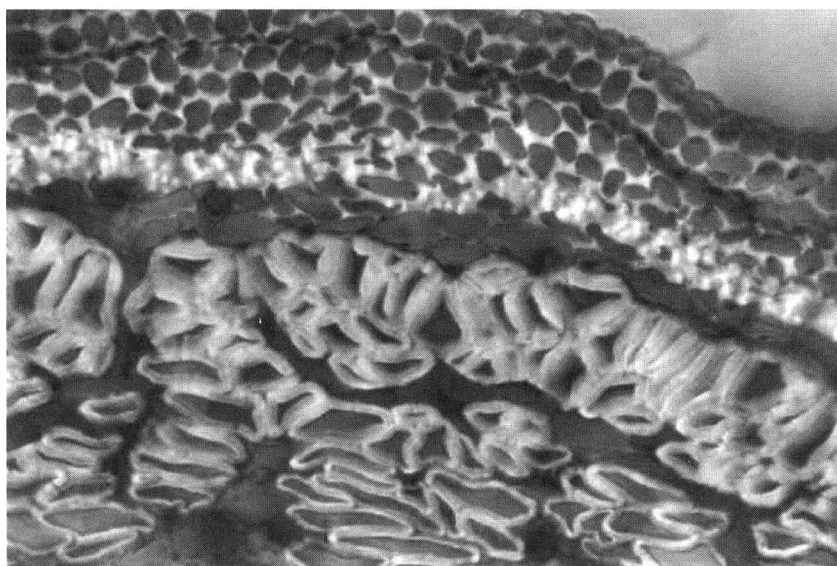


Fig. 5 Sezione di stelo di canapa in cui risulta evidente la disomogeneità di maturazione delle fibre primarie

accrescimento e di maturazione differenziati. Briosi e Tognini (1894) in uno studio su fibre primarie e secondarie realizzato sull'intera pianta, erano giunti alla conclusione che sia fibre primarie che secondarie hanno dimensioni massime nella parte mediana dello stelo; che partendo dall'apice e per i primi due decimi dello stelo vi sono solo fibre primarie; che per i sette decimi successivi si hanno entrambe le fibre in diversa proporzione e che solo nel decimo basale si ha prevalenza di fibre secondarie.

La conoscenza delle sopra accennate caratteristiche della pianta e delle tecniche per influenzarle è importante per raggiungere una maggiore uniformità nella qualità della fibra o comunque per indirizzare la produzione verso livelli qualitativi compatibili con la destinazione d'uso della fibra stessa. Fra le tecniche adottabili si possono ricordare gli effetti di alcuni fattori agronomici, quali epoca di raccolta, densità di investimento e scelta varietale, ma anche metodologie di raccolta che permettano di separare frazioni di stelo differenziate per valori qualitativi.

Conoscere come le caratteristiche della pianta vengono modifi-

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA	FIBRA MACERATA	FIBRA NON MACERATA
Lunghezza (cm)	Almeno 80 > 110-130 per le classi superiori	Almeno 80 > 110-130 per le classi superiori
Grado di macerazione (%)	> 90 destinazione tessile I classe > 80 destinazione tessile II classe > 30 corderia	Non rilevante
Condizioni fitosanitarie (% steli sani)	> 90, 80 e 70 rispettivamente per I, II e III classe	> 90, 80 e 70 rispettivamente per I, II e III classe
Diametro steli (mm)	4-6, 4-8, 3-12 rispettivamente per I, II e III classe	4-6, 4-8, 3-12 rispettivamente per I, II e III classe
Umidità	Non superiore al 20%	Non superiore al 20%
Impurità	Non superiore al 15%	Non superiore al 15%

Tab. 1 *Parametri per valutare la qualità della canapa secondo gli standard polacchi (Polish Standards: PN-P-80096:1999; IENICA 2003)*

cate dalle tecniche agronomiche risulta quindi fondamentale per studiare e sviluppare un itinerario tecnico che permetta di controllare la qualità della materia prima. Si deve comunque sottolineare come gli indici qualitativi sopra menzionati siano utili solamente a livello scientifico, mentre sono altri i parametri da identificare e misurare per classificare la materia prima durante il processo produttivo. A titolo esemplificativo (tab. 1) riportiamo le caratteristiche delle fibre di canapa e i relativi valori che per ne permettono la classificazione secondo gli standard utilizzati in Polonia prevalentemente per la destinazione tessile o per corderia. Non esistono invece ancora standard qualitativi realizzati per altre destinazioni d'uso.

Da aggiungere ai precedenti parametri vi è anche il colore che evidentemente cambia con il grado di macerazione, o con le condizioni di essiccamento e conservazione nel caso degli steli non macerati.

A questo punto ci si trova però solo nella fase iniziale del lungo cammino verso la realizzazione del prodotto finito. Altrettanto importanti e strettamente legati con le fasi precedenti sono quelle successive di conservazione, prima lavorazione del prodotto e poi via via quelle di trasformazione industriale. Va però sottolineato che, anche se nel processo industriale la materia prima viene notevolmente modificata, sono le caratteristiche di partenza a determinare in grande misura la possibilità di realizzare un prodotto finale di ele-

vata qualità. L'importanza di integrare il concetto di qualità lungo tutta la filiera produttiva partendo dalle caratteristiche della pianta verrà ripreso e ampliato nell'ultima parte di questa relazione.

## 2. LA COLTURA ANTICA E IL DECLINO

Intendiamo dedicare ora un po' di tempo a ricordare la storia della canapa non solo per un doveroso omaggio alla prestigiosa sede accademica che ci ospita e per attenerci al titolo della relazione, ma anche perché le vicende passate possono e devono fornirci indicazioni per il futuro.

La canapa è considerata una delle colture più antiche. In Cina la sua coltivazione sembra essere cominciata 12000 anni fa. Prime evidenze storiche della sua utilizzazione sono tessuti della cultura Lung-shan, dell'ultima fase dell'era Neolitica, datati 4200 a.C. (Li, 1974a; Sterk, 1995). Nello *Lu-Shi*, opera del 500 d.C. della dinastia cinese Sung, fu l'imperatore Shen Meng che nel 2800 a.C. insegnò al popolo cinese a coltivare e utilizzare la canapa (ma) per il confezionamento di indumenti (Dewey, 1913).

L'utilizzo della canapa da fibra in Occidente ha avuto una diffusione piuttosto lenta. Nella Storia Sacra non ne viene fatta menzione, almeno per quanto riguarda l'utilizzo della fibra, mentre vi si parla di lino, cotone, giunco e lana. Gli antichi Greci (Omero, Teofrasto, Esiodo) non la nominano mai mentre menzionano lo sparto (*Stipa tenacissima*) e il giunco (*Schoenoplectus lacustris*) per la fabbricazione di funi (Plinio, Libro 2, cap. X e XIII). Secondo gli scritti di Erodoto (484 a.C.) sarebbero stati gli Sciti durante le loro migrazioni del 1500 a.C. a importare la canapa e il suo uso dall'Asia all'Europa. Saranno soprattutto le popolazioni Teutoniche a diffonderne l'utilizzo nelle parti occidentali dell'Europa (Schultes, 1970).

I georgici latini riportano notizie molto limitate riguardo all'uso e alla coltivazione della canapa, in Catone e Virgilio non se ne ha traccia; Varrone la cita evidenziandone l'importanza per la produzione di funi e stuoie. Columella per primo nel I secolo d.C. (nel II libro, cap. 10; da Bruna, 1955) riporta alcune informazioni di carattere agronomico. Lo stesso Plinio, sempre accurato e prodigo di particolari nelle sue descrizioni, poco si sofferma sulla coltivazione

della canapa e oltretutto fornisce indicazioni che denotano una certa confusione (Somma, 1923; Schultes, 1970).

Lo scarso utilizzo della canapa nell'antica Grecia come pure nell'antica Roma si deve in larga parte alla diffusione della coltura del lino, che veniva impiegato sia nell'abbigliamento sia nella produzione di funi e vele. La trascurabile conoscenza della canapa che avevano i Latini è testimoniata da Plinio che dice espressamente come l'uso dei prodotti di tale pianta sia da preferirsi all'asciutto, ignorando quindi le notevoli doti di resistenza all'acqua e alla salsedine delle fibre di canapa.

La scarsa diffusione della canapa continuò nei paesi occidentali (nel medioevo Franchi, Germani e Vichinghi usavano fibre di canapa) e in Italia almeno fino al XIV secolo. Storici dell'agricoltura bolognese, quali Pier Crescenzo e Paganino Bonafede, nei loro scritti degli anni 1300-1350 trattano solo marginalmente la coltivazione della canapa. Considerando che proprio nel bolognese la canapa troverà in seguito uno degli areali di massima espansione, non pare possibile che questa coltura avesse già all'epoca una rilevante diffusione. Ma è tuttavia in quegli anni che si fonda la florida industria della canapa nel bolognese. Papa Gregorio XI nel 1376 proibisce la fuoriuscita di canapa non lavorata dallo Stato di Bologna per non sottrarre lavoro e reddito agli abitanti; la proibizione dura per tutto il 1500 con Paolo III (1523) e Sisto V (1586). Un gruppo di gargiolai bolognesi viene condannato alla fine del 1400 per aver venduto a Venezia canapa lavorata fuori dalla cinta urbana e nel 1616 un bando del Gubernador: «ordina, comanda e stabilisce che persona nessuna, sia di che stato, grado, sesso, qualità o conditione esser si voglia ardisca, o presuma d'andare, o trasferirsi ad alcun luogo posto, e situato fuori della Città, Contà, e Distretto, o Giurisdittione di Bologna, à trattare, praticare, e lavorare, cultivare, over fare alcun'altra cosa, per la quale s'habbia da sementare, e raccogliere Canape fuori di questa Giurisdittione. Sotto pena della forca, così à quelli che contraffacessero, come à chi li consigliasse, aiutasse, ricercasse, o in qualunque modo li favorisse. Parimenti che nessuno ardisca di estrarre fuori di questo Contado Sementa di Canape, né di dare aiuto, o Consiglio à chi lo facesse: sotto detta pena».

Il periodo di vero fulgore inizia fra il XIV e il XV secolo e durerà per oltre 500 anni. In questo periodo la canapa ricopre un ruolo im-

portante sia per l'economia in generale sia per l'agricoltura in particolare. Tanara nel 1660 scrive: «conoscesi una sforzata industria degli agricoltori bolognesi per la quale saranno sempre di eterna e universale gloria, perché con immensa fatica e spesa si riduce questa pianta a una esatta e singolare perfezione, la quale mentre si partecipa a quasi tutto il mondo, rende il nome dei Bolognesi glorioso e nello stesso tempo arricchisce le famiglie».

Filippo Re (1806) ricorda che in alcuni poderi si alternavano frumento e canapa, «metodo lucrosissimo e giudizioso che permette grandi raccolti di grano». È una rotazione biennale che nel bolognese inizia nel XVI secolo e dà ottimi risultati, purché le cure dedicate a lavorazioni e preparazione del terreno siano superiori a quelle riservate a tutte le altre colture estive, come afferma Somma (1923).

Nel paese la canapa assume gradualmente un'importanza sempre maggiore tanto che alla fine del 1800 occupa una superficie superiore ai 135.000 ettari, oltre la metà dei quali in Emilia.

Nel secolo scorso come coltura da fibra in Italia era ristretta a due zone ben distinte: al nord nelle provincie di Ferrara, Bologna, Rovigo e Modena e al sud nelle provincie di Napoli e Caserta. (Al-lavena, 1962). Anche in Piemonte questa coltura rivestì una certa importanza. In particolare nel Carmagnolese si sviluppò la riproduzione del seme di canapa che, dalla località, verrà denominata Carmagnola (Bruna, 1955).

Questo per sommi capi è il percorso che ha portato la canapa a diffondersi dagli areali di origine all'Europa e in particolare all'Italia.

Nel Nuovo Mondo la canapa viene introdotta dagli spagnoli nel 1545 (Husbands, 1909), in particolare in Cile dove divenne la fibra tessile più importante del paese, occupando un ruolo preminente nell'agricoltura e nell'industria (Robinson e Schoffstall, 1947). Schultes (1970) riporta che la canapa fu introdotta nel Messico, probabilmente a opera di pellegrini del New England, alla metà del 1600.

Secondo Dempsey (1975) la coltura fu portata negli Stati Uniti nel New England dai Puritani nel 1645 e si diffuse come coltivazione in Massachusetts, Connecticut, Virginia e Pennsylvania. La Dichiarazione di Indipendenza sarebbe stata scritta su carta fatta con fibre di canapa. Il primo documento relativo alla coltivazione della canapa sembra però risalire al 1606 (Lescarbot, 1609 da Small et al., 1975). A partire dal 1775 cominciò una rapida crescita della colti-



vazione e dell'industria in Kentucky. Il più intenso periodo di coltivazione negli Stati Uniti si verificò tra il 1840 e il 1860 quando vi fu un'elevata domanda di materiale per navigazione da parte della marina militare statunitense. La successiva importazione di fibre più economiche quali juta o abaca provocò un lento declino della coltivazione di canapa a eccezione di un picco di produzione in corrispondenza del primo conflitto mondiale (Dempsey, 1975). Durante la seconda guerra mondiale, la difficoltà degli approvvigionamenti e delle importazioni rese indisponibili le fibre di juta e abaca (Ash, 1948). Venne creata una divisione speciale del Dipartimento di Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) per dirigere un progetto in collaborazione con una organizzazione "quasi-ufficiale" la "War Hemp Industries, Inc.". Il rinnovato interesse per la canapa, portò a un picco di produzioni nel 1943 (72.000 ha) che si estinse rapidamente alla fine della guerra (Dempsey, 1975).

Anche in Italia dopo la seconda guerra mondiale, la canapa subì una rapida perdita di importanza. Dai 105.000 ettari nel 1943 (fig. 6) si ebbe un declino inesorabile che portò in pratica alla scomparsa della coltura, con solo 1000 ettari nel 1970, con decadenza netta a partire dal 1953 nel Nord e dal 1964 nel sud.

Il fenomeno, manifestatosi a livello mondiale (fig. 7), ha avuto cause oggettive ed è stato fortemente influenzato dall'evoluzione dei consumi e delle richieste di mercato. Le cause oggettive iniziano con la disponibilità del cotone americano e proseguirono con quella delle fibre artificiali in coincidenza con la generale modernizzazione dell'agricoltura. La canapa infatti ha dovuto subire da un lato la concorrenza di materie prime meno costose e dall'altro quella di colture sostanzialmente più facili e più redditizie. Mancini e Barbieri (1964) in una loro relazione all'Accademia Nazionale di Agricoltura indicavano la competizione delle fibre naturali d'importazione (lino, sisal, juta) e di quelle sintetiche come una delle cause principali della progressiva scomparsa della canapa, soprattutto nei comprensori canapicoli del nord a causa delle limitate rese unitarie, e degli elevati costi di produzione. Hanno avuto un ruolo negativo fondamentale le difficoltà di meccanizzazione delle operazioni di raccolta, macerazione e prima lavorazione e la necessità di molta manodopera (1200 ore ha<sup>-1</sup>) per un'attività pesante e malsana in un periodo in cui il lavoro cominciava a essere molto meglio remune-

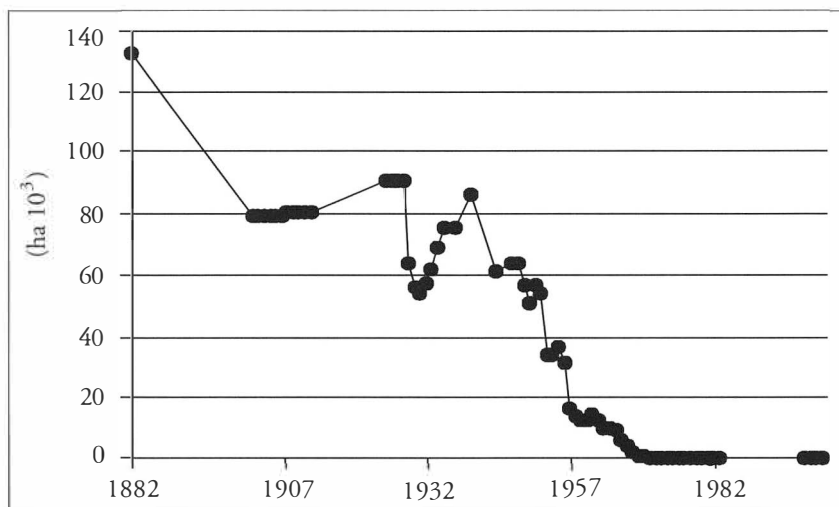


Fig. 6 Superficie coltivata a canapa in Italia

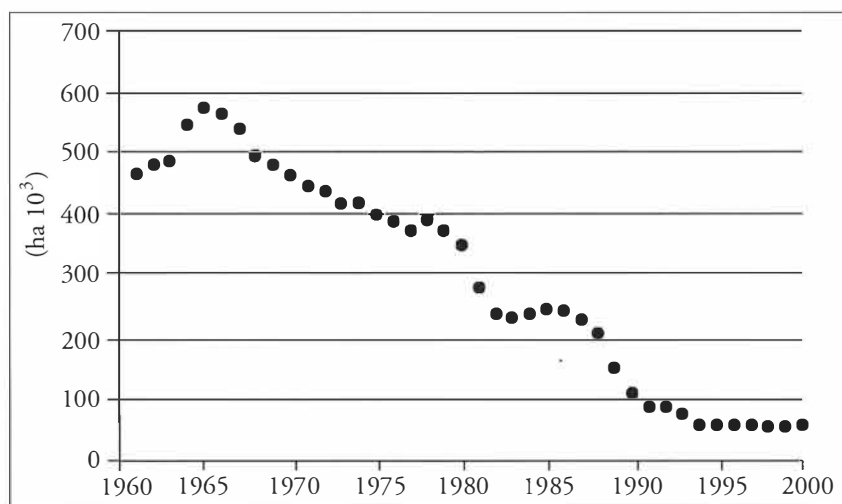


Fig. 7 Superficie coltivata a canapa nel mondo

rato in altri settori. Per alcuni il declino della canapa è dovuto anche all'ostracismo legato al suo contenuto in droga e alla conseguente legislazione limitativa.

Queste cause oggettive, che hanno avuto un peso diverso nei dif-

ferenti Paesi, si sono manifestate in coincidenza dell'evoluzione dei consumi e delle condizioni di vita. Alla scomparsa dell'impiego per vele in marineria si è aggiunta una forte riduzione di richiesta nei settori della corderia e saccheria e gradualmente in quello tessile, poiché l'opinione corrente ha cominciato a considerare la canapa come un tessuto simbolo di tempi poveri e di vita grama. Si è cercato di porre riparo al declino della coltura con un fiorire di iniziative da parte delle categorie agricole quale non si era mai avuto in passato. Vanno ricordate la costituzione dei Consorzi provinciali obbligatori nelle regioni canapicole, della Federazione Nazionale dei Consorzi (Federcanapa), dell'Associazione Produttori Canapa nel periodo 1931-1933, del Consorzio Nazionale Canapa nel 1944, del Consorzio Nazionale Produttori Canapa (CNPC) nel 1953 e le numerosi leggi e decreti in favore della coltura (Roversi, 1937; Sgherri, 1955). Il CNPC indisse numerosi concorsi per la realizzazione di macchine per agevolare le operazioni più difficoltose, quali raccolta, lavatura ed estrazione della canapa macerata, ma anche per la meccanizzazione delle fasi successive di scavezzatura, decorticazione, ecc. (Stefanelli e Zucchini, 1951; Stefanelli et al., 1952, 1953, 1954; Stefanelli, 1955; Stefanelli et al., 1956, 1958). Nello stesso periodo venne avanzata la proposta di invertire le operazioni di stigliatura e macerazione, e di attuare quindi la macerazione su fibra già stigliata (CNPC, 1962), proposta però non applicata a livello industriale.

Queste sono le cause principali del declino della coltura; parallelamente vanno ricordati i problemi derivanti dal mercato, in particolare relativi alla concorrenza di paesi stranieri nei quali la disponibilità di manodopera non costituiva fattore limitante (Yugoslavia, Polonia, Ungheria e Romania).

Un ulteriore causa della progressiva contrazione della coltivazione in Italia è stata la mancanza di adeguati programmi di miglioramento genetico. Contemporaneamente altre colture erbacee avevano notevolmente migliorato le proprie performance produttive in seguito a un attento e sistematico breeding: la canapa diviene quindi coltura poco competitiva. Dal 1956 hanno avuto inizio anche in Italia programmi di miglioramento genetico che con l'adozione del metodo Bredeman portarono, nel 1961, alla costituzione delle cultivar Fibranova, Superfibra al nord e T4 al sud di derivazione tedesca, che si affiancarono a Carmagnola selezionata (CS) e a Eletta

Campana derivanti da materiale genetico autoctono (Mancini, 1961; Barbieri e Tedeschi, 1968; Allavena, 1962).

È doveroso ricordare anche il concomitante grande impegno della ricerca a livello mondiale, ma soprattutto in Germania (Bredeman, von Sengbush), in Francia (Nicot, Arnoux), in Ungheria (Bocsa), in Russia (Davidjan) e in Italia (Mancini, Barbieri, Allavena, Sacchetti, Stefanelli).

I risultati delle ricerche furono notevoli, ma in pratica non servirono a salvare la canapa. Ne seguirono 20 anni di silenzio e disinteresse quasi totale.

Va ricordato anche che, a livello mondiale, una delle cause minori del declino della coltivazione durante il XX secolo è stata la presenza di componenti psicotropi (Bredemann et al., 1957; Dempsey, 1975). Questo aspetto sarà in seguito la causa prima del rallentamento nella reintroduzione della coltivazione da fibra in Europa e negli Stati Uniti. In Italia l'applicazione della legge n. 685 del 22 dicembre 1975, che con l'art. 26 costituì forse il principale impedimento al rilancio della canapa (Venturi, 1977; Rivoira et al., 1984).

Negli altri Paesi europei la canapa ha subito vicende analoghe a quelle italiane con periodi di forte interesse, soprattutto in concomitanza con eventi bellici, per poi subire una rapida decadenza.

Questo breve excursus storico ci permette di richiamare l'attenzione su due degli aspetti ricordati: il primo è la proibizione bolognese di vendere all'estero materia prima non lavorata con l'obiettivo di mantenere in casa il valore aggiunto; il secondo la considerazione di Filippo Re sull'avvicendamento canapa-frumento, che sottolinea l'effetto positivo della canapa sulle colture in successione, cioè in senso lato sull'ambiente. Questi sono aspetti ancora attuali e di grande rilievo.

Veniamo ai giorni nostri.

All'inizio degli anni novanta si verifica un risveglio per la concomitanza di molteplici fattori sia a livello generale sia specifico. Va innanzitutto ricordato che il grande sviluppo di materiali sintetici nel XX secolo, favorito da disponibilità e domanda, ha portato a un progressivo peggioramento delle condizioni ambientali in tutti i paesi industrializzati. Ne è seguita la nascita di una coscienza ecologica che ha gradualmente influenzato l'opinione pubblica verso il

ritorno di prodotti derivanti dall'agricoltura considerati più amici dell'ambiente.

In quest'ottica si ha il rilancio delle piante da fibra, legato non solo agli usi del passato, ma anche a molti altri prima impensabili, anche in combinazione con materiali sintetici.

Movimenti di pensiero di tipo ecologico e ambientalista individuano nei derivati della canapa una stretta connessione con un passato legato alla natura, fino a fare della canapa una bandiera. Come conseguenza si sviluppa un aggressivo impatto commerciale anche dovuto all'ambiguo rapporto con l'utilizzazione di marijuana e hashish (Karus e Leson, 1995; Dammer, 1997).

Nello stesso periodo si ha un cambiamento della politica agricola comunitaria imposto dalle eccedenze delle produzioni tradizionali. Fra i diversi meccanismi messi in atto vi sono anche quelli volti a favorire lo sviluppo di colture non food fra le quali quelle da fibra e quindi anche la canapa. Ne sono seguite diverse iniziative di ricerca e di sviluppo delle quali alcune realizzate in Europa sono sintetizzate nel seguente riquadro:

- |      |                                                                                                                                                             |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1990 | Hemp research programme (Olanda) – Destinazione cartaria                                                                                                    |
| 1991 | Progetto CITECA(CNR) – Destinazione tessile e cartaria                                                                                                      |
| 1992 | Progetto PRiSCA (MiPAF): «La canapa incontra notevoli difficoltà per la presenza di cannabinoidi che fanno considerare la pianta da droga anziché da fibra» |
| 1995 | Progetto canapa (MiPAF) – Destinazione multiuso                                                                                                             |
| 1996 | Project HEMP for EUROPE (UE) – Destinazione multiuso                                                                                                        |
| 1997 | Nasce ASSOCANAPA                                                                                                                                            |
| 1998 | Circolare Ministeriale n. 734 del 2/12/ 1997 (G. U. n. 62 del 16/3/1998) permette la coltivazione di 1000 ettari                                            |
| 1999 | Progetto Canapa (MiPAF) – Destinazione tessile/multiuso                                                                                                     |
| 1999 | Progetto HARMONIA(UE) - Destinazione multiuso                                                                                                               |
| 2000 | Nasce Consorzio Canapa Italia                                                                                                                               |
| 2002 | Project HEMP-SYS (UE) - Destinazione tessile                                                                                                                |
| 2002 | Progetto TOSCANAPA (Regione Toscana) (macerazione - tessile)                                                                                                |

È sintomatica la frase estratta dalla presentazione del Progetto PRiSCA (Venturi et al., 1992), destinato allo studio di colture alternative non alimentari: nonostante le potenzialità d'uso, il destino di questa coltura rimaneva legato a una legislazione restrittiva che ne limitava anche l'interesse scientifico.

Questa la situazione fino al 1995, quando un crescente interesse (Venturi, G., 1996; Venturi e Amaducci, 1999; Ranalli e Casarini,

1997), anche di realtà imprenditoriali, ha portato al fiorire di varie attività sperimentali. Finalmente la Circolare Ministeriale n. 734 del 2 XII 1997 ha sancito la fine di una proibizione alla coltivazione che di fatto limitava fortemente l'interesse industriale nei confronti della canapa.

Le attività di ricerca si sono inizialmente concentrate sulla destinazione cartaria, e sulla possibilità di utilizzare la canapa in molteplici applicazioni. Il progetto HEMP for Europe (Cromack et al., 1997; Amaducci S. e Venturi, 1998), finanziato dalla UE si è interessato ad esempio, sia a colture da raccogliere alla fioritura, e quindi solo da fibra, sia a colture a duplice attitudine cioè con produzione di fibra e di seme.

Recentemente i progetti di ricerca (Hemp Sys della UE (Amaducci e Venturi 2003), Progetto Canapa del MiPA (Ranalli 2001) e TOSCANAPA (Tofani, 2003) della Regione Toscana sono prevalentemente indirizzati alle applicazioni tessili, che attualmente sembrano garantire il maggior valore aggiunto alla fibra. Anche i settori cartario, della produzione di pannelli, della bioedilizia, dell'automobile, dei tessuti non tessuti, delle lettieri, degli usi alimentari, medicinali e cosmetici di componenti del seme continuano tuttavia a dimostrare interesse per il prodotto ottenuto dalla canapa.

A livello europeo, nello stesso periodo si è avuto un notevole incremento delle superfici coltivate a canapa, fino a un massimo di oltre 40.000 ettari nel 1998 dovuto al forte incremento delle superfici in Spagna che nello stesso anno ha coltivato 16507 ha (Chorchs e Lloveras, 2003). Il decremento degli anni successivi è imputabile alla riduzione dei contributi comunitari (fig. 8).

Questo andamento è da attribuire al grande interesse ed entusiasmo che ha portato molti a investire sulla coltura senza che fossero stati risolti i numerosi problemi che caratterizzano le filiere agroindustriali che la coinvolgono, problemi che ne stanno tuttora rallentando la reintroduzione in Europa e soprattutto in Italia.

### 3. ATTUALITÀ E PROSPETTIVE

La coltura della canapa deve essere inquadrata in un sistema di mercato che comporta sia una concorrenza del prodotto con altri di di-

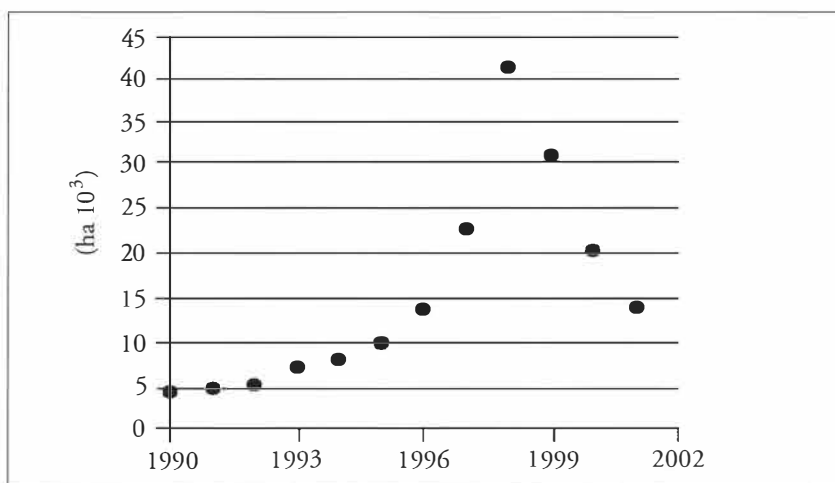


Fig. 8 Superficie coltivata a canapa nella Unione Europea

versa origine (vegetale o sintetica) sia una concorrenza della coltura con quelle che sono o possono essere effettuate nei possibili areali di coltivazione. A questo proposito la canapa, come tutte le colture da fibra, si colloca in una posizione intermedia fra le grandi colture, in grado di raggiungere rese molto elevate che però spuntano prezzi comparativamente bassi, e quelle di nicchia le cui rese ettariali sono normalmente basse, ma che possono entrare nel mercato a prezzi molto elevati.

Questa caratteristica delle colture da fibra e perciò della canapa, se ben giocata, può rappresentare un fattore di vantaggio nella competizione con altre colture (fig. 9).

Infatti, anche considerando il solo stelo, la molteplicità delle caratteristiche della materia prima e delle destinazioni d'uso consente, a seconda dei casi, scelte in grado di massimizzare il reddito in funzione del rapporto ottimale fra valore aggiunto e livello produttivo (fig. 10). Possono infatti essere avviate filiere che utilizzano la materia prima per destinazioni di diverso livello in funzione delle caratteristiche qualitative.

Per la canapa le possibilità di scelta sono particolarmente ampie.

Va tuttavia sottolineato che lungo la filiera il valore aggiunto cresce in modo tendenzialmente esponenziale al progredire delle successive fasi di lavorazione (fig. 11).

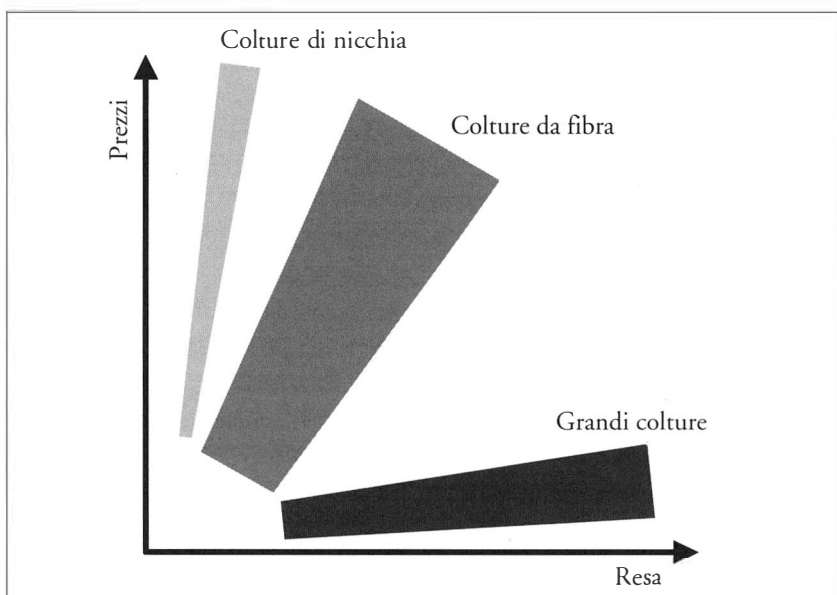


Fig. 9 Il rapporto tra prezzo e resa di diversi gruppi di colture

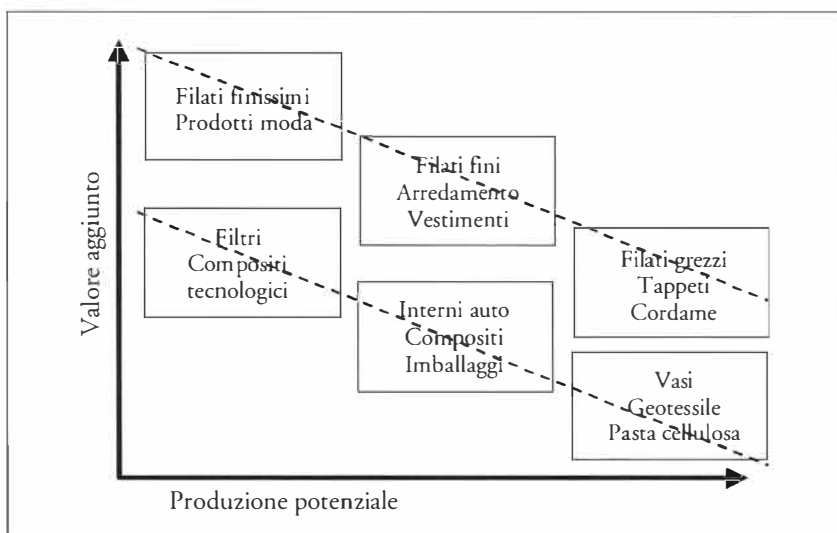


Fig. 10 Il rapporto tra valore aggiunto e resa in colture da fibra



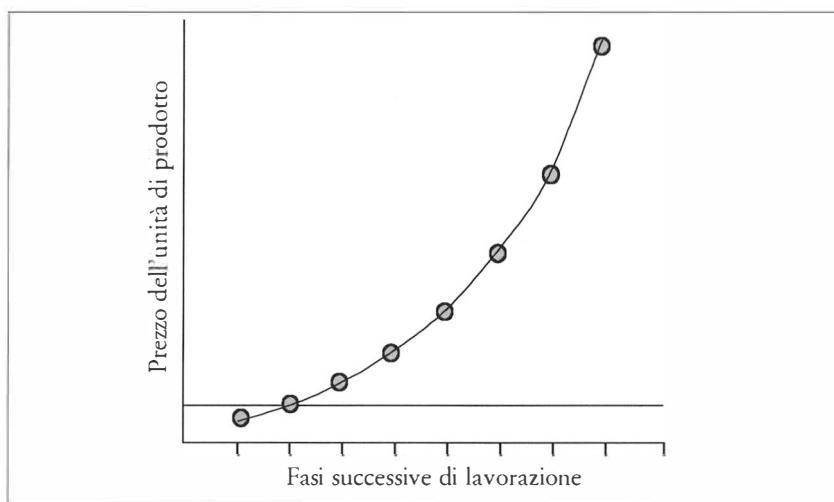


Fig. 11 *La formazione del valore aggiunto lungo la filiera*

Ciò significa che per il produttore agricolo la quota di competenza del prezzo finale dell'unità di prodotto è normalmente molto bassa. La possibilità di integrare il reddito agricolo con contributi pubblici al fine di raggiungere almeno il limite di parità economica (linea tratteggiata nella figura 11), ha attualmente poche possibilità di attuazione e sarebbe comunque un'opzione errata. Sembra infatti preferibile basare la filiera produttiva su una duratura sostenibilità economica di tutte le diverse fasi. L'attiva partecipazione della componente agricola alle prime fasi di lavorazione post-raccolta rappresenta un'utile opzione per una migliore ripartizione del valore aggiunto lungo tutta la filiera. Quanto imposto con i decreti protezionisti di fine 1300 può oggi essere applicato in modo volontario con compartecipazione e integrazione della fase agricola e di quella industriale per la realizzazione del comune obiettivo.

Per l'attuazione della filiera è tuttavia necessario superare almeno i principali colli di bottiglia relativi a tutte le fasi (produzione, prima lavorazione e trasformazione industriale), per arrivare fino a promozione e sviluppo del prodotto finito, ovviamente sostenendo l'intera filiera con adeguata legislazione e regolamentazione nazionale e comunitaria.

È necessario innanzitutto approfondire diverse conoscenze in base

<b>Genotipo</b> Cultivar monoiche o dioiche Lunghezza del ciclo colturale Caratteristiche qualitative Contenuto in THC Disponibilità di seme del tipo prescelto Produzione del seme	<b>Macerazione</b> Steli interi Corteccia Pretrattamenti Microrganismi pH Tempi Temperature Caratteristiche materiale di partenza Interazioni
<b>Fitotecnica</b> Densità di investimento Epoca di semina Epoca di raccolta Interazioni fra i fattori	<b>Raccolta</b> Epoca Modalità Separazione delle fibre da steli freschi, o essiccati Separazione delle fibre prima o dopo la macerazione

Tab. 2 *Principali problematiche da risolvere nelle fasi di produzione agricola e prima trasformazione*

alle quali poter operare scelte oculate e risolvere i diversi problemi relativamente a genotipo, fitotecnica, raccolta, macerazione (tab. 2).

Nella fase agricola di produzione, è necessario disporre di genotipi adatti ai possibili areali di diffusione e adeguare la fitotecnica, nell'ambito di un'agricoltura sostenibile, per ottenere un prodotto con le caratteristiche richieste dalle differenti possibili destinazioni d'uso.

Il problema della *scelta varietale* mostra notevoli sfaccettature. In primo luogo l'impiego di tipi monoici o dioici condiziona l'intera strategia di produzione. Come noto i tipi dioici, tradizionalmente coltivati in Italia, presentano piante maschili e piante femminili; nelle monoiche entrambi i sessi sono presenti sulla stessa pianta e, a seconda della prevalenza dell'uno o dell'altro, le piante sono considerate mascolinizanti o femminilizzanti.

Nelle dioiche la fioritura e la maturazione delle piante maschili precede, di una quindicina di giorni, quella delle femminili. A fioritura ultimata le piante maschili si disseccano mentre quelle femminili, fecondate, sopravvivono per portare il seme a maturazione.

L'inizio della fioritura rappresenta un momento fondamentale per la coltura della canapa e in base a esso viene stabilito il momento ottimale per realizzare la raccolta (Bocsa e Karus, 1997). Tradizionalmente i genotipi dioici venivano raccolti alla piena fioritura delle piante maschili, quando massima risultava la produzione di taglio e prima che le stesse, seccandosi, compromettessero l'omoge-

neità della coltura. Recenti lavori sperimentali che hanno studiato l'evoluzione nel tempo di alcuni parametri qualitativi della fibra di canapa, hanno confermato che la massima produzione di steli, tiglio e fibra si raggiunge con la fioritura maschile (Mediavilla et al., 2000); successivamente si hanno modifiche alla composizione chimica delle fibre, come accumulo di lignina, generalmente considerate negative per la qualità della fibra stessa. Ciononostante analisi condotte nell'ambito delle stesse sperimentazioni hanno rilevato come raccogliendo gli steli a maturazione del seme non varia la resistenza tessile delle fibre mentre migliora la decorticabilità dello stelo secco non macerato (Keller et al., 2000). Rimane dunque aperta la discussione in merito all'epoca ottimale per realizzare la raccolta degli steli anche se è importante ricordare che il concetto di qualità deve essere relativizzato in primis alla destinazione d'uso della fibra, ma anche alle modalità con cui la fibra verrà estratta. Non è infatti da escludere un'interazione tra le caratteristiche della fibra, come conseguenza dell'epoca di raccolta, e le modalità di estrazione (macerazione e poi decorticazione o viceversa).

Il discorso cambia per le varietà monoiche dalle quali si ottengono contemporaneamente le produzioni di fibra e di seme. Uno dei motivi della selezione di genotipi monoici è stata infatti l'esigenza di ottenere produzioni di seme, anche da riproduzione, a basso costo. Le varietà monoiche mediamente producono più seme delle dioiche, nelle quali le piante maschili sono quasi il 50%. Inoltre nelle dioiche alla maturazione del seme le piante maschili completamente disseccate spesso disturbano le operazioni di raccolta meccanica e comunque riducono l'omogeneità delle caratteristiche qualitative (Beherec, Federation Nationale Producteurs de Chanvre, comunicazione personale). La raccolta alla maturazione del seme comporta tuttavia, anche per le monoiche, un peggioramento della qualità della fibra, almeno per la destinazione tessile; di conseguenza gli steli delle varietà monoiche francesi vengono prevalentemente impiegati per la produzione di carta o nella bioedilizia.

Nelle dioiche si hanno minori costi per il mantenimento in purezza dei genotipi, mentre nelle monoiche sono necessarie laboriose demasculazioni manuali perché la monoecia non regredisca verso la naturale dioecia. Allavena (1964) aveva inoltre osservato come la produzione di seme nelle monoiche non è doppia rispetto alle

dioiche e che le monoiche essendo geneticamente instabili sono più complicate da modificare geneticamente.

Relativamente alla produzione di steli e fibra le varietà monoiche, costituite in Francia a partire da metà degli anni '50, nelle prove varietali italiane non hanno quasi mai superato le dioiche (Kollar, 1966; Venturi, 1967; Amaducci, 1969; Venturi, 1970; Di Candilo et al., 2002) mostrando a volte incostanza del livello produttivo (Venturi, 1969 b). La causa principale della minor produttività delle varietà monoiche francesi è tuttavia da attribuire alla loro maggiore precocità. Essendo state selezionate per ambienti più settentrionali, rispetto a quelli italiani, tendono infatti ad anticipare la fioritura accorciando la fase di intenso accrescimento. Si può infatti trovare una relazione stretta fra lunghezza del ciclo vegetativo e produzione di steli (Amaducci et al., 1998). Il problema dell'impiego di genotipi stranieri, non adatti alle condizioni di coltivazione nazionale, era già ben conosciuto anche nel passato (Crescini, 1930; 1940; Lona, 1953). Si può ricordare ad esempio il 1952 anno in cui la disponibilità di semente di origine italiana non riuscì a coprire la domanda degli agricoltori che si dovettero approvvigionare all'estero con il risultato di ottenere una produzione molto scarsa in conseguenza a una eccezionale «prefioritura» (Barbieri, 1952).

Attualmente si dispone di quantitativi di seme rilevanti solo delle monoiche francesi poiché la F.N.P.C. ha continuato l'attività sementiera, contrariamente a quanto avvenuto in Italia. Questo ovviamente rappresenta un duplice svantaggio per i coltivatori di canapa italiani che si vedono costretti ad approvvigionarsi di sementi estere, spesso poco adatte alle nostre condizioni fotoperiodiche.

Altro criterio di scelta varietale è basato sulla qualità della fibra. A questo riguardo dovrebbero essere condotti esperimenti comparativi, tra diversi genotipi, in cui la valutazione qualitativa sia fatta in funzione della destinazione d'uso della fibra. Le ricerche condotte nel passato (Ferri, 1964) si riferiscono infatti a varietà ormai scomparse o non disponibili commercialmente. Va comunque evidenziato che il concetto di qualità si è notevolmente evoluto. Senza arrivare alla definizione «qualità è ciò che il consumatore preferisce», va ricordato che la valutazione deve sempre essere basata sui requisiti richiesti dall'utilizzatore della materia prima.

Un altro settore relativamente esplorato, anche per quanto ri-

guarda la scelta varietale, è la destinazione alternativa alla produzione di fibra. In particolare si può ricordare la coltivazione di canapa da seme per l'estrazione dell'olio che ha proprietà interessanti per l'impiego alimentare e non. Il seme di canapa contiene infatti 20-25% di proteine, 20-30% di carboidrati, 25-35 % di olio e 10-15% di fibre (Deferne e Pate, 1996; Pate, 1999). L'olio polinsaturo è stato utilizzato per la produzione di inchiostro, per trattare il legno e nel settore della detergenza e dei saponi. Per la composizione bilanciata in acido linoleico e linolenico è adatto all'alimentazione umana; la presenza di acido  $\gamma$ -linolenico ne fa un ingrediente ottimale per la produzione di creme per la pelle (Rausch, 1995). Al momento la convenienza economica di produrre e trasformare semi di canapa per i summenzionati scopi è tuttavia più legata ai processi di estrazione (Oomah et al., 2002) che ad attività di caratterizzazione e miglioramento di genotipi esistenti.

Indipendentemente da qualsiasi altro criterio, la scelta varietale è limitata alle cultivar iscritte al registro europeo delle varietà che comprende solo genotipi con contenuto in THC inferiore allo 0,2%. Va però ricordato che un elevato contenuto in THC può essere ricercato anche per usi terapeutici.

Strettamente legata alla disponibilità di seme sono i problemi della sua produzione. Quelli più difficili riguardano la raccolta, che da tempo si tenta di meccanizzare (Venturi, 1970c; De Zanche et al., 2002), anche cercando di ridurre con idonee tecniche agronomiche (Venturi, 1965, 1971; Di Candilo et al., 2002) la forte variabilità individuale relativa soprattutto all'altezza delle infiorescenze.

Per la produzione di seme, a causa delle esiguità delle superfici, attuale e a breve medio termine, manca del tutto l'interesse delle Società Sementiere. Un loro impegno potrebbe derivare solo da una reale garanzia di rilancio della coltura.

Per quanto riguarda le *fitotecniche*, gli aspetti per i quali le conoscenze non sono esaurienti sono densità d'investimento, epoca di raccolta e, in minor misura, epoca di semina, fattori che debbono essere considerati singolarmente e nelle interazioni sia fra loro, sia con il genotipo.

Per quanto riguarda la densità di semina, numerosi risultati sperimentali hanno confermato che la coltura di canapa, grazie alla

propria plasticità, produce quantitativi di biomassa non diversi al variare della fittezza di semina da un minimo di 30 semi fino a valori anche dieci volte superiori (Van Der Schaff, 1966; Marras e Spanu, 1981; Venturi e Amaducci, 1997; Venturi e Amaducci 1999; Amaducci et al., 2002 a). In alcuni casi si è evidenziata una leggera tendenza delle colture più rade a superare quelle più fitte, fenomeno che sembra legato alla mortalità nelle ultime fasi di sviluppo, più intensa alle densità maggiori (Van der Werf et al., 1995; Di Candilo et al., 1996; Struik et al., 2000; Amaducci et al., 2002 a). Generalmente le colture più rade sono più lente a chiudere l'interfila e tendono ad avere un apparato fogliare plagiotropo, mentre le colture più fitte chiudono velocemente l'interfila e instaurano rapidamente una competizione intraspecifica per la luce che comporta un rapido allungamento degli internodi (Meijer et al., 1995; Amaducci e Stutterheim, 1999; Amaducci et al., 2002 b). Evidentemente se la produzione di biomassa non cambia, le caratteristiche morfologiche della pianta e le componenti qualitative che la caratterizzano cambiano notevolmente; in particolare la quantità e la qualità della fibra primaria tendono ad aumentare al crescere della densità (Venturi e Amaducci 1997, 1999; Amaducci et al., 2002 b).

La scelta della densità di investimento ha dunque notevoli ripercussioni sulle caratteristiche della coltura e influenza la produzione di fibra sia in termini quantitativi che qualitativi, ma anche la produzione di seme o di altri componenti della pianta come i cannabinoidi.

La densità di investimento ottimale risulta quindi variabile a seconda della destinazione d'uso della coltura: per la produzione di cannabinoidi, una densità di 10 piante  $m^{-2}$  è stimata economicamente come la più vantaggiosa (Rosenthal, 1987); per la produzione di seme la densità ottimale varia dalle 30 alle 75 piante  $m^{-2}$  (Venturi, 1965; Hennink et al., 1994; Van der Werf, 1994); per la produzione di fibra le densità consigliate sono molto variabili, da 50 a 750 piante  $m^{-2}$  come riportato da Dempsey (1975); 250-350 piante per  $m^2$  per fini tessili (Starcevic, 1996); circa 90 piante per  $m^2$  per l'industria cartaria (Martinov et al., 1996); negli ambienti italiani si ritiene che 90-100 piante  $m^{-2}$  siano l'investimento ottimale per un buon compromesso tra quantità e qualità della fibra prodotta (Bruna, 1955; Castellini, 1962; Venturi, 1967; Venturi e Amaducci, 1999).

Recentemente si è assistito alla realizzazione di una tecnica di col-

tivazione della canapa denominata *baby hemp*. Vengono utilizzate varietà precoci coltivate ad altissima fittezza (fino a 100 kg di semente per ha) e raccolte precocemente (ad altezza non superiore ai 140 cm) adottando tecnica e meccanizzazione usate per il lino. La coltura viene trattata con un dissecante (glifosate) sia per arrestare accrescimento e sviluppo delle piante, sia per favorire la raccolta, ma anche per facilitare l'instaurarsi di un processo di parziale separazione delle fibre all'interno dello stelo, come è stato sperimentato su lino (Goodman et al., 2002). Per questa tecnica sono ben note le indicazioni di carattere generale, ma la ricerca per una migliore messa a punto è ancora carente. Non si sa infatti quali sono i valori ottimali di fittezza in relazione alle varietà, al livello di accrescimento scelto per la raccolta e in minor misura all'epoca di semina. Non è nota la risposta di varietà dioiche alla combinazione dei suddetti fattori. Va ricordato che, in funzione dell'elevato costo delle sementi, la scelta della fittezza dell'impianto deve essere stimata non solo sulla base di considerazioni tecniche, ma anche di ordine economico. Queste ultime devono essere estese anche alla riduzione della produzione conseguente a una precoce interruzione della coltura.

Relativamente alla qualità della fibra ottenuta con la sopra citata tecnica si hanno pochissime informazioni. In una recente conferenza internazionale è stato dichiarato che la fibra derivante dalla lavorazione del prodotto di queste colture è di qualità scarsa a causa della variabilità conseguente alla immaturità della pianta e al processo di macerazione impiegato. Inoltre, essendo la produzione inferiore del 30-50% rispetto a colture tradizionali e i costi di impianto superiori, si conclude che questa modalità produttiva è possibile solo se la moda richiede questi filati seppur a prezzi elevatissimi (Liberalato, 2003). L'utilizzo di prodotti chimici per disseccare e defogliare la coltura era stato comunque già sperimentato nel passato per facilitare le operazioni di raccolta (Venturi, 1970b). Il declassamento della qualità della fibra in seguito ai suddetti trattamenti ne sconsigliava però l'uso su colture destinate a impiego tessile (Tedeschi, 1967).

Altre fitotecniche sono mediamente meno influenti su quantità e qualità delle produzioni. Ad esempio negli ambienti del Nord Italia non è generalmente necessario, e mai economico, ricorrere all'irrigazione, pratica che invece va presa in considerazione come im-

portante fattore della produzione nel Sud (Basso e Ruggiero, 1976; Rivoira e Marras, 1975, 1976a, 1976b; Di Bari et al., 2002). Relativamente alla fertilizzazione numerose sono le sperimentazioni realizzate in ambienti e condizioni contrastanti (Marras e Spanu, 1981; Van der Werf et al., 1995; Di Candilo et al., 1996; Venturi e Amaducci, 1997; Amaducci et al., 2002). È interessante ricordare come all'aumentare della dose di fertilizzante azotato o di concimazione organica tende ad aumentare la mortalità e l'aumento produttivo, se manifestato, è dovuto all'ingrossamento delle piante residue (Jannacone, 1938, 1941, 1951). Molto difficile è la valutazione dell'effetto che la fertilizzazione ha sulla qualità della fibra, essendo questa influenzata da una moltitudine di fattori (Crescini, 1940; Jannacone, 1951).

Tutti gli aspetti agronomici suddetti devono essere considerati anche in relazione alle modalità di raccolta, di separazione della fibra dal canapulo e di macerazione.

Per quanto riguarda la *raccolta*, oltre ai problemi dell'epoca, vanno studiate le modalità, argomento più volte affrontato sia in passato (Ferri e Venturi, 1967; Venturi, 1967; Venturi, 1968; Venturi, 1969; Venturi 1970 b, d, e; Bentini et al. 20002), sia recentemente (Kasper et al., 1998; Assuelli et al., 1999; Venturi e Bentini, 2001; Venturi e Pari, 2001) concentrando l'attenzione sugli effetti su qualità della fibra. Infatti le operazioni di raccolta, e principalmente quelle di prima trasformazione, possono influire sulla produzione di fibra in termini quantitativi, per l'efficienza di estrazione, e in termini qualitativi per entità dei danni fisici sulle fibre provocati dagli organi meccanici. Un aspetto importante e innovativo è la possibilità di aumentare l'omogeneità del prodotto adottando metodi di raccolta che consentano di separare porzioni della pianta con differenti caratteristiche qualitative. Si ricordi a questo proposito quanto detto precedentemente sulla variabilità verticale della fibra nello stelo.

In relazione a quanto suddetto, per la destinazione tessile si prospettano, a confronto con le tecniche tradizionali, due nuove possibilità: 1) raccolta di piante immature, coltivate ad alta densità, utilizzando le macchine messe a punto per il lino; 2) raccolta di piante a sviluppo completo con macchine in grado di dividere lo stelo in segmenti di circa 1 m e di lasciare tali segmenti in andana sul terreno. In entrambi i casi per le fasi successive di rivoltamento delle



andane, rotoimballatura e successiva separazione della fibra possono essere utilizzate le macchine da lino. Sia per le tecniche tradizionali che per le innovative è necessario comunque mantenere gli steli paralleli in tutte le fasi.

Ulteriore opzione è la mietistigliatura che prevede il taglio dello stelo e l'immediata separazione della corteccia dal canapulo. Questa operazione potrebbe essere effettuata da cantieri separati, cioè falciatrice che lascia gli steli in andana seguita da strigliatrice che li raccoglie e stiglia, o da una macchina in grado di effettuare simultaneamente entrambe le operazioni. La stigliatura della canapa verde, cioè non macerata, non è una pratica innovativa, veniva già effettuata nel 1870 (Peglion, 1937), però era riservata a steli danneggiati da vento e grandine perciò di per sé in grado di fornire solo fibra qualitativamente scadente.

L'ultimo aspetto della fase preindustriale riguarda la *macerazione*. La prima scelta di base è se effettuare l'operazione sugli steli oppure sulla corteccia separata meccanicamente dal canapulo. In entrambi i casi è necessario mettere a punto le metodologie sia per gli aspetti operativi e logistici sia per l'individuazione delle combinazioni ottimali fra microrganismi responsabili, pH, tempi, e temperature di macerazione, eventuali pretrattamenti, sempre in funzione del materiale da trattare. La macerazione della fibra può essere attuata anche con enzimi o per via chimica. Quest'ultima metodologia sembra da rifiutare per motivi di ordine ambientale e per la conseguente impossibilità di ottenere una certificazione di processo quale l'ECOLABEL o 100 OEKO TEX, che può garantire visibilità e valore aggiunto alla fibra nelle diverse fasi della sua trasformazione in prodotto finito.

Fino a che non saranno stati superati i colli di bottiglia sopra accennati, singolarmente o meglio nel loro insieme, si avrà carenza di fibra di qualità omogenea in quantità costante e quindi la filiera potrà incontrare difficoltà, non solo in fase di avvio.

Problemi irrisolti o necessità di ottimizzare i processi si hanno ovviamente anche nelle successive fasi industriali di filatura e tessitura. Tali processi potranno essere migliorati in funzione della materia prima disponibile. È comunque altrettanto importante che l'industria faccia conoscere, all'anello agricolo della filiera, le pro-

prie esigenze relativamente alle caratteristiche richieste al prodotto.

Nell'ottica generale di filiera sarà opportuno valutare se è più facile e meno costoso modificare le caratteristiche della materia prima, attraverso fitotecniche e prime lavorazioni, oppure modificare il processo industriale di filatura e tessitura in funzione del prodotto agricolo disponibile. Poiché la canapa attualmente nell'ambito del mercato tessile rappresenta circa la centesima parte di quello del lino e quest'ultimo il 1-2% di quello del cotone, è facilmente prevedibile la esigua probabilità di modifiche nelle fasi industriali. Ne consegue l'importanza di approfondire le ricerche per una migliore messa a punto della fase agricola.

Infine va ricordato che il successo della filiera è legato alla possibilità di sviluppare nuove destinazioni d'uso e nuove idee (ad es. nel campo del design), e curarne la promozione sui mercati.

Come ultimo aspetto va sottolineato che per la canapa, come per tutte le coltivazioni non food, l'avvio della filiera risulta sempre lento e difficile per la obiettiva difficoltà prima di stabilire contatti e poi di raggiungere intese fra i diversi anelli della catena. Questo aspetto negativo può condizionare non solo l'avvio, ma anche il successivo funzionamento della filiera.

Nel processo produttivo infatti ogni componente deve conoscere da un lato le esigenze delle fasi che seguono e dall'altro le possibilità di risposta degli attori delle fasi precedenti.

Solo in tal modo la filiera può funzionare con successo assicurando a ciascuna componente un reddito soddisfacente.

### *Le iniziative di ricerca e sviluppo*

Il rinnovato interesse per la canapa ha favorito numerose iniziative imprenditoriali in diverse aree del Paese; per l'entità delle superfici coltivate possono essere ricordate una società (Gallusi) e un Consorzio (Canapaitalia) che fanno contratti con gli agricoltori, una per utilizzare il prodotto per la fabbricazione di pannelli e l'altra per destinarlo al settore tessile e cartario. Complessivamente le superfici interessate nel 2003 in Italia dovrebbero aver avvicinato 1.000 ettari.

Così come quelle di tipo operativo, anche le iniziative di ricerca e sperimentazione hanno coinvolto Istituzioni pubbliche e Gruppi

privati operanti a diverso livello. Gli obiettivi sono stati diversificati e hanno riguardato la fase agricola e quella di trasformazione con destinazione tessile, cartaria, della componentistica per auto e della bioedilizia.

Relativamente alla ricerca, vanno ricordati progetti come quelli promossi dal MiPAF, coordinati entrambi dall'ISCI iniziati nel 1995 il primo (Ranalli e Casarini, 1997) e nel 1999 il secondo (Ranalli 2002), e i due della UE: uno (1996) Hemp for Europe (Cromack et al., 1997, Amaducci e Venturi, 1998) e l'altro (2002) Hemp Sys (Amaducci e Venturi, 2003), quest'ultimo coordinato dal DiSTA.

Si ritiene utile illustrare gli obiettivi e la struttura di questo Progetto che si limita a considerare una filiera, quella tessile, e può essere ritenuto un esempio di approccio coordinato di ricerca e sviluppo.

Principali obiettivi del Progetto UE: Design, Development and Up-Scaling of a Sustainable Production System for HEMP Textiles: an Integrated Quality SYStems Approach (HEMP SYS).

- 1) sviluppare un sistema produttivo ecologicamente sostenibile per la produzione di tessuti di canapa di elevata qualità;
- 2) mettere a punto un sistema integrato di controllo della qualità su steli, fibre grezze e trasformate, filati e tessuti secondo i criteri del *eco-label*;
- 3) valutare in modo esaustivo il mercato europeo e internazionale della canapa, le preferenze dei consumatori, i costi di produzione e i ricavi a livello europeo;
- 4) diffondere le informazioni raccolte utilizzando i metodi moderni forniti dalla tecnologia dell'informazione.

HEMP SYS si interessa alla realizzazione e sviluppo di una filiera competitiva e sostenibile per canapa tessile in Europa. In Europa esiste infatti una forte competenza nella produzione e lavorazione delle pregiate fibre liberiane per le quali c'è una crescente domanda di mercato. Perché venga realizzata una produzione di canapa tessile competitiva e sostenibile, in cui tutte le fasi di produzione abbiano luogo in Europa, devono essere tuttavia affrontati e risolti vari problemi di carattere tecnico.

In primis l'industria tessile necessita di un approvvigionamento sicuro e costante di materia prima (fibra lunga in mannelle o tops, o fibra corta) di qualità definita e omogenea. Poiché la qualità

è determinata sia da ambiente e tecniche di coltivazione sia dalle modalità del processo di trasformazione, il progetto si interessa alla studio dell'influenza dei principali fattori agroecologici e agronomici che influenzano la crescita della coltura, e alla valutazione dell'effetto di diversi processi di trasformazione. In particolare nel progetto vengono realizzate e valutate densità di impianto (da 120 a 360 piante  $\text{m}^{-2}$ ), genotipi monoici e dioici, epoche di raccolta e livelli di disponibilità idrica. Esperimenti fattoriali vengono realizzati in più ambienti (Sicilia, Emilia Romagna, Ungheria, Paesi Bassi, Finlandia), sia per studiare l'influenza di condizioni di crescita diversificate sulle caratteristiche produttive della canapa, sia per comprendere l'influenza di condizioni fotoperiodiche e termiche molto diverse sullo sviluppo della pianta. Tutte le informazioni raccolte durante le sperimentazioni sono elaborate e integrate per realizzare un modello di crescita della coltura in cui siano inclusi anche parametri importanti per la determinazione della qualità (altezza e diametro degli steli, percentuale di fibra primaria e secondaria, ripartizione della fibra lungo lo stelo e relativo grado di maturazione).

Piante ottenute adottando diverse combinazioni di fattori produttivi sono poi trasformate con lavorazioni differenti in modo da valutare l'effetto diretto di queste tecniche di trasformazione e la possibile interazione tra metodi di coltivazione e metodi di trasformazione. Ad esempio colture realizzate con tecniche diverse in più ambienti sono raccolte e poi stigliate con diversi sistemi (stigliatura tradizionale della pianta intera con impianti di origine russa e stigliatura di porzioni di stelo su impianti linieri di origine belga). La fibra ottenuta viene in seguito macerata per consentirne la successiva pettinatura. Di ogni fase del processo viene valutata la resa in fibra e l'effetto sulla qualità. Tutte le informazioni inizialmente raccolte in un database verranno poi integrate per realizzare un sistema esperto che permetterà di studiare l'effetto di scelte operate lungo tutta la filiera di produzione, (come densità di semina, epoca di semina e raccolta, località di coltivazione, metodologia di raccolta, stigliatura, macerazione, ecc.) sulla produzione di fibra sia in termini quantitativi che qualitativi.

Ogni fase della filiera sarà valutata oltre che da un punto di vista qualitativo anche da un punto di vista economico e di impatto

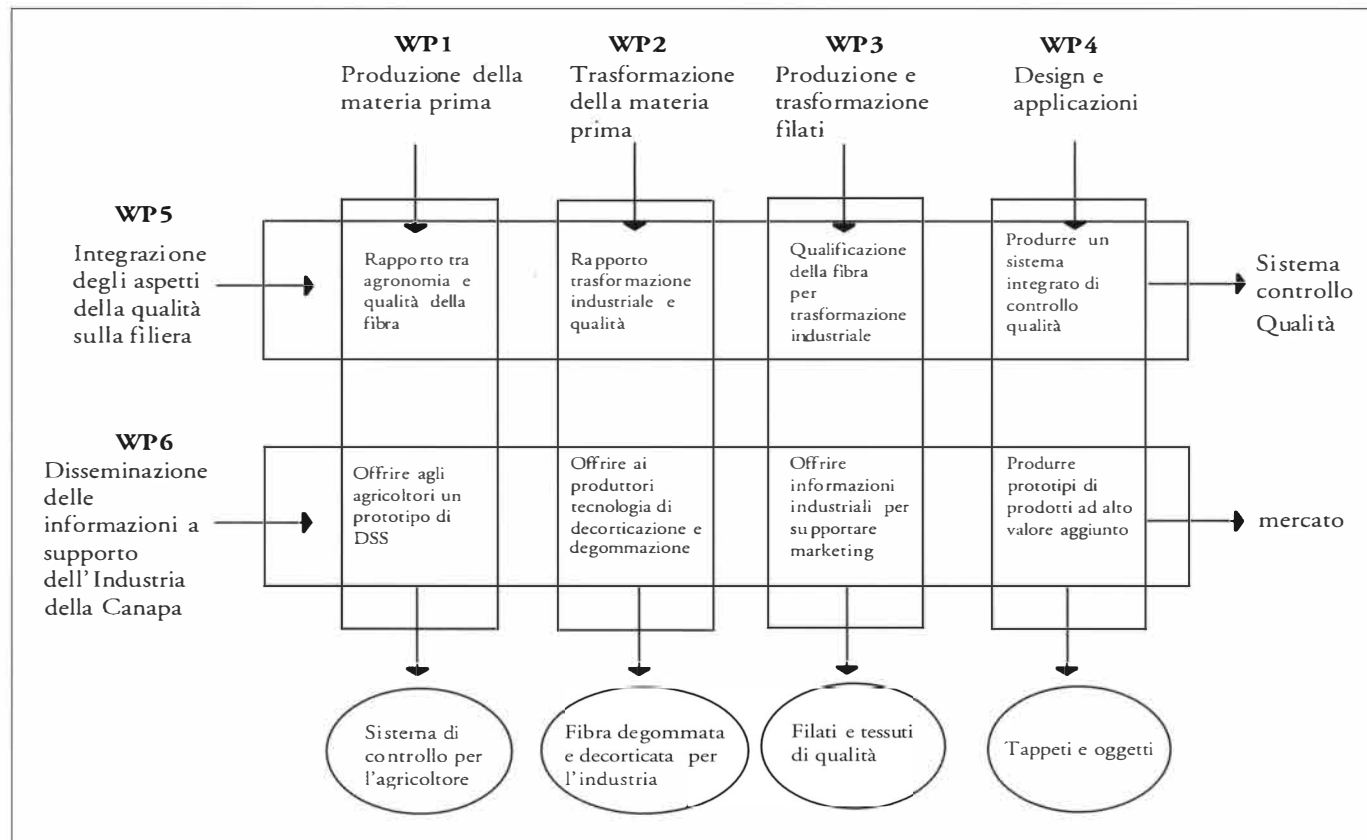


Fig. 12 Schema riassuntivo del progetto europeo HEMP-SYS come esempio di approccio integrato di filiera

ambientale. Per quest'ultimo scopo verrà realizzata una Life Cycle Analysis (LCA) del intero sistema e per diverse combinazioni di scelte operate durante il ciclo di produzione in modo da identificare l'itinerario tecnico più vantaggioso da un punto di vista ambientale.

Le attività di ricerca e sviluppo non saranno però limitate alla produzione di fibra, ma porteranno alla realizzazione di filati, tessuti e infine di una serie di prodotti finiti in cui possano trovare impiego le fibre di diversa qualità ottenute durante il progetto.

L'esigenza di integrare lungo tutta la filiera produttiva il concetto di qualità, nonché gli aspetti di ordine economico e ambientale, è soddisfatta dalla struttura a matrice con cui è stato disegnato il progetto. Come appare in figura 12 la filiera è stata suddivisa in 4 fasi (produzione primaria, estrazione e trasformazione della fibra, filatura e tessitura, realizzazione dei prodotti finiti) e le attività a esse relative sono state suddivise in 4 workpackages. L'integrazione tra queste diverse fasi è resa possibile dalla presenza di altri due workpackages orizzontali che si occupano rispettivamente della realizzazione di un sistema integrato di controllo della qualità (WP5) e della valutazione economica e di impatto ambientale della filiera (WP6). In quest'ultimo WP sono inoltre previste tutte le attività di disseminazione dei risultati che avverranno sia tramite la carta stampata che per mezzo del sito internet del progetto e durante convegni, fiere ed esposizioni internazionali.

La volontà di realizzare un progetto che si occupa della filiera completa e la struttura fortemente integrata con cui è stato disegnato, esprimono la convinzione che solamente attraverso un vero approccio di filiera si riesca a realizzare una produzione sostenibile. La collaborazione tra professionalità in campi differenti e provenienti da realtà internazionali molto diversificate per background tecnico, scientifico e più in generale culturale, sono la base su cui il progetto ha scommesso di costruire il futuro duraturo della canapa da fibra. I risultati ottenuti si auspica possano essere vantaggiosamente utilizzati per lo sviluppo della filiera canapa in una visione europea e non solo italiana. Anche le modalità coordinate di ricerca e sviluppo adottate dal Progetto, possono essere un utile esempio di come può essere effettuata la realizzazione di una filiera.

## CONCLUSIONI

Le conclusioni possono essere estremamente sintetiche.

La canapa è coltura antica che può ritornare a rivestire interesse ed essere convenientemente reintrodotta negli avvicendamenti.

Alcuni fatti degli ultimi anni sembrano favorire questo ritorno: a) la coscienza ecologica che si sta via via sviluppando fa apprezzare la canapa per le modalità di produzione (basso impatto) e per le caratteristiche del prodotto (sostituzione di materiali sintetici); b) il perdurante interesse del mondo agricolo verso colture alternative a quelle tradizionali, sempre meno redditizie, e in grado di contribuire a migliorare il bilancio globale dell'avvicendamento.

Le caratteristiche multiuso della coltura aprono prospettive per numerosi impieghi innovativi.

Perché l'attuale entusiasmo possa concretizzarsi e trasformarsi in successo è necessario che la filiera di produzione venga ridisegnata e sviluppata integrando le esigenze di tutti gli attori.

Una vera integrazione fra agricoltura e industria deve costituire la base per garantire qualità e quantità costanti.

Perché la filiera possa svilupparsi, parte del valore aggiunto deve essere spostato verso i produttori agricoli.

Se non si realizzano questi presupposti si rischia che, come già successo in passato (Venturi, 1974), agli entusiasmi subentri la delusione e che la canapa continui a rimanere una «coltura antica (solo vista, ma non realizzata) in una prospettiva moderna».

## BIBLIOGRAFIA

- ALLAVENA D. (1962): *Realizzazioni e mete della nuova canapicoltura Italiana*, «Italia Agricola», 9, pp. 1-17.
- ALLAVENA D. (1964): *Aspetti e problemi del miglioramento genetico della canapa monoica*, «Sementi elette», X, p. 1.

- AMADUCCI M.T. (1969): *Ricerche sulla tecnica colturale delle canape monoiche utilizzate per fabbricazione di carte pregiate*, «Sem. Elette», 3, pp. 166-179.
- AMADUCCI S. and STUTTERHEIM N.C. (1999): *The effect of light use on hemp (Cannabis sativa L.) growth*, Proceedings of the Workshop Alternative crops for sustainable agriculture, June 13-15 1999, Turku, Finland.
- AMADUCCI S., ERRANI M., VENTURI G. (1998): *Confronto tra genotipi monoici e dioici di canapa (Cannabis sativa, L.): risultati preliminari*, «L'informatore agrario», 26, pp. 39-42.
- AMADUCCI S., ERRANI M., VENTURI G. (1999): *Risposta all'epoca di raccolta di genotipi monoici e dioici di canapa*, 33° Convegno SIA, Padova, 20-23 settembre, pp. 159-160.
- AMADUCCI S., ERRANI M., VENTURI G. (1999): *Risposta della canapa alla densità di investimento e alla disponibilità di azoto*, 33° Convegno SIA, Padova, 20-23 settembre, pp. 157-158.
- AMADUCCI S., ERRANI M., VENTURI G. (2002a): *Response of hemp to plant population and nitrogen fertilisation*, «Italian Journal of Agronomy», 6, 2, pp. 103-111.
- AMADUCCI S., ERRANI M., VENTURI G. (2002b): *Plant population effects on fibre hemp morphology and production*, «Journal of industrial hemp», vol. 7 (2), pp. 33-60.
- AMADUCCI S., STUTTERHEIM N.C., STRUIK P.C., VENTURI G. (1999): *Prospettive e limiti della coltivazione della canapa (Cannabis sativa L.) in Europa*, 33° Convegno SIA, Padova, 20-23 settembre, pp. 161-162.
- AMADUCCI S., VENTURI G. (1998): *Il Progetto europeo sulla canapa*, «L'Informatore Agrario», speciale canapa da fibra, 26, pp. 32-33.
- AMADUCCI S., VENTURI G. (2003): *Hemp Sys: a sustainable production system for hemp textiles*, Proceedings of International South Europe Symposium "Non-food crops: from agriculture to industry", Bologna, 15-16 may.
- ANDERSON L.C. (1974): *A study of systematic wood anatomy in cannabis*, «Botanical museum leaflets», Harvard University, 24 (2), pp. 29-36.
- ANDERSON L.C. (1980): *Leaf variation among cannabis species from a controlled garden*, «Botanical museum leaflets», Harvard University 23 (9), pp. 325-336.
- ASH A. L. (1948): *Hemp-production and utilisation*, «Economic botany», 2, pp. 158-169.
- ASSIRELLI A., BENTINI M., PASINI P. (1999): *La raccolta della canapa da fibra*, «L'Inf. Agr.», 42, pp. 93-96.
- BACKE H. (1936): *Der Hanfanbau*, Parey verlag, berlin.
- BARANIECKI P. (1997): *Industrial plants in clean-up of heavy metal polluted soils*, Proceedings of the Bioresource hemp. Symposium 97, Frankfurt, pp. 277-283.
- BARBIERI R. (1952): *La "prefioritura" della canapa in Campania nell'annata 1952*, «Agricoltura Napoletana», 7-9.
- BARBIERI R., TEDESCHI P. (1968): *Eletta Campana e T4, nuove cultivar di canapa per l'ambiente Campano*. «Sementi elette», 6.
- BASSO F., RUGGIERO C. (1976): *Effetti dell'irrigazione e della concimazione fluida azotata sulla produzione di cultivar di canapa per utilizzazione cartaria*, «Industria della carta», 4, pp. 13-22.



- BENTINI M., PASINI P., VENTURI P. (2002): *Canapa da fibra tessile: aspetti della coltivazione a pieno campo e della raccolta tradizionale*, «Agricoltura Ricerca», 189, pp. 133-120.
- BIEWINGA E.E., VAN DER BIJL G. (1996): *Sustainability of energy crops in Europe*, Centre for Agriculture & Environment, CLM 234, Utrecht.
- BÖCSA I., KARUS M. (1998): *The cultivation of hemp: botany, varieties, cultivation and harvesting*, Hemptech, 176.
- BREDEMANN G., SCHWANITZ F., VON SENGBUSCH R. (1957): *Aufgaben und Möglichkeiten der modernen Hanfzucht mit besonderer Berücksichtigung des Problems der Zuchtung haschischarmer oder -freier Hanfsorten*, «Technical Bulletin», Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Hamburg-Volksdorf, 4, pp. 1-15.
- BRIOSI e TOGNINI (1894): *Intorno alla anatomia della canapa*, «Atti dell'Istituto Botanico di Pavia», ser. II, vol. IV, parte II, p. 16.
- BRUNA T. (1955): *Note pratiche a carattere dimostrativo*, in *Canapicoltura moderna*, CNPC. 151-198. Arti Grafiche Calderini - IX 1955 – Bologna.
- CASTELLINI L. (1962): *Hemp*, «Ciba Rev.», 5, pp. 2-32.
- CATLING D., GRAYSON J. (1982): *Identification of vegetable fibres*, Chapman and Hall, London, pp. 71-78.
- CIURLI A., ALPI A., PERATA P. (2002): *Impiego della canapa nella fitodepurazione da metalli pesanti*, «Agroindustria», I, 1, pp. 64-68.
- CNPC (1962): *La macerostigliatura della canapa*, «Italia Agricola», 8, pp. 5-15.
- CNPC (1969): *Situazione attuale della canapicoltura italiana*, IRVAM, Roma, novembre.
- CRESCINI F. (1930): *Intorno alla biologia fiorale della canapa (Cannabis sativa L.)*, «Annali di tecnica Agraria», anno III, fasc. II, pp. 166-172.
- CRESCINI F. (1940): *Elementi di canapicoltura*, «La canapa», anno VIII (1).
- CROMACK H.T.H., BRUCE D.M., DRACH V.V., HAGUE J., MARVIN H.J.P., VENTURI G., AMADUCCI S. ET AL. (1999): *The hemp for Europe - Manufacturing and production systems project, objectives and initial results*, ADAS, Starcross, Staplake Mount, Starcross Exeter, Devon EX 6 8 PE, UK, pp. 359-371.
- DAMMER I. (1997): *Net identity. The image of hemp and its appropriate marketing*, Proceedings of the Bioresource hemp. Symposium 97, Frankfurt, pp. 564-68.
- DAVIDJAN G.G. (1972): *Botanicheskaya kharakteristika konopli*, Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii, 48, 3, pp. 17-27.
- DE CILLIS E. (1938): *Il comportamento del seme di canapa per le coltivazioni della Campania*, Atti Convegno "Le sementi delle Tessili", Napoli 7 marzo, pp. 41-53.
- DE ZANCHE C., SARTORI L., BERIA S., DI CANDILO M. (2002): *Meccanizzazione della raccolta della canapa da seme*, «Agroindustria», I, 1, pp. 44-48.
- DEFERNE J.L., PATE D.W. (1996): *Hemp seed oil: a source of valuable essential fatty acids*, «Journal of the International hemp association», 3, pp. 4-7.
- DEMPSEY J.M. (1975): *Hemp*, in *Fiber crops*, University of Florida Press, Gainesville, FL, pp. 46-89.
- DEWEY L.H. (1913): *Hemp*, USDA Yearbook, pp. 283-346.
- DI BARI V., TEDESCHI P., COLUCCI R., MASTRORILLI M., CARONE F. (2002): *In-*

- fluenza dell'epoca di semina e del regime irriguo sulla canapa nel Sud d'Italia*, «Agroindustria», 1, 1, pp. 32-36.
- DI CANDILO M., DIROZZI M., RANALLI P. (2002): *Influenza dell'epoca di semina e di raccolta sulle caratteristiche biometriche produttive della canapa da seme (Cannabis sativa L.)*, «Agroindustria», 1, 1, pp. 28-31.
- DI CANDILO M., LAURETI D., DE ZANCHE C., SARTORI L., RANALLI P. (2000): *Messa a punto di una mietitrebbiatrice per la raccolta del seme di canapa*, «L'Inf. Agr.», 16, pp. 81-84.
- DI CANDILO M., LIBERALATO D., DEL GATTO A., LAURETI D., DI BARI V., COLUCCI R., TEDESCHI P., POSTIGLIONE L., POLI M., DIROZZI M., GRASSI G., RANALLI P. (2002): *Comportamento morfo-produttivo e qualitativo di cultivar di canapa (Cannabis sativa L.) in varie località italiane*, «Agroindustria», 1, 1, pp. 19-27.
- DI CANDILO M., RANALLI P., DI BARI V., LAURETI D., POLI M., GRASSI G., ZONDA P. (2001): *Valutazione di cultivar di canapa (Cannabis sativa L.) in vari ambienti italiani*, «Industria della carta», 2, pp. 67-73.
- DI CANDILO M., RANALLI P., MARINO A. (1996): *Influenza dell'investimento e della concimazione azotata sulla produzione di canapa da cellulosa (Cannabis sativa L.)*, «Riv. di Agron.», 30, 3, pp. 258-263.
- FERRI F. (1964): *Considerazioni sulla selezione della canapa in riferimento alle caratteristiche qualitative della fibra*, in *La canapicoltura italiana nel momento attuale*, Accademia Nazionale di Agricoltura, pp. 67-80.
- FERRI F., VENTURI G. (1967): *Per una meccanizzazione in canapicoltura*, «Progresso Agricolo», XIII, 5, pp. 1-11.
- FOURNIER G., PARIS M.R. (1979): *Le chanvre papetier (Cannabis sativa L.) cultivé en France: Le point sur le constituants*, «Plant Med. Phytother.», 13, pp. 116-121.
- FRAANJE P. J. (1995): *Vezelhenneep voor de bouw (Fibre-hemp as building material)*, IVAM Environmental Research, nr 95/06, University of Amsterdam.
- FRAANJE P. J. (1997): *Cascading of renewable resources hemp and reed*, Ind. Crops and prod., 6, pp. 201-212.
- GIOVANARDI R., MARCHIOL L., TASSAN MAZZOCCO G., ZULIANI F. (2002): *Possibilità d'impiego della canapa nella fitodepurazione di metalli pesanti in terreni contaminati: primi risultati*, «Agroindustria», 1, pp. 74-79.
- GIOVANARDI R., MARCHIOL L., TASSAN MAZZOCCO G., ZULIANI F. (2002): *Possibilità di impiego della canapa nella fitodepurazione di metalli pesanti in terreni contaminati: primi risultati*, «Agroindustria», 1, 1, pp. 69-72.
- GOODMAN A.M., ENNOS A.R., BOOTH I. (2002): *A mechanical study of retting in glyphosate treated flax stems (Linum usitatissimum L.)*, Industrial Crops and Products 15, pp. 169-177.
- GORCHS C., LLOVERAS J. (2003): *Current status of hemp production and transformation in Spain*, «Journal of Industrial Hemp», 8, 1, pp. 45-64.
- GRASSI G., FAETI V., RANALLI P. (1996): *Development of field test to detect  $\Delta^9$ -THC (Delta-9-tetrahydrocannabinol) in Cannabis sativa L. and its employment in selecting genotypes with low content of drug*, 3<sup>rd</sup> European Symp. of Ind. Crops and Prod. 22-24 April Reims, p. 32.

- GRASSI G., MOSCHELLA A., FIORILLI M. (1997): *Evaluation and development of serological methods to detect THC in hemp*, 2<sup>nd</sup> hemp symposium Bioresource hemp, 27<sup>th</sup> Feb.-2<sup>nd</sup> March Frankfurt, pp. 197-201.
- GRASSI G., RANALLI P. (1998): *Detecting and monitoring plant THC content: innovative and conventional methods*, in *Advances in hemp research*, Ranalli, P. Editor. The Haworth Press, Inc. 43-60.
- GRASSI G. (1999): *Rapid screening tests for the detection of ?9-tetrahydrocannabinol (THC) in fibre hemp*, «Journal of the International Hemp Association», 6 (2), pp. 63-66.
- HEGNAUER R. (1964): *Chemotaxonomie der Pflanzen*, Eine Uebersicht ueber die Verbreitung und die systematische Bedeutung der Pflanzenstoffe 3, Verlag Basel, pp. 350-356.
- HENNINK S., DE MEIJER E.P.M., VAN DER WERF H.M.G. (1994): *Fiber hemp in the Ukraine*, 1991, in Rosenthal, E. (editor), *Hemp today*, 261-278. Quick American Archives, Oakland, California.
- HERER J. (1990): *The emperor wears no clothes*, HEMP publishing, Van Nuys, CA. 182 p.
- HOFFMANN W. (1957): *Hanf, Cannabis sativa*, Handbuch der Pflanzenzuchtung. Part 5: 204-263. Paul Parey, Berlin Hamburg.
- HOLLISTER L. E.. (2001): *Marijuana (Cannabis) as Medicine*, «Journal of Cannabis Therapeutics», 1, 1, pp. 5-27.
- HUSBANDS J.D. (1909): *Hemp*, USDA Bur. Plant Ind. Bull., 153.
- JANET E. J., WATSON S. J. Jr., BENSON J. A. Jr. Editors (1999): *Marijuana and medicine: Assessing the Science Base*, Institute of Medicine, National Academy press, Washington, D.C., 297 pp.
- JANNAcone A. (1938): *Esperienze sulla concimazione della canapa*, «Concimi e Concimazioni», vol. III, fasc. II.
- JANNAcone A. (1941): *Influenza delle condizioni nutritive del terreno sulla competizione delle piante di canapa fra loro*, «Annali di Tecnica Agraria», anno XIII, III, Roma.
- JANNAcone A. (1951): *Influenza della concimazione azotata sulla resa unitaria e sulla qualità della fibra nella canapa*, «Annali di Tecnica Agraria», anno XVII, I-II, Portici (Napoli).
- KARUS M., LESON G. (1995): *Hemp research and market development in Germany*, Proceedings of the Bioresource hemp. Symposium 95, Frankfurt, pp. 138-142.
- KASPER G.J., HUISMAN W., SCHEER A., SONNEVELD C. (1998): *Harvest, storage and drying of hemp for energy*, 10<sup>th</sup> Europ. Conf. and Tech. Exhib. Biomass for Energy and Industry, pp. 961-964.
- KIRBY R.H. (1963): *Vegetable fibres*, Interscience, New York.
- KITAMURA S. (1960): *Flora of Afghanistan*, Kyoto University, Japan.
- KOLLAR R. (1966): *Studio per la coltivazione industriale della canapa per scopi cartari*, TAPPI Sezione Italiana, pp. 1-51.
- KOZŁOWSKI J., BARANIECKI P., GRABOWSKA L., MANKOWSKI J. (1995): *Recultivation of degraded areas trough cultivation of hemp*, Proceedings of the Bioresource hemp Symposium 95, Frankfurt, pp. 259-267.

- KOZŁOWSKI J., MŚCISZ J., GRABOWSKA L. (1990): *Research on utilisation of flax and hemp cultivation on so far not used agriculturally, polluted land in Poland*, INF, Poznań, Poland.
- KUNDU B.C. (1942): *The anatomy of two indian fiber plants, Cannabis and Corchorus with special reference to fibre distribution and development*, «J. Indian Bot. Soc.», 21, pp. 93-129.
- IENICA (2003): *Ienica Fibre Marketing Booklet*, Informatione interna, Bologna Project Meeting, pp. 1-10.
- LAFLEUR M.C.C., FRAANJE P. J. (1995): *Papier uit hennep en oud papier (Paper from hemp and old paper)*, IVAM Environmental Research, nr 95/03. University of Amsterdam.
- LI H.L. (1974a): *The origin and use of cannabis in Eastern Asia linguistic-cultural implications*, «Economy botany», 28, pp. 293-301.
- LI H.L. (1974b): *An archeological account of cannabis in China*, «Economic botany», 2, pp. 158-169.
- LIBERALATO D. (2003): *Prospect of Hemp Utilisation in the European Textile Industry*, Proceedings of International South Europe Symposium "Non- food crops: from agriculture to industry", Bologna, 15-16 may.
- LONA F. (1953): *Prefioritura e nanismo della canapa nel quadro del foto-termoperiodismo*, «Humus», n. 10.
- LOTZ L.A.P., GROENEVELD R.M.W., HABEKOTTÉ B., OENE VAN H. (1991): *Reduction of growth and reproduction of Cyperus esculentus by specific crops*, «Weed Research», vol. 31, pp. 153-160.
- LUCCHESI C., VENTURI G., AMADUCCI M.T., LOVATO A. (2001): *Electrophoretic polymorphism of Cannabis sativa L. cultivars: characterisation and geographical classification*, «Seed Sci & Technol.», 29, pp. 239-248.
- MANCINI E. (1961): *Relazione della sperimentazione agronomica eseguita sulle nuove varietà di canapa nel 1960 dall'Istituto di Agronomia e Coltivazioni erbacee dell'Università di Bologna*, in *Sperimentazione e Genetica e agronomica sulle nuove varietà di canapa*, C.N.R.C., Roma, 17.
- MANCINI E., BARBIERI R. (1964): *Aspetti tecnici della canapicoltura italiana nel momento attuale*, Ac. Naz. di Agric., 18 aprile, pp. 1-29.
- MANKOWSKI J., GRABOWSKA L., BARANIECKI P. (1994): *Hemp and flax cultivated on the soil polluted with heavy metals - a biological purification of the soil and a raw material for the pulp industry*, Abstract from: *Alternative oilseed and fibre crops for cool and wet regions of Europe*, a conference at Wageningen Agricultural University, The Netherlands, Apr 7-8, 1994.
- MARRAS G.F., A. SPANU (1981): *Aspetti di tecnica colturale in canapa da cellulosa. Densità di semina e concimazione azotata*, «Studi Sassaresi», Annali della facoltà di Agraria, XXVII.
- MARTINOV M., MARKOVIC D., TESIC M., GROZDANIC N. (1996): *Hemp harvesting mechanization*, «Agr. Engng.», 2 (1-2), pp. 21-36.
- MEIJER E.P.M. DE, VAN DER KAMP H.J., VAN EEUWIJK F.A. (1992): *Characterisation of Cannabis accessions with regards to cannabinoid content in relation to other plant characters*, «Euphytica», 62, pp. 187-200.

- MEIJER W.J.M., VAN DER WERF H.M.G., MATHIJSSSEN E.W.J., VAN DER BRINK P.W.M. (1995): *Constraints to dry matter production in fibre hemp* (*Cannabis sativa* L.), «European Journal of Agronomy», 4 (1), pp. 109-117.
- MELCHIOR H. (1964): *Syllabus der Pflanzenfamilien*, II Band. Gebruder Borntraeger. Berlin.
- MIGNONI G. (1999): *Manuale per l'identificazione del Kenaf, della canapa e loro differenze*, ISMEA, 1-69.
- OSBURN L., OSBURN J. (1994): *A response to Dr. Walker*, in Rosenthal, E. (editor), *Hemp today*, 109-121. Quick American Archives, Oakland, California.
- PATE D.W. (1999): *Hemp seed: a valuable food source*, in Ranalli P. (Ed.), *Advances in hemp research* (pp. 243-255). Binghamton, New York: The Haworth Press.
- PEGLION V. (1937): *Delle fibre tessili nazionali*, Atti Convegno "XIII mostra nazionale dell'agricoltura", pp. 99-107.
- QUIMBY M.W.N., DOORENBOS N.J., TURNER C.E., MASOUD A. (1974): *Missisipi grown Marihuana-Cannabis sativa cultivation and observed morphological variation*, «Economic Botany», 27, pp. 117-127.
- RAGAZZI G. (1955): *La coltivazione della canapa nell'Italia settentrionale*, in *Canapicoltura moderna*, CNPC. 53-94. Arti Grafiche Calderini - IX 1955 - Bologna.
- RANALLI P. (2002): *Progetto finalizzato "Canapa per fibra tessile: dalla produzione alla utilizzazione"*, «Agroindustria», 1, 1, 2.
- RANALLI P., CASARINI B. (1997): *La canapa: il ritorno di una coltura prestigiosa*, «L'Inf. Agr.», 39, pp. 55-62.
- RAUSCH P. (1995): *Verwendung von hanfsamenöl in der kosmetik*, in *Bioresource hemp*, 2nd ed., pp. 556-561. Cologne, Germany: Nova Institute, pp. 556-561.
- RE F. (1806): *Nuovi elementi di agricoltura. La canapa*, A. Bignardi, Fertimont, Calderini Edagricole, pp. 1-123.
- RIVOIRA G. (1960): *Esperienze di irrigazione su barbabietola da zucchero (Nota II)*, Ann. Fac. Agr. Univ. Di Sassari, 7, 216.
- RIVOIRA G., MARRAS G.F. (1975): *La canapa per l'industria cartaria: aspetti e problemi della tecnica colturale*, «Cellulosa e carta», 12, pp. 9-24.
- RIVOIRA G., MARRAS G.F. (1976a): *Consumi idrici ed esigenze in azoto della canapa da cellulosa*, «Studi sassaresi», 28, pp. 310-326.
- RIVOIRA G., MARRAS G.F. (1976b): *Canapa per l'industria cartaria: ricerche sulla tecnica colturale*, «L'informatore agrario», 39, pp. 24153-24160.
- RIVOIRA G., SPANU A., MARRAS G.F., AMADUCCI M.T., VENTURI G., BENATI R., BASSO F., BASSO V. (1984): *Contenuto di  $\Delta^9$  - THC in varietà europee di Cannabis sativa*, Quaderni di ricerca, 2, Società Agricola e Forestale, pp. 3-19.
- ROBINSON B.B., SCHOFFSTALL C.W. (1947): *Status of the fiber plant industry in Latin America*, Pan American Union, Washinton, D.C.
- ROBINSON R., NELSON R.A. (1996): *The Great Book of Hemp: The Complete Guide to the Environmental, Commercial, and Medicinal Uses of the World's Extraordinary Plant*, Inner Traditions International, 1 Park St., Rochester, VT 05767.
- ROSENTHAL E. (1987): *Marijuana growers handbook*, Indoor/greenhouse edition. Quick American Publishing Company, San Francisco, USA.

- ROVERSI R. (1937): *La difesa economica della canapa*, Atti Convegno "XIII mostra nazionale dell'agricoltura", pp. 115-125.
- SACCHETTI M. (1937): *Delle fibre tessili nazionali*, Atti Convegno "XIII mostra nazionale dell'agricoltura", pp. 109-113.
- SCHULTES R.E. (1970): *Random thoughts and queries on the botany of Cannabis*, in *The botany & chemistry of cannabis*, Joyce, C. R. B. and Curry, S. H., J. & A. Churchill - London.
- SGHERRI I. (1955): *Orientamenti e problemi dell'organizzazione canapicola nazionale*, in *Canapicoltura moderna*, CNPC. 151-198. Arti Grafiche Calderini - IX 1955 - Bologna.
- SINGH N.B. e THAPAR R. (2003): *Allelopathic influence of Cannabis sativa on growth and metabolism of Parthenium hysterophorus*, «Allelopathy journal», 12 (1), pp. 61-70.
- SIRKIN T. (1991): *The theory of cascading; a design and planning tool for appropriate resource usage*, Center for Human Ecology, Aarhus University, Aarhus.
- SIRKIN T., TEN HOUTEN M. (1993): *Resource cascading and the cascade chain*, IVAM n. 71, University of Amsterdam.
- SIRKIN T., TEN HOUTEN M. (1994): *The cascade chain*, Res. Con. Recycling, 11, pp. 215-277.
- SMALL E., BECKSTEAD H.D. (1973): *Common cannabinoid phenotype in 350 stocks of Cannabis*, Lloydia, 36, pp. 144-165.
- SMALL E., BECKSTEAD H.D., CHAN A. (1975): *The evolution of the cannabinoid phenotypes in Cannabis*, «Economy Botany», 29, pp. 219-232.
- SMALL E., CRONQUIST A. (1976b): *A practical and natural taxonomy of Cannabis*, Taxon 25, pp. 405-435.
- SMALL E., JUI P.Y., LEFKOVITCH L.P. (1976a): *A numerical taxonomic analysis of Cannabis with special reference*, «Systematic Botany», 1, pp. 67-84.
- SMALL E. (1974): *The systematic of Cannabis*, «American Journal of Botany», 61 (5), p. 50.
- SOLARO A. (1914): *Studio microscopico e chimico per il riconoscimento delle fibre vegetali, lane, peli, ecc.*, Hoepli, Milano, p. 60.
- SOMMA U. (1923): *La canapa*, Ed. Cappelli, Bo, 278.
- STARCEVIC Lj. (1996): *Production technology of fiber hemp*, «Agr. Engng», 2 (1-2), pp. 10-20.
- STEFANELLI G. (1955): *Macchine per il taglio della canapa e per la sua lavatura ed estrazione dai maceri*, in "Aspetti e problemi della canapicoltura italiana", REDA, pp. 3-29.
- STEFANELLI G., AMADUCCI M., ROSSIGNI R., FERRI T., ZERBINI G., NERI C., FRANZONI A. (1958): *Relazione del concorso nazionale per macchine atte alla lavorazione rustica della canapa macerata (scavezzatrici, decanapulatrici, ecc)*, Consorzio Nazionale Produttori Canapa, Ed. Off. D'arte Grafica Cacciari, Bologna, pp. 3-67.
- STEFANELLI G., BEDETTI G., MANFREDI E., PESARO A. (1954): *Relazione del II concorso per macchine lavatrici ed estrartrici della canapa macerata*, Consorzio Nazionale Produttori Canapa, Ed. S.A.T.E. Ferrara, pp. 5-37.

- STEFANELLI G., BEDETTI G., QUERZOLI E., VIVARELLI A., TOMASI U., ROSSINI R., NAVARRA V. (1956): *Relazione del primo raduno per macchine atte alla lavatura ed estrazione della canapa dai maceri*, Consorzio Nazionale Produttori Canapa, Ed. S.A.T.E. Ferrara, pp. 3-37.
- STEFANELLI G., ZUCCHINI M. (1951): *Relazione del concorso per macchine ed apparecchi per la falciatura della canapa*, in "Macchine e motori agricoli", ed. Agricole, 1-8.
- STEFANELLI G., ZUCCHINI M., PESARO A. (1952): *Relazione del II concorso per macchine ed apparecchi per la falciatura della canapa*, Centro Studi Canapa, Coop. Tipografica Azzoguidi, pp. 3-25.
- STEFANELLI G., ZUCCHINI M., PESARO A., ROSSINI R. (1953): *Relazione del III concorso per macchine ed apparecchi per la falciatura della canapa*, Consorzio Nazionale Canapa, Coop. Tipografica Azzoguidi, pp. 3-29.
- STICKLAND D. (1995): *The Suitability of Hemp for Ecological Agriculture*, Nova-Institut (ed) Biorohstoff Hanf - Reader zum Symposium, Frankfurt, pp. 255-258.
- STRUİK P.C., AMADUCCI S., BULLARD M.J., STUTTERHEIM N.C., VENTURI G., CROMACK H.T.H. (2000): *Agronomy of fibre hemp (Cannabis sativa L.) in Europe*, «Industrial Crops and Products», 11, pp. 107-118.
- STUTTERHEIM N.C., AMADUCCI S. (1999): *Bio-cascading e utilizzazione integrale delle risorse biologiche, un concetto per una crescita economica sostenibile*, XXXIII Convegno Annuale Società Italiana di Agronomia, Le colture "non alimentari", Legnaro (PD) 20-23 Settembre 1999, pp. 173-174.
- TANARA (1660): *Economia del cittadino in villa*, da A. Bignardi, *La canapa*, Ferimont, pp. 1-123.
- TAKHTAJAN A. (1966): *Systema et Phylogenia Magnoliophytorum*, Academia scientiarum URSS. (in russo)
- TEDESCHI P. (1967): *L'impiego di defoglianti chimici per accelerare la raccolta della canapa*, «Rivista di agronomia», 1, 4, pp. 209-224.
- TOFANI C. (2003): *Hemp for the textile and the paper pulp market: realisation of a demonstration plant for hemp retting in West Tuscany*, Ienica, Non food crops: from agriculture to industry, Bologna 15-16 may (Presentaz. orale).
- TODARO F. (1938): *Sul miglioramento di razza nella canapa*, Atti Convegno "Le sementi delle Tessili", Napoli 7 marzo, pp. 55-68.
- VAN DER SCHAFF A. (1966): *Quantitative and qualitative effect of some husbandry factors on hemp (Cannabis sativa)*, Fibra, 11, pp. 59-67.
- VAN DER WERF H.M.G. (1994): *Fibre hemp in France*, in Rosenthal, E. (editor), *Hemp today*, 213-220. Quick American Archives, Oakland, California.
- VAN DER WERF H.M.G., HARSVELD VAN DER VEEN J. E., BOURNA A.T.M. e TEN CATE M. (1994): *Quality of hemp (Cannabis sativa L.) stems as a raw material for paper*, Ind. Crops Prod. 2, pp. 219-227.
- VAN DER WERF H.M.G., VAN GEEL W.C.A., VAN GILS L.J.C., HAVERKORT A.J. (1995): *Nitrogen fertilization and row width affect self-thinning and productivity of fibre hemp (Cannabis sativa L.)*, Field Crops Research 42 (1), pp. 27-37.
- VAVILOV N.I. (1951): *The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants*, Translated by K. Start. Chron. Bot. 13, pp. 1-366.

- VENTURI G. (1963): *Ricerche per migliorare la fibra di una nuova varietà di canapa*, «Progresso Agricolo», IX, 12, pp. 2-20.
- VENTURI G. (1965): *Ricerca sulla produzione di canapa da seme nella piana di Bologna*, «Sementi Elette», 11, pp. 292-306.
- VENTURI G. (1967): *Risultati di un sessennio di sperimentazione sulla canapa*, «Riv. di Agron.», I, 3, pp. 137-150.
- VENTURI G. (1968): *Le macchine per la raccolta della canapa*, «Agricoltura», 3, marzo, pp. 1-11.
- VENTURI G. (1969a): *Confronto tra metodi di raccolta della canapa. Nota 1. Destinazione tessile del prodotto*, «Industria della Carta», 12, pp. 514-520.
- VENTURI G. (1969b): *Ricerche sulle cause che determinano forte variabilità di produzione delle canape monoiche nell'ambiente Padano*, «Sementi Elette», XV, 2, pp. 97-107.
- VENTURI G. (1970a): *Prove quinquennali di confronto fra cultivar di canapa (Cannabis sativa L.)*, «Riv. di Agronomia», IV, 3, pp. 140-154.
- VENTURI G. (1970b): *Ricerche sull'impiego di defoglianti-disseccanti chimici per la raccolta della canapa. Quadriennio 1962-1965*, «Riv. di Agronomia», IV, 4, pp. 209-219.
- VENTURI G. (1970c): *Ricerche sulle modalità colturali della canapacciaia al fine di facilitarne la raccolta meccanica*, «Riv. di Agronomia», IV, 1-2, pp. 25-34.
- VENTURI G. (1970d): *Recherche des modalités de culture propres à rejoindre une plus grande uniformité parmi les plantes de chanvre dans la perspective d'une récolte mécanique*, Atti Internationale Hanfforschungskonferenz. Kompolt, 28-31 July, pp. 1-26.
- VENTURI G. (1970e): *Confronto fra metodi di raccolta della canapa. Nota II. Destinazione cartaria del prodotto*, «Industria della Carta», 1, pp. 8-18.
- VENTURI G. (1971): *Tecniche colturali per ridurre la disformità fra piante di canapa nella prospettiva di una raccolta meccanica*, Kulonlenyomat a Rostnovenyek, pp. 145-159.
- VENTURI G. (1974): *Canapa: coltura antica in una prospettiva nuova*, «Il Resto del Carlino», 15.
- VENTURI G. (1977): *Canapa drogata o vicenda drogata?*, «L'Informatore Agrario», XXXIII, 46, pp. 28485-28487.
- VENTURI G. (1996): *Renewed interest in hemp in Italy*, «Euroflax», 1, pp. 12-13.
- VENTURI G., AMADUCCI M.T. (1996): *Caratteristiche biologiche di alcune cultivar di canapa*, «Sementi Elette», XLII, 6, pp. 23-32.
- VENTURI G., AMADUCCI M.T. (1997): *Effetti di dosi di azoto e densità di semina su produzione e caratteristiche tecnologiche di Cannabis sativa L.*, «Riv. di Agronomia», 3, pp. 616-623.
- VENTURI G., AMADUCCI M.T. (1999): *Canapa (Cannabis sativa L.)*, in *Le colture da fibra*, a cura di G. Venturi, M.T. Amaducci, Collana PRisCA, Edagricole, pp. 33-55.
- VENTURI G., AMADUCCI M.T. (1999): *La canapa rientrerà tra le colture del 2000?*, «L'Inf. Agr.», 1, pp. 61-65.



- VENTURI G., LO PIPARO L., AMADUCCI M.T. (1992): *PRiSCA: colture alternative*, «Agricoltura Ricerca», 132, pp. 83-112.
- VENTURI P., BENTINI M. (2001): *Overview of hemp for energy production chain*, in Bullard, Christion, Knight, Lainsbury, Parker, editors, *Aspects of applied biology*, vol. 65. Proc. of Conference on biomass and energy crops II, York, UK, december 18-21, pp. 131-136.
- VENTURI P., PARI L. (2001): *Hemp harvesting mechanisation: Italian experiences*, in Proceedings of the Second Global Workshop: Bast plants in the New Millennium, Borovets, Bulgaria, june 3-6, pp. 264-270.
- WALKER D. W. (1994): *Can hemp save our planet*, in *Hemp today*, Rosenthal, E. Quick American Archives, CA.
- WASKO J., MACKIEWICZ-TALARCZYK M. (2003): *Quality aspects of bast fibrous plants and relevant fibres. Standardization status in Europe and Poland*, Proceedings of International South Europe Symposium "Non- food crops: from agriculture to industry". Bologna, 15-16 may.
- ZUCCHINI M. (1948): *La canapa e la canapicoltura*, Soc. anon., Ed. Dante Alighieri, pp. 3-44.

PAOLO RANALLI\*

IL MIGLIORAMENTO GENETICO  
PER IL RILANCIO DELLA CANAPA  
NELL'AGRO-INDUSTRIA

Come per molte altre specie, il miglioramento genetico della canapa è stato avviato all'inizio del 1900 con l'acquisizione, sul piano operativo, delle leggi di Mendel. Dewey (1913, 1927) può essere considerato il primo breeder della canapa e nel 1927, utilizzando germoplasma cinese (Kymington, Chington, Arlington) e germoplasma italiano (un ecotipo di Ferrara), costituì alcune eccellenti varietà, tra cui una che venne chiamata Ferramington. Il successivo divieto di coltivazione della canapa negli USA ha provocato l'abbandono di questo materiale genetico.

In Europa, nel primo quarto del secolo scorso ci fu un eccellente lavoro di Bredemann in Germania, il quale iniziò nel 1924 la selezione delle piante maschili nella canapa dioica. Questo metodo si basava sulla determinazione diretta del contenuto di fibra dello stelo e diede un notevole impulso al miglioramento di tale carattere. In Ungheria, Fleishmann (1931-1934), utilizzando germoplasma italiano, costituì diverse varietà le quali furono coltivate anche in altri paesi europei. In Russia, il breeding della canapa ebbe inizio più tardi (Vedenski, 1929), ma ha avuto il merito di avviare un altro filone di ricerca: l'ottenimento di cultivar monoiche e di cultivar dioiche a maturazione contemporanea. Grishko (1935) fu il primo a intuire che tutte le cultivar dioiche contengono tipi monoici o intersessuali dai quali può essere selezionata la canapa monoica.

Il moderno miglioramento genetico della canapa può essere datato intorno agli anni '50 e i genetisti e breeder di quattro Paesi (ex Unione Sovietica, Germania, Italia e Ungheria) hanno giocato un

\* *Istituto Sperimentale per le Colture Industriali*

ruolo decisivo in questo lavoro. Successivamente, negli anni '60, la coltivazione della canapa è regredita in Germania e in Italia, mentre ha assunto crescente importanza in Francia, supportata dalla produzione di diverse varietà. Per una migliore comprensione delle tecniche di miglioramento genetico applicate alla canapa, vengono di seguito richiamate alcune nozioni della biologia della pianta.

#### BIOLOGIA DI *CANNABIS SATIVA*

La *Cannabis sativa* è una pianta erbacea annuale di taglia medio-grande (può raggiungere un'altezza di 3-4 metri) che produce un'aroma speziato piuttosto intenso. Sia le varietà da droga che da fibra secernono una miscela resinosa attraverso i tricomi ghiandolari localizzati sulle foglie e, in particolare, sulle brattee fiorali; è in questa miscela che sono secreti i cannabinoidi, tra cui il  $\Delta$ -9-tetraidrocannabinolo (THC), psicoattivo, presente in maggiore quantità nelle varietà da droga che in quelle da fibra.

La canapa è una specie naturalmente dioica, quindi con individui di sesso maschile e femminile, con fiori unisessuali e con dimorfismo sessuale che si rende evidente in una fase piuttosto avanzata del ciclo vitale. I maschi hanno una tipica forma piramidale, un fogliame più rado e a maturità sono più alti delle femmine. Queste, invece, hanno internodi più corti e producono più ramificazioni laterali che gli conferiscono un aspetto meno slanciato di quello maschile. I maschi hanno un ciclo vitale più breve rispetto alle femmine in quanto si approssimano alla senescenza subito dopo l'antesi mentre la vitalità delle femmine si protrae fino all'allegagione dei semi. Le differenze morfologiche tra i due sessi sono particolarmente evidenti soltanto in prossimità del raggiungimento della maturità sessuale e tendono a ridursi in funzione di fattori ambientali e condizioni di crescita.

I fiori unisessuali sono portati in infiorescenze dapprima terminali e successivamente laterali. Negli individui di sesso maschile i fiori sono organizzati in numero variabile in panicoli pendenti e a volte ramificati, generalmente privi di foglie. I fiori del panicolo possono essere singoli oppure raggruppati e in questo caso ogni fiore è sostenuto da un sottile peduncolo. Il fiore maschile è costituito da un perianzio formato da cinque sepali che racchiude l'androceo

composto di cinque stami sostenuti da sottili filamenti. Le antere, portate all'estremità degli stami, a maturità deisciono longitudinalmente liberando il polline che può essere trasportato dal vento.

I fiori femminili sono organizzati in racemi che si sviluppano in posizione terminale oppure all'ascella di foglie o di ramificazioni laterali. Nell'infiorescenza, all'ascella di una piccola foglia verde si sviluppano due fiori ciascuno sotteso a una piccola stipola. Il fiore femminile ha una struttura molto semplice essendo costituito da una brattea verde che avvolge completamente il perianzio, appena abbozzato, e l'ovario. Lo stilo si differenzia nella porzione distale in uno stimma bifido. La brattea florale è particolarmente ricca di peli silicei e tricomi ghiandolari che secernono le sostanze aromatiche e resinose (Mohan Rham e Nath, 1964).

Occasionalmente si ha la comparsa di individui con infiorescenze miste, recanti sia fiori maschili che femminili, che caratterizzano il fenotipo monoico.

#### IL MIGLIORAMENTO GENETICO IN ITALIA

Fino agli anni '50 l'attività di selezione svolta in Italia sulla canapa è risultata piuttosto sporadica, disorganizzata e limitata nei suoi scopi. Praticamente, essa si è limitata ad affinare le già buone qualità merceologiche intrinseche della nostra pianta tessile per eccellenza, affermatasi in tutto il mondo sia per la produzione unitaria di fibra (ritenuta tra le più elevate), sia per le pregiate caratteristiche merceologiche della stessa (resistenza alla trazione, lunghezza, pastosità e colore). Tali pregi erano esaltati, oltre che dalla bontà dei terreni delle classiche zone canapicole emiliane e campane, anche dalle delicate cure colturali di cui questa pianta poteva usufruire. Cure che continuavano, dopo la raccolta, con la perfetta esecuzione in loco della macerazione rustica e le successive operazioni pre-industriali di preparazione del prodotto, eseguita sempre da manodopera abbondante, provetta e sorretta da una tradizione plurisecolare.

Era l'epoca in cui nel nostro paese la coltura della canapa veniva considerata di primaria importanza e nelle provincie di Ferrara, Bologna, Modena, Rovigo, Caserta e Napoli essa rivaleggiava per superficie investita con le altre ben note sarchiate industriali. Ma

mentre per il pomodoro, la barbabietola e altre specie agrarie più coltivate, venivano costituite varietà nuove e più produttive per merito di Istituti e Ditte private e i mais ibridi cominciavano a diffondersi su tutta la nostra penisola soppiantando, con la loro elevata produzione, le vecchie razze locali, la canapa non ha usufruito di un eguale impegno di ricerca e non ha presentato analoghi ritmi di incremento delle produzioni unitarie.

Nel 1953 il Consorzio Nazionale Produttori di Canapa, conscio della sempre più bassa competitività della canapa rispetto alle altre colture da rinnovo, nonché consapevole delle concrete possibilità di miglioramento genetico di questa specie, inviò in vari paesi europei una missione di studio e ricerca per constatare quali risultati fossero già stati conseguiti all'estero in campo genetico e quali tipi di canapa eventualmente meritassero di essere presi in considerazione per essere selezionati nell'ambiente pedo-climatico italiano.

L'acquisizione di nuovo materiale genetico tedesco segnò l'inizio della nuova selezione canapicola italiana, promossa dalla diffusione, nel 1957, della macerazione chimica applicata alla selezione individuale delle piante (Allavena, 1961).

Le piante dioiche di origine tedesca comprendevano popolazioni alquanto eterogenee formate da individui con caratteristiche fisio-morfologiche indesiderabili per l'ambiente agricolo e commerciale italiano: accentuata predisposizione alla prefioritura, taglia ridotta, marcata precocità di sviluppo, tendenza alla ramificazione, limitatissima resistenza all'allettamento e alla rottura causata da ridotta consistenza del legno e ampia cavità midollare, notevole suscettibilità all'attacco della orobanca (*Kopsia ramosa*) e pessima qualità della fibra. L'unica caratteristica positiva di tale germoplasma, ai fini selettivi, era rappresentata dal suo elevato contenuto di fibra.

Riassumendo, in termini operativi, il miglioramento genetico della canapa in Italia può essere riferito a due periodi: prima e dopo gli anni '50.

Prima degli anni '50, possono essere identificate due fasi caratterizzate da:

- 1) *Utilizzo delle risorse genetiche disponibili.* Coltivazione di popolazioni originali eterogenee, fornite di buona capacità di adattamento anche a condizioni di stress ambientali, però poco produttive (Crescini, 1956; Allavena, 1961a). Tali popolazioni sono

state selezionate per ottenere popolazioni più uniformi. Per esempio, la Carmagnola (la cultivar più anticamente coltivata) è stata sottoposta a più cicli di selezione massale e sono stati ottenuti diversi ecotipi, diversamente denominati, a seconda del sito di origine e di coltivazione: Bolognese, Toscana, Ferrarese.

- 2) *Ibridazione seguita da selezione*. Man mano che le riserve di variabilità genetica e di germoplasma si riducevano, venivano eseguiti i primi incroci per creare nuova variabilità genetica. Nonostante fossero adottati criteri empirici, le tecniche di selezione possono essere riferite al metodo *half-sib*, basato cioè sulla valutazione delle progenie di ciascuna pianta madre. Di fatto, è stata eseguita una selezione per l'attitudine generale alla combinazione, dove l'intera popolazione è stata utilizzata come tester, essendo ciascuna pianta femminile potenzialmente impollinata da tutte le piante maschili del campo.

Dopo il 1950, le procedure di selezione sono state innovate e adattate ai differenti caratteri della pianta e alle varie situazioni ambientali. La selezione ha principalmente riguardato: l'habitus vegetativo, la durata del ciclo biologico (da cui potenzialmente dipende la produzione di steli e la produzione di semi), la qualità dello stelo (incidenza della parte corticale rispetto a quella midollare, incidenza delle fibre primarie rispetto a quelle secondarie, lunghezza delle fibre del canapulo), il contenuto dei cannabinoidi ad azione psicotropica (THC), la resistenza ai patogeni del suolo e all'allettamento, l'adattabilità a differenti areali colturali (Allavena, 1961a). Non sono state condotte analisi biometriche di questi caratteri, ma la potenziale ereditabilità fu dedotta dalla ripetibilità dei risultati ottenuti in diversi ambienti e in diversi anni.

È stato elucidato il ruolo dell'ambiente nell'espressione dei caratteri ed è stata valutata l'influenza del genotipo e dell'ambiente sulla produzione e sulla qualità della fibra. La integrazione dell'abilità del breeder con l'accesso a migliorate tecnologie di valutazione ha permesso via via di aumentare l'efficienza degli incroci e di migliorare i criteri di selezione. Alla selezione *half sib* si è aggiunta la selezione *full sib*; quest'ultima veniva praticata sulle progenie di piante madri, ciascuna impollinata soltanto da una pianta maschile. Come è noto, questo metodo rappresenta un test per l'attitudine alla combinazione specifica ed è efficace per la selezione contro

gli alleli recessivi non favorevoli rilevabili prima della fioritura. Con questo approccio sono state selezionate Fibranova, CS (Carmagnola Selezionata), Eletta Campana e Superfibra.

In complesso, il lavoro di miglioramento genetico ha permesso di sviluppare il più importante pool genico di canapa e il germoplasma italiano è stato introdotto in altri paesi quale materiale di base per lo sviluppo di nuove varietà.

#### LA CANAPA, OGGI

Il rinnovato interesse per la canapa è motivato da fattori agronomici, industriali e dai molteplici impieghi della pianta e dei suoi derivati. Per collocamento e durata del ciclo vegetativo, la canapa è considerata una coltura da avvicendamento di grande interesse; ciò, per le proprietà di migliorare la fertilità del terreno (a vantaggio della coltura successiva), di sopprimere le erbe infestanti (evitando il ricorso agli erbicidi) e di tollerare molte fitopatie, anche quelle del suolo (con l'abbattimento dell'impiego di pesticidi e, più ancora, di disinfestanti del terreno). In una proposizione, la sua coltivazione si inquadra perfettamente con le attuali esigenze di una coltura eco-compatibile, a ridotto impatto ambientale (Ranalli, 1998; Ranalli, 1999; Ranalli et al., 1999; Ranalli 2002; Ranalli 2003; Ranalli et al., 2003).

La pianta presenta molteplici utilizzazioni. Le fibre lunghe del tiglio sono destinate a usi tessili; le fibre corte, invece, sono utilizzate nell'industria cartaria per la produzione di carte speciali, nella componentistica per l'industria automobilistica (pannelli interni), nella bioedilizia, in impieghi geotessili (per il contenimento dell'erosione dei suoli). Il canapulo può essere utilizzato come lettiera per allevamenti zootecnici, come substrato per funghicoltura e vivaismo, per ottenere pannelli pressati.

Il Ministero dell'Agricoltura ha giocato un ruolo decisivo nel porre le basi per un rilancio della coltivazione di questa pianta; prima di tutto ha sostenuto dal punto di vista finanziario la ripresa degli studi sulla pianta e ne ha reso possibile la reintroduzione, sia pure su una superficie iniziale limitata (1.000 ha) (circolare MiPAF del 2/12/1997, prot. n. 0734). Le risorse finanziarie rese disponibili hanno permesso di attivare due progetti speciali di ricerca, di cui il

primo iniziato nel 1994 e il secondo nel 1999. Entrambi sono stato coordinati dall'Istituto Sperimentale per le Colture Industriali con il coinvolgimento di diversi Gruppi di ricerca del nostro Paese (Ranalli 1998; Ranalli 2002). Le azioni di ricerca sono state mirate a investigare e rivisitare tutta la filiera: recupero e valorizzazione del germoplasma, studio del controllo genetico di caratteri agronomici rilevanti (differenziamento del sesso, sintesi di THC, monoicismo), integrazione di metodi innovativi nelle procedure di selezione convenzionali (selezione assistita), rivisitazione delle agrotecniche, meccanizzazione della raccolta e delle operazioni di post-raccolta, update delle tecnologie di macerazione, miglioramento delle procedure di processing industriale, promozione degli impieghi dei prodotti e co-prodotti della pianta, penetrazione del mercato.

Il lavoro di miglioramento genetico, nei suoi vari aspetti, è stato condotto nell'ambito di questi programmi e ha permesso di raggiungere risultati di avanguardia. Nella descrizione di questi risultati vengono fornite indicazioni in ordine alla costruzione dell'ideotipo, ai principali caratteri che ne fanno parte, al loro miglioramento ottenuto con metodologie convenzionali e tecnologie innovative.

#### COSTRUZIONE IDEOTIPO

L'ideotipo di pianta per la produzione di fibra di qualità include i seguenti caratteri: percentuale di fibra nello stelo, rapporto fibra lunga/fibra corta, qualità della fibra (finezza, tenacità, allungamento), incidenza della frazione centrale legnosa (canapulo). Tali caratteri sono componenti della produzione della pianta che, a sua volta, dipende da: collocamento e durata del ciclo vegetativo, condizioni pedo-ambientali, agrotecnica, altezza, diametro e grado di ramificazione dello stelo, densità di investimento, allettamento, tecnologie di raccolta e di stoccaggio, procedure di lavorazione.

#### *Miglioramento della produzione di steli*

Dewey (1927) ha adottato una semplice selezione massale di ecotipi per ottenere popolazioni omogenee da cui ha sviluppato diverse



varietà (Kymington, Chington, etc.). Fleischmann ha adottato una identica procedura partendo da popolazioni provenienti dall'Emilia (Bologna e Ferrara). La selezione ha interessato, all'inizio, la durata del periodo vegetativo e la produzione di stelo: le piante sono state selezionate in base alla lunghezza del periodo vegetativo, all'altezza, al diametro e al peso dello stelo, data la stretta associazione positiva fra durata del ciclo biologico e produzione di steli.

Successivamente, fu preso in considerazione il contenuto in fibra, valutato inizialmente solo nelle piante femminili, poi anche in quelle maschili (dopo la introduzione del metodo Bredemann) (Al-lavena, 1961). Questo tipo di selezione ha permesso lo sviluppo di varietà molto apprezzate.

È probabile che il primo incrocio intervarietale fosse stato fatto da Dewey (1927) tra le varietà Kymington e Ferrara. La distanza filogenetica tra i materiali incrociati ha permesso di avere progenie con elevata variabilità genetica e di sfruttare l'eterosi per contenuto e qualità della fibra. Il primo ibrido registrato (B-7 hybrid) è stato ottenuto da Bocsa (1954) da incrocio della varietà Kompolti con una varietà cinese medio-tardiva. In una media di tre anni, l'ibrido F1 ha prodotto il 23% in più di steli e il 18% in più di fibra rispetto al genitore maschile Kompolti e ha manifestato la stessa performance dell'altro genitore.

### *Miglioramento per il contenuto in fibra*

Il maggiore contributo all'innalzamento del contenuto in fibra dello stelo è stato fornito da Bredemann, con la messa a punto di un metodo per la valutazione di questo carattere in modo non distruttivo e in tempi relativamente brevi; ciò ha reso possibile il controllo anche sulle piante maschili, escludendo dall'impollinazione i soggetti con minore contenuto di fibra. Mediante questo approccio è stato possibile triplicare il contenuto in fibra in un periodo di 30 anni (Bredemann 1924, 1937, 1953; Bredemann et al., 1961).

La ereditabilità del contenuto in fibra è stata investigata da Horkay (1977), in esperimenti durati 21 anni, stimando un valore di 0.4: con un differenziale di selezione di 3.0-3.5% si è avuto un incremento di fibra nella progenie di 0.60-0.88%.

Una correlazione negativa fra contenuto e qualità della fibra è stata dimostrata da Kerékgyarto e Nagy (1967): l'incremento dell'1% del contenuto di fibra ha condotto alla riduzione della sua finezza di 2 unità. Ciò è stato confermato da esami istologici: il più alto contenuto totale di fibra dello stelo è associato a maggiore percentuale di fibre secondarie (Horkay 1982). Infine, Horkey e Bocsa (1997) hanno dimostrato che la canapa maschile presenta una qualità superiore a quella femminile e che la canapa dioica è migliore di quella monoica.

#### NUOVE RICERCHE GENETICHE E DI BREEDING

Le ricerche avviate a metà degli anni '90, sostenute dalle risorse finanziarie recate dai due progetti MiPAF prima menzionati, hanno interessato diversi settori: analisi delle risorse genetiche e del germoplasma disponibili ai quali il breeding può attingere, comprensione della struttura genetica delle popolazioni e delle cultivar disponibili, elucidazione della base genetica dei caratteri di maggiore rilevanza agronomica, identificazione di marcatori molecolari associati a caratteri utili, sviluppo di programmi di selezione assistita, costituzione di nuove cultivar dioiche e monoiche.

#### VARIABILITÀ DEL GERMOPLASMA

La canapa è una pianta con un elevato livello di eterozigosi e di variabilità, il pool genico sembra essere unico, e il genere *Cannabis* viene descritto come monotipico. Il germoplasma italiano era utilizzato fino agli anni '60 per la produzione di fibra di alta qualità per l'industria tessile. È seguito un periodo di almeno un trentennio durante il quale la coltura della canapa ha perso importanza per motivi prima economici (fibre sintetiche) e poi anche legali (proibizione della coltivazione della canapa da droga, di fatto non distinguibile da quella da fibra se non in seguito ad analisi del THC). A seguito della ripresa della coltura verso il 1996 in varie parti d'Europa, e a partire dal 1998 anche in Italia, si è temuto che varie pregiate razze locali italiane fossero andate completamente perse, con

conseguente grave erosione della diversità genetica di questa pianta. È stata quindi attivata la ricognizione del germoplasma collezionato dall'ISCI e da altri centri di ricerca comprendente varietà di grande tradizione colturale (Carmagnola, Fibranova), selezioni da queste cultivar, popolazioni cross-bred e razze locali.

L'esame a livello fenotipico (soprattutto livelli e grado di variabilità del contenuto di THC) e molecolare di questi materiali ha fornito una buona immagine del pool genico italiano della specie. La caratterizzazione molecolare è stata effettuata su un gruppo di diverse piante di ogni varietà, e su diversi lotti di seme; ciò a causa della variabilità molto alta riscontrata entro le varietà. Sono stati utilizzati marcatori RAPD, utilizzando quindi "primer" costituiti da 10 nucleotidi di sequenza casuale, ed esaminando su gel di agarosio i frammenti di DNA amplificati e il loro eventuale polimorfismo. In questa analisi sono state esaminate 13 fra cultivars e accessioni provenienti da varie collezioni, che riflettono una ampia distribuzione geografica d'origine: due varietà italiane (Carmagnola e Fibranova), due varietà polacche (Bialabrzieskie e Beniko), una varietà ungherese (Kompolti), e diverse accessioni provenienti da Romania, Cecoslovacchia, Corea. Il DNA totale è stato estratto da piante delle diverse accessioni (in totale, 54 piante) e sottoposto ad amplificazione utilizzando una decina di primers di diversa sequenza casuale. La variabilità riscontrata è stata straordinariamente alta (Faeti et al., 1996). Sono state individuate 205 bande di DNA amplificate; di queste, 201 bande sono risultate polimorfiche in almeno uno dei 54 individui, il che implica un livello di polimorfismo pari al 98%. Questi risultati non sono del tutto sorprendenti se si considera che la canapa è una specie dioica e quindi obbligatoriamente allogama e che, inoltre, è stata scarsamente sottoposta a selezione dai primi anni '60 in poi.

L'indice di Dice (1945) da noi utilizzato ha permesso di classificare il germoplasma in gruppi che riflettono in parte l'origine geografica dei materiali utilizzati. Sono identificabili tre pool genetici maggiori collocabili uno in Italia, un altro in Ungheria e un terzo in Asia (Corea). Un quarto gruppo risulta più eterogeneo e include una miscela di accessioni provenienti, probabilmente, dai siti originari europei e in seguito diffusi in Polonia, Cecoslovacchia e Romania. Questa distribuzione riflette, inoltre, le origini della canapa,

ritenuta nativa dell'Asia centrale e successivamente diffusa nei Paesi del mediterraneo (Italia e Grecia) e nell'Europa centrale.

Infine, i dati molecolari trasformati in matrici sono stati sottoposti a diversi tipi di analisi statistica (NTSYS, AMOVA, TFPGA,  $F_{ST}$ ) che, nel loro complesso, hanno fornito un insieme di risultati che consente la discriminazione varietale, a condizione di avere a disposizione un congruo numero di piante di ogni varietà (Faeti et al., 1996; Forapani et al., 2001). Della varietà italiana Carmagnola è stata costituita una mappa molecolare (Mandolino & Ranalli, 2002).

#### ANALISI DELLA STRUTTURA GENETICA DI POPOLAZIONI E VARIETÀ DI *CANNABIS SATIVA*

L'analisi RAPD del genoma di individui appartenenti a cultivar commerciali (Carmagnola, C.S., Fibranova, Fibrimon) e breeding lines (linea femminile b92.73.2.13) ha permesso di individuare 102 loci polimorfici totali, mediante l'utilizzo di 5 primers decameri. In effetti, tutte le piante esaminate hanno presentato un diverso profilo RAPD e sono perciò distinguibili fra loro per le bande ottenute dalla combinazione di uno o più primers. Nella varietà Fibranova è stato riscontrato il più elevato grado di polimorfismo (85.5%), di loci polimorfici (83) e grado di eterozigosi (0.26); la frequenza allelica invece è risultata essere la più bassa (0.42). L'analisi della partizione della varianza, stimata mediante AMOVA (Analysis of Molecular Variance), ha dimostrato che, considerando tutte le varietà complessivamente, il 48.8% della varianza riscontrata è imputabile alle differenze tra le varietà, mentre il 51.2% è dovuto alle differenze intravarietali. Questo livello così elevato di polimorfismo non sorprende dato che la canapa è un'allogama obbligata ed è comparabile con altre specie allogame, quali la patata dove è stato stimato un polimorfismo del 95%, mediante marcatori RAPD (Gebhardt et al., 1989; Forapani et al., 1999), *Lolium perenne*, dove l'analisi RAPD ha rilevato che la diversità entro le cv era superiore a quella fra le cv (Sweeney e Danneberger, 1994) o *Medicago sativa*, in cui in alcuni studi il livello di polimorfismo molecolare RAPD è stato stimato intorno al 95% (Barcaccia et al., 1994).

L'elevata percentuale di varianza dovuta a differenze individuali

più che a diversità fra le varietà e gli ecotipi è in accordo con l'ipotesi dell'esistenza di una unica specie di *Cannabis* (*Cannabis sativa*) e con l'esistenza di un unico pool genico per tutta la specie (proposta da vari autori), indipendente dal fenotipo (monoicismo, tipo di cannabinoide, etc). Infine, l'elevato grado di eterozigosi delle varietà rilevato mediante analisi RAPD ha suggerito che è possibile costruire una mappa molecolare della canapa in F1: le progenie esaminate hanno confermato che il numero di marcatori che segregano 1:1 in F1 è sufficientemente elevato per costruire una mappa (Carboni et al., 2002).

#### GENOMICA DEL THC

Oltre al THC (cannabinoide con azione psicotropica), la pianta di canapa produce anche cannabinoidi non allucinogeni (CBD e CBG, tra gli altri). In base a tale proprietà, si parla più specificamente di chemiotipi, a seconda che nella popolazione prevalgano piante con un tipo di cannabinoide oppure piante con un altro tipo (chemiotipo THC, chemiotipo CBD, chemiotipo CBG). La frequenza di questi chemiotipi è legata alla struttura genetica della popolazione e all'ambiente in cui questa è coltivata. Sono state messe a punto tecniche cromatografiche per la identificazione dei diversi cannabinoidi, sono state caratterizzate alcune cultivar e accessioni rispetto al chemiotipo, sono state condotte ricerche per studiare la base genetica dei cannabinoidi e per identificare l'azione dei principali fattori ambientali che influenzano la espressione di questi caratteri. La genetica della biosintesi dei cannabinoidi è stata elucidata completamente utilizzando materiali inbred dotati di chemotipo puro, incroci F1 e analisi di segregazione F2. Tali ricerche sono state condotte in collaborazione con il dr. Etienne de Meijer, prima alla ditta HortaPharm B.V. di Amsterdam, e oggi alla GW Pharmaceuticals di Sittingbourne (U.K.). I materiali costituiti dal dr. De Meijer sono linee a profilo puro di cannabinoidi, ottenute mediante parziale reversione del sesso di piante geneticamente femminili, seguita da autofecondazione fra le parti maschili revertite e femminili della stessa pianta. Da alcune di queste linee inbred sono state prodotte delle progenie F1 che, come atteso, pre-

sentano eterosi e chemotipo misto (THC+CBD). Un certo numero di tali individui F1 sono stati poi sottoposti a reversione parziale del sesso e autofecondazione, per ottenere diverse progenie F2 che sono state analizzate al gascromatografo per determinare il chemotipo. Le ricerche sulla ereditarietà ci hanno permesso di ipotizzare un modello in grado di spiegare il pathway di sintesi dei cannabinoidi; questo modello prevede due locus: un locus A, che è responsabile della sintesi del CBG (cannabigerolo), e un successivo locus B avente 4 alleli  $B_T$ ,  $B_D$ ,  $B_C$  e  $B_0$  in grado di trasformare il precursore CBG rispettivamente in THC, CBD, CBC o di mostrare attività enzimatica incompleta e pertanto mantenere il Cannabigerolo inalterato. Due di questi alleli ( $B_T$  e  $B_D$ ) sono stati studiati in maniera approfondita: lo studio della segregazione di progenie derivanti dall'incrocio di linee inbred omozigoti per tali alleli ( $B_T/B_T$  e  $B_D/B_D$ ) ha mostrato un comportamento di tipo codominante dei due alleli in questione. Si è poi proseguito il lavoro con la messa a punto, sui materiali descritti, di marcatori molecolari associati al chemotipo. Si è scelta la strategia B.S.A. (Bulk Segregant Analysis), che prevede di costituire bulk di DNA da almeno 5 piante di ciascuno dei chemotipi puri (THC o CBD) che compaiono in ogni F2. Si sono costituite così 7 coppie di bulk da 7 diverse F2 e questi pool di DNA sono stati esaminati con la tecnica RAPD. Sono stati selezionati 3 marcatori RAPD (Random Amplified Polimorphic DNA), 2 associati al chemiotipo THC e uno al chemiotipo CBD. Quindi è stato sviluppato un marcatore SCAR (Sequence Characterized Amplified Region) a primer specifici che ha mostrato comportamento codominante: una singola banda di 190 bp associata all'allele THC in omozigosi, una di 200 bp associata all'allele CBD se omozigote e un segnale a tre bande (190-200 e 250) nel caso di individui eterozigoti THC/CBD. I marcatori molecolari ottenuti sono in grado di determinare univocamente il chemotipo di una pianta a livello genomico (da fibra o da droga) a uno stadio molto precoce dello sviluppo (De Meijer et al., 2003; Mandolino et al., in stampa; Mandolino et al., 2003). Ciò ha permesso: i) di identificare linee aventi il più basso contenuto di THC; ii) di selezionare linee in grado di produrre in maniera distinta e differenziale i singoli cannabinoidi principali (Carboni et al., 1998).

Il sesso in *Cannabis sativa* è determinato dalla presenza di cromosomi sessuali. Il suo corredo cromosomico è infatti costituito da 9 coppie di autosomi e da una coppia di cromosomi sessuali (Sakamoto et al., 1998). Il sesso maschile è definito dalla presenza della coppia eteromorfa XY mentre quello femminile è definito dalla coppia XX, similmente a quanto si verifica in altre specie dioiche, come per esempio la *Silene latifolia*.

Il cromosoma X di *Cannabis* è submetacentrico e porta un satellite all'estremità del braccio corto. Il cromosoma Y è subtelocentrico: ha un satellite all'estremità del braccio corto e il braccio lungo particolarmente sviluppato. Complessivamente è il doppio del cromosoma X (Sakamoto et al., 1998), tanto da far pensare che la differenza di dimensioni tra il genoma maschile e quello femminile (rispettivamente 1683 Mbp e 1636 Mbp), sia quasi completamente attribuibile al cromosoma Y (Sakamoto et al., 1998); anche il cromosoma Y di *Cannabis* è fortemente eterocromatico e ricco di sequenze ripetute che sono causa della sua forte condensazione in metafase (Sakamoto et al., 1998). L'osservazione dei cromosomi sessuali nello stadio di pachitene della microsporogenesi, ha rivelato il loro parziale appaiamento al livello del braccio corto (Sakamoto et al., 2000).

Nel 1995 è stata identificata la prima sequenza di DNA sesso-specifica di *Cannabis sativa*, ottenuta mediante l'analisi del genoma di individui di sesso opposto con la tecnica RAPD. Si tratta di un frammento di 729 bp che in analisi southern produce un segnale molto forte unicamente negli individui di sesso maschile e dei segnali molto più deboli negli individui di sesso femminile. Questo frammento maschio-specifico è stato chiamato MADC1 (Male Associated DNA sequence in *Cannabis sativa*) (Sakamoto et al., 1995).

L'analisi della sequenza del MADC1 e delle regioni fiancheggianti ha rivelato una forte omologia con una trascrittasi inversa simile a quelle che si ritrovano nelle LTR dei retrotrasposoni di tipo LINEs (Long Interspersed Elements), che sono particolarmente rappresentati nel DNA ripetuto. L'ibridazione di cromosomi metafasici con la sonda fluorescente MADC1 ha prodotto un duplice segnale all'estremità del braccio lungo del cromosoma Y e la stessa analisi, effettuata sulle fibre distese del cromosoma Y, ha permesso

di dimostrare che MADC1 è presente in almeno 100-200 copie ripetute in tandem (Sakamoto et al, 2000). Quindi, MADC1 è molto probabilmente parte di elementi LINEs in cui è talvolta possibile riscontrare bassi livelli di trascrizione per la presenza di ORF ancora attive, relative agli enzimi connessi al meccanismo stesso della trasposizione. Le LINEs di *Cannabis sativa* (LINE-CS) sono rappresentate anche negli autosomi e nel cromosoma X, ma molto particolare è la loro specifica concentrazione all'estremità del cromosoma Y. Questo fa pensare che esse possano avere un ruolo nel mantenimento della sua struttura e che possano avere contribuito alla differenziazione morfologica e strutturale dei cromosomi sessuali, creando delle regioni eteromorfe al livello delle quali risulta repressa la ricombinazione (Charlesworth, 1991; Sakamoto et al., 2000; Moliterni, 2003).

Numerosi frammenti di DNA sesso-specifici sono stati successivamente individuati mediante l'analisi RAPD del genoma di individui di sesso maschile e femminile, appartenenti a 13 varietà e accessioni di *Cannabis sativa* (Mandolino e Faeti, 1995; Faeti et al., 1996; Mandolino et al., 1998). Uno di questi frammenti, lungo 400 bp e associato al fenotipo maschile, è stato chiamato MADC2 in accordo con la nomenclatura proposta da Sakamoto et al (1995). Il frammento, clonato e sequenziato, risulta essere privo di ORF e ha un contenuto di G+C del 40.3%. Le ricerche in banche date ha evidenziato un basso livello di omologia tra il MADC2 e alcune sequenze di DNA ripetuto riscontrate in altre specie vegetali quali orzo, frumento, cocco, pino e *Arabidopsis*. Non è stata riscontrata omologia con MADC1, nonostante la forte similitudine nel contenuto di G+C (39.9% in MADC1 e 40.3% in MADC2). L'analisi RFLP per MADC2 ha prodotto segnali multipli e identici nel maschio e nella femmina, rivelando la sua presenza in entrambi i genotipi e confermando la sua appartenenza a regioni di DNA ripetuto.

Sulla base della sequenza del MADC2 sono stati costruiti due primers corrispondenti alle posizioni 1-20 e 373-391 del frammento. Questi primers hanno permesso di amplificare una regione di 391 bp nel genoma maschile e due regioni, di circa 560 bp e 870 bp, nel genoma degli individui di sesso femminile e nei monoici. L'analisi di segregazione del frammento SCAR di 391 bp, in più di duecento individui appartenenti a varietà e accessioni diverse di



*Cannabis sativa*, ha confermato la completa associazione di questo marcatore al sesso maschile, evidenziando la possibilità di un suo impiego in programmi di selezione assistita (Mandolino et al., 1999). Tale evidenza è importante per il miglioramento genetico della canapa dioica permettendo uno screening precoce del sesso (quando la plantula è appena emersa) e una programmazione più mirata degli incroci (si potranno sistemare in campo piante già accoppiate e pronte per essere messe sotto isolatore, senza necessità di ulteriori trasferimenti), nonché più opportunità di applicazione della tecnica di Bredemann per la selezione delle piante con migliore qualità della fibra.

#### DIFFERENZIAMENTO SESSUALE

Il passaggio dalla fase vegetativa a quella riproduttiva e il processo di differenziamento sessuale sono sotto il controllo di fattori ambientali e di segnali interni alla pianta. Nelle piante seminate in campo in primavera, l'aumento naturale della durata del fotoperiodo (14-15 ore di luce) e della temperatura promuove lo sviluppo vegetativo fino a che, completato questo, la pianta va incontro al differenziamento sessuale, manifestando una *sex ratio* di 1:1. Temperature più basse, associate a un fotoperiodo più corto di quello primaverile (8-10 ore), causano generalmente un anticipo della fioritura e uno scostamento del rapporto fenotipico tra i due sessi dal valore atteso di 1:1.

Gli ormoni che principalmente sembrano regolare il differenziamento sessuale in *Cannabis* sono le auxine e le gibberelline. L'analisi del contenuto di questi due tipi di ormoni, effettuata in stadi diversi dello sviluppo e del differenziamento sessuale di individui di sesso maschile e femminile, ha dimostrato la diretta correlazione tra il livello di auxine e il sesso femminile e tra il livello di gibberelline e il sesso maschile. Il contenuto di auxine, che nelle femmine è generalmente più alto rispetto ai maschi, tende ad aumentare ulteriormente in prossimità del differenziamento dell'infiorescenza femminile; nei maschi invece il livello di auxine diminuisce durante lo sviluppo (Galoch, 1980). Al contrario, le gibberelline, maggiormente rappresentate nei tessuti maschili rispetto a quelli fem-

minili, raggiungono livelli di rilevante importanza nell'infiorescenza maschile e non in quella femminile. Il contenuto più elevato di gibberelline negli individui di sesso maschile si ritiene che sia responsabile del loro maggiore accrescimento in altezza rispetto agli individui di sesso femminile (Galoch, 1980). Il ruolo determinante delle gibberelline nel differenziamento del sesso maschile è dimostrato dal fatto che il trattamento di giovani piantine con GA3 è in grado di produrre uno spostamento radicale della sex ratio in favore del sesso maschile (il 95.9-100% degli individui mostrano il fenotipo maschile) (Chailakhyan and Khryanin, 1980).

Quindi, anche in *Cannabis sativa*, così come in altre specie a fiori unisessuali appartenenti per esempio ai generi *Asparagus*, *Cucum-ber*, *Spinacia*, *Mercurialis*, il trattamento con sostanze ormonali è in grado di modificare l'espressione fenotipica del sesso (Grant et al., 1994). Le auxine, le citochinine e l'etilene hanno nella canapa un effetto femminilizzante, mentre le gibberelline hanno un effetto mascolinizzante. Particolarità della canapa è la possibilità di ottenere la parziale o completa reversione del sesso anche in stadi molto avanzati dello sviluppo, con la produzione di fiori completamente fertili e interfecondi.

### *Basi genetiche del determinismo sessuale*

Nonostante la presenza di cromosomi sessuali, l'espressione fenotipica del sesso in *Cannabis sativa* non è rigidamente definita. La possibilità di ottenere parziale o completa reversione sessuale, la comparsa sporadica del monoicismo (infiorescenze con fiori unisessuali di entrambi i sessi) e di anomalie nello sviluppo florale, sono tutti aspetti che complicano la comprensione dei meccanismi che regolano la determinazione del sesso in questa specie. L'analisi del genoma ha permesso di individuare delle sequenze di DNA sesso-specifiche che evidentemente possono costituire uno strumento utile e affidabile per la discriminazione dei due sessi nei programmi di selezione assistita, ma trattandosi di frammenti di DNA privi di funzione codificativa, sicuramente non sono coinvolti nella regolazione del differenziamento sessuale.

È in essere un programma di ricerca che si propone di indivi-

duare i meccanismi molecolari del differenziamento sessuale di *Cannabis sativa* attraverso l'analisi dell'espressione genica in individui di sesso maschile e femminile, compiuta in momenti diversi dello sviluppo (Moliterni, 2003).

L'analisi dell'espressione genica differenziale in individui di sesso maschile e femminile in uno stadio precoce dello sviluppo dell'apice di *Cannabis sativa*, ha permesso di individuare nove cloni, che corrispondono a messaggeri maggiormente espressi negli individui di sesso femminile. Tra i cloni selezionati, quattro mostrano una chiara omologia con sequenze note e, rispettivamente, con una putativa permeasi, una Rac-GTP binding protein, una proteina ubiquitina-simile e una chinesina (Moliterni, 2003). Il maggiore grado di espressione di questi geni negli apici femminili suggerisce che in essi alcuni processi metabolici sono più attivi che negli apici maschili; questa differenza potrebbe essere dovuta o all'induzione di alcune vie metaboliche negli individui di sesso femminile, o a una repressione delle stesse negli individui di sesso maschile. L'induzione delle proteine RAC implica l'avvenuta attivazione delle cascate di trasduzione del segnale da parte di uno stimolo esogeno oppure endogeno e l'aumento dell'espressione di geni che codificano per permeasi; ciò potrebbe testimoniare un incremento del trasporto attraverso le membrane, di metaboliti o di messaggeri intracellulari. L'aumento complessivo dei livelli di trascrizione e traduzione negli individui di sesso femminile potrebbe giustificare l'induzione di proteine ubiquitina-simile e di chinesine che sono coinvolte rispettivamente nelle modificazioni post-traduzionali delle proteine e nel trasporto delle vescicole intracitoplasmatiche (Moliterni et al, 2002). A questo bisogna aggiungere che negli apici femminili sono indotti anche due cloni (C3.B e T2.C) che mostrano un'omologia, se pur non molto estesa, con geni che codificano per proteine ribosomiali. Questi dati quindi potrebbero realisticamente evidenziare una maggiore attività metabolica o di sintesi proteica negli apici femminili rispetto agli apici maschili.

#### MONOICISMO

Nella canapa dioica gli individui dei due sessi si differenziano per precocità, statura, resa e qualità della fibra. In particolare, la pianta

maschile, che inizia a disseccarsi poco dopo l'emissione del polline, è più alta, fornisce fibra in maggiore proporzione e di migliore qualità, ma ha stelo leggero e quindi raggiunge una minore produzione individuale di taglio; l'individuo femminile, invece, è più tardivo (inizia a essiccare solo dopo la maturazione del seme), è più basso, ma più grosso e pesante e quindi più produttivo.

La canapa monoica porta i due sessi sullo stesso individuo, anche se sono distinti: i fiori maschili si trovano all'ascella fogliare, raggruppati in ciuffi e sempre strettamente aderenti allo stelo, mentre i fiori femminili si trovano su brevi spighe e sono strettamente uniti all'apice dell'infiorescenza; questi ultimi sono appaiati e ciascun fiore si trova vicino a una stipola.

La canapa monoica è reperibile in natura nelle popolazioni dioiche (frequenza 0.1%). Le basi genetiche del monoicismo non sono conosciute. McPhee (1925) indusse fiori maschili su piante femminili per mezzo del trattamento con fotoperiodo. Quando questi fiori maschili impollinavano fiori femminili della stessa pianta o di altre piante, la progenie comprendeva solo piante femminili (ciò significa che, geneticamente, i fiori maschili erano XX e non XY). Numerose evidenze ottenute su piante monoiche e piante intersessuali indicano che la eredità del sesso del tipo XY non può essere assunta di generale validità; cioè, la condizione di monoicismo è associata a eredità poligenica spiegata da più geni a effetto additivo sul sesso e sull'abito di sviluppo della pianta, che porta a tutta una serie di piante mascolinizzate e femminilizzate. Il monoicismo è molto instabile e può regredire a dioicismo. Tale instabilità è esaltata dall'ambiente (fotoperiodo, livello di azoto del suolo, epoca di semina, stress termici). Tali situazioni hanno portato Ivan Bocsa, uno dei maggiori breeder europei della canapa, a considerare la monoicità "un artefatto prodotto dal breeding che richiede un intenso lavoro per essere mantenuto".

La canapa monoica può essere utilizzata come genitore impollinante di varietà unisessuali. L'impollinazione di una varietà dioica con canapa monoica produce una F1 costituita dal 90% di piante femminili, 3-5% di piante monoiche portanti principalmente fiori femminili e 2-3% di piante maschili. Questo piccolo numero di piante maschili è sufficiente ad assicurare una adeguata impollinazione della coltura. Poiché le piante della coltura portano quasi tutte il

seme (piante femminili e piante monoiche) e presentano lo stesso abito di sviluppo, questa varietà è chiamata “unisessuale”. Essa produce il 60-80% in più di seme rispetto alle cultivar dioiche: questo seme F2 è utilizzato per la coltivazione commerciale. “UNIKO-B” è una varietà ottenuta con questa procedura e deriva da un singolo incrocio fra Kompolti (varietà dioica) e Fibrimon (varietà monoica), di cui viene commercializzato il seme F2 (Ranalli e Mandolino, 1998).

Le popolazioni unisessuali possono anche essere utilizzate in incroci con cultivar geneticamente distanti (dioici oppure monoici), senza dover ricorrere alla delicata e onerosa emasculazione manuale, per valutare l'effetto di eterosi.

Il monoicismo ha due grossi svantaggi: 1) il tipo di impollinazione (prevalentemente autogama), che abbassa la resa in fibra del 10-20% rispetto alla canapa dioica per effetti di inbreeding; 2) il miglioramento genetico per il contenuto in fibra, molto più lento, in quanto il metodo Bredemann non può essere applicato alle piante monoiche (Bocsa, 1994).

#### COSTITUZIONE DI UNA MAPPA MOLECOLARE PER LA CANAPA

La variabilità riscontrabile fenotipicamente all'interno di un gruppo putativamente omogeneo, come una cultivar, è solo una piccola quota di quella realmente presente. Per decenni i genetisti hanno potuto lavorare solo su quella parte di genoma che si rendeva manifesta attraverso l'azione di geni specifici esistenti in varianti alleliche e costruire mappe genetiche solo per caratteri codificati da tali geni, fenotipicamente rilevabili. In questo senso, l'avvento delle tecniche di biologia molecolare nei primi anni '80 ha completamente rivoluzionato tale quadro, rendendo il numero di marcatori rilevabili praticamente illimitato.

In particolare, i marcatori molecolari consentono di campionare i “loci” del genoma in studio, visualizzandone la variabilità presente fra diversi individui di una popolazione o varietà, fra diverse varietà e sottospecie, nonché di stimare parametri come il livello di eterozigosi di una specie o varietà, la percentuale di loci con alleli fissati, cioè non più segreganti, e infine di riunire queste informazioni, identificate da singoli marcatori, in mappe di linkage che pos-

sono comprendere caratteri di interesse per la selezione (per esempio, il chemotipo, cioè il tipo o la quantità di cannabinoidi), fornendo così uno strumento utile per la selezione (Marker Assisted Selection o MAS) (Mandolino et al., 2003).

Le mappe genetiche costruite oggi incorporano la maggior parte dei geni noti, ma sono state rese estremamente dense quindi utilizzabili nel miglioramento genetico, dall'enorme numero di marcatori molecolari riconoscibili; tali marcatori sono infatti in grado di marcare anche le estesissime zone del genoma cui non corrispondono geni noti, o perché non ancora individuati o perché non presenti in quelle regioni.

L'elevato grado di eterozigosi riscontrato in vari lavori basati sull'uso di marcatori molecolari suggerisce la possibilità di mappatura di questa pianta in F1 anziché F2 o BC1. È stata selezionata una progenie ottenuta da incrocio fra una pianta femminile della cv. Carmagnola e una pianta monoica di un'accessione italiana proveniente dalla banca di germoplasma di Braunschweig (Germania). Tale F1, 40 individui in tutto, mostrava anche una segregazione 1:1 per il carattere monoicismo. È stata utilizzata la tecnica RAPD per esaminare questa progenie, e sono stati esaminati 441 loci; fra questi, 182 erano polimorfi nella progenie, 123 loci segregavano 1:1, e 31 segregavano 3:1 (Forapani et al., 1999). Sono quindi state costituite due mappe per Carmagnola e l'accessione italiana, utilizzando il software MapMaker 3.0, con 73 e 50 marcatori rispettivamente, distribuiti su 11 gruppi di linkage (*Cannabis sativa* possiede  $n=10$  cromosomi). Il carattere monoicismo peraltro non è ancora stato integrato nella mappa preliminare ottenuta, e non si dispone quindi di un marcatore associato a tale importante carattere. Per ottenere mappe più dense occorre utilizzare progenie F2 e marcatori multilocus prodotti da strategie analitiche innovative (AFLP) (Mandolino e Ranalli, 2002).

#### COSTITUZIONE DI NUOVE CULTIVAR

La selezione di nuove varietà all'ISCI attinge da germoplasma in collezione, sfrutta la variabilità disponibile e quella indotta mediante mutagenesi e si basa su procedure di selezione classiche delle piante allogame, finalizzate alla costituzione di popolazioni a fecondazione

libera (Ranalli et al., 1997; Zottini et al., 1987). L'unità di selezione è quindi la popolazione, la quale è valutata rispetto ai principali parametri impiegati in genetica di popolazione (varianza genetica e sue componenti, ereditabilità dei caratteri assoggettati a selezione, azioni geniche implicate nella espressione dei principali caratteri). Il programma di miglioramento genetico è stato avviato nel 1998 secondo un piano di incroci fra i parentali: Bolognese, Carmagnola, Carmagnola Selezionata, Carmagnola gigante, Eletta campana, Fibranova, Kompolti, Superfibra. Sia gli incroci che gli allevamenti sono stati realizzati in isolamento spaziale, per evitare inquinamenti da polline estraneo. A partire dalla generazione F2 le popolazioni sono state sottoposte a selezione per le caratteristiche delle piante, quali: energia germinativa, vigore vegetativo, altezza e diametro dello stelo, portamento della canopy, resistenza ai patogeni e all'allettamento, contenuto di THC. Sulla base di tali valutazioni, prima della fioritura sono state eliminate dal campo di allevamento tutte le piante di scarso valore, in modo da escluderle dall'incrocio. Il rilevamento del THC è stato effettuato in laboratorio inizialmente con metodo immunoenzimatico (Grassi et al., 1997; Grassi e Ranalli, 1999), poiché molto più veloce del metodo ufficiale gas-cromatografico e, perciò, più adatto alle esigenze di dover testare in breve tempo un numero elevato di piante. Successivamente, quando il numero di individui da saggiare si è ridotto, è stato adottato il metodo gas-cromatografico.

Su singole piante è stata rilevata la percentuale di fibra, sottoponendo tasselli di steli a macerazione in vasca con addizione di ceppi batterici a elevata azione pectinolitica (Di Candilo et al., 1999a e 2000a). Le popolazioni in più avanzata fase di selezione sono state sottoposte a prove di confronto in parcelle replicate per le valutazioni produttive e qualitative. Sono stati rilevati: produzione di biomassa, produzione di sostanza secca totale e delle sue componenti, produzione di steli, produzione di fibra, previa macerazione microbiologica delle bacchette in vasca, stigliatura e gramolatura dello stigliato, contenuto e qualità della fibra, percentuale di fibra lunga rispetto alla corta. La valutazione della qualità della fibra, cruciale nel breeding delle piante per uso tessile, è stata basata su: i) caratterizzazione morfologica e strutturale delle fibre di canapa dopo frazionamento meccanico dello stelo, macerazione, stigliatura e pettinatura; ii) caratterizzazione fisico-meccanica delle fibre di canapa

(determinazione del modulo elastico iniziale, della tenacità, della deformazione e dell'energia di rottura); iii) test di qualità delle fibre tecniche e del pettinato, prove di pettinatura e resa; iv) correlazione fra cultivar e qualità del taglio, dei semilavorati e del prodotto finito. Per lo screening delle popolazioni segreganti, risulta importante poter procedere in tempi brevi, prima della deiscenza del polline, alla scelta delle piante con fibra di elevata qualità. Le informazioni ottenute per via istologica, dal classico metodo di Bredemann, richiedono dispendio di tempo e di lavoro e non possono essere utilizzate per lo screening di popolazioni numerose con le quali normalmente si lavora nei programmi di miglioramento genetico. L'automazione delle analisi dell'immagine ha reso l'approccio microscopico molto adatto allo studio della qualità della fibra. Un obiettivo della ricerca portato avanti è la messa a punto di una procedura di valutazione della fibra a livello di pianta attraverso l'integrazione di tecniche microscopiche (immagini digitalizzate ricavate da preparati istologici) con moderni sistemi informatici di analisi d'immagine.

In particolare, per la canapa dioica, essendo a incrocio obbligato, un grosso ausilio al lavoro di breeding è fornito dalle sonde a DNA, già messe a punto dal nostro Gruppo, che permettono il riconoscimento del sesso già allo stadio di plantula (Ranalli et al., 1999; Mandolino et al., 2002; Mandolino et al., 2003). La identificazione di marcatori associati ad altri caratteri utili (contenuto di THC, chemiotipo, monoicismo) è in fase di avanzamento (Mandolino e Ranalli, 1999; Mandolino et al., 2003).

Nel primo biennio di questo progetto e in quello precedente sono state rielezionate le vecchie varietà italiane, ancora molto valide (Carmagnola, CS e Fibranova); è stata costituita una nuova cultivar dioica (Red petiole), che si distingue dalle altre per un marcatore morfologico (colorazione antocianica dei piccioli fogliari) associato a bassissimo contenuto di THC; sono state selezionate, inoltre, due nuove varietà dioiche (Fibritalia e Fibrimor) e due varietà monoiche (Carmono e Fibromono), tutte caratterizzate da bassissimo contenuto di THC. Infine, sono state costituite molte famiglie dioiche e monoiche, in fase più o meno avanzata di breeding, che hanno dimostrato nelle prime prove di campo, ottima adattabilità ai vari ambienti di coltura (assenza completa di sensibilità alla preforitura) ed elevata resa (in biomassa, sostanza secca e fibra).



## CONCLUSIONI

Le nuove varietà ottenute dal programma di miglioramento genetico, unitamente alle varietà italiane già iscritte al registro, costituiscono una gamma di cultivar sufficientemente ampia e differenziata per ciclo di maturazione, tale da soddisfare le esigenze dei vari contesti colturali.

La disponibilità di marcatori associati a caratteri utili permette una selezione più mirata e lo sviluppo di programmi di breeding assistito.

La capacità del marcatore di 391 bp di produrre una discriminazione precoce e rapida dei due sessi ha ricadute positive nella selezione precoce per il contenuto di fibra dello stelo (applicazione del metodo Bredemann) e nello studio dei geni implicati nel differenziamento sessuale della canapa (rende possibile l'investigazione degli stadi più precoci di questo processo in cui molto probabilmente cominciano a esprimersi i geni responsabili del differenziamento in senso maschile o femminile dell'apice).

L'elevata quota di variabilità fra individui della stessa cultivar rispetto a quella ascrivibile alla divergenza fra cultivar o ecotipi è in accordo con l'ipotesi dell'esistenza di una unica specie in *Cannabis* (*Cannabis sativa*), e con l'esistenza di un unico pool genico per tutta la specie, proposta da vari autori, e indipendente da caratteristiche fenotipiche delle piante come, per esempio, il monoicismo e il tipo di cannabinoide (De Meijer, 1995; 1999).

## BIBLIOGRAFIA CITATA

- AINSWORTH C.C. (1999): *Sex determination in flowering plants*, Bios Scientific Publishers, Oxford-Washington DC.
- ALLAVENA D. (1961a): *Fibranova, nuova varietà di canapa ad alto contenuto di fibra*, «Sementi Elette», 5, pp. 34-44.
- ALLAVENA D. (1961): *Metodo Bredemann per la determinazione delle resa in fibra della canapa a scopo selettivo*, «Sementi Elette», VII (3), pp. 26-36.
- BARCACCIA G., TAVOLETTI S., PEZZOTTI M., FALCINELLI M., VERONESI F. (1994): *Fingerprinting of alfalfa meiotic mutants using RAPD markers*, «Euphytica», 80, pp. 19-25.

- BOCSA I. (1954): *Results of heterosis breeding in hemp (Hungarian)*, «Novénytermelés», 3, pp. 301-303.
- BREDEMANN G. (1924): *Beiträge zur Hanfzucht II. Anlese faserreicher. Mannchen zur Befruchtung durch Faserbestimmung an der lebenden Pflanze vor der Blüte*, «Angew. Bot.», 6, pp. 348-360.
- BREDEMANN G. (1937): *Zuchtung des Hanfes auf Fasergehalt*, «Z. Pflanzenz.», 12, pp. 259-268.
- BREDEMANN G. (1953): *Vedreifachung des Fasergehalts bei Hanf durch fortgesetzte Mannchen und Weibchenauslese*, «Mater. Veg.», 2, pp. 167-187.
- BREDEMANN G., GARBER W., HUHNE W., VON SENGBUSCH R. (1961): *Die Zuchtung von monozischen und diozischen, faserertragsreichen Hanfsorten Fibrimon und Dibridia*, «Z. Pflanzenz.», 46, pp. 235-245.
- CARBONI A., FORAPANI S., MANDOLINO G., RANALLI P. (1998): *A sequence characterized marker for sex phenotype in dioecious hemp (Cannabis sativa L.)*, XV EUCARPIA General Congress, Viterbo (Italy), September 20-25, pp. 99.
- CARBONI A., PAOLETTI C., MOLITERNI V.M.C., RANALLI P., MANDOLINO G. (2000): *Molecular markers as genetic tools for hemp characterization*, Proc. 3<sup>rd</sup> Bioresource Hemp, Wolfsburg (Germany): <http://www.nova-institut.de/biore-source-hemp/programm.htm>
- CHAILAKYAN M.K. and KHRVANIN V.N. (1980): *Hormonal regulation of sex expression in culture of isolated hemp germs*, «Naturwissenschaften», 67, pp. 94-95.
- CHARLESWORTH B. (1991): *The evolution of sex chromosomes*, «Science», 251, pp. 1030-1033.
- CRESINI F. (1956): *La fecondazione incestuosa: processo mutageno in Cannabis sativa L.*, «Caryologia», 9, pp. 82-92.
- DEWEY L.H. (1913): *Hemp. Yearbook of the USDA*, 1913, pp. 283-316.
- DEWEY L.H. (1927): *Hemp varieties of improved type are result of selection*, Yearb. Dept. Agr. USA, pp. 358-361.
- DI CANDILO M., RANALLI P., BOZZI C., FOCHE B., MASTROMEI G. (2000a): *Preliminary results of tests facing with the controlled retting of hemp*, «Industrial Crops and Products», 11, pp. 197-203.
- DI CANDILO M., RANALLI P., MASTROMEI G., POLSINELLI M., BOZZI C., FOCHE B. (1999a): *Individuazione delle condizioni ottimali per la realizzazione della macerazione microbiologica della canapa in vasca*, Atti del XXXIII Convegno Annuale della Società Italiana di Agronomia, Legnaro (PD), 20-23 settembre 1999, pp. 267-268.
- DICE V.R. (1945): *Measures of the amount of ecologic: association between species*, «Ecology», 26, pp. 297-302.
- FAETI V., MANDOLINO G., RANALLI P. (1996): *Genetic diversity of Cannabis sativa germplasm based on RAPD markers*, «Plant Breeding», 115, pp. 367-370.
- FLEISCHMANN R. (1931): *Hanf- und Flachskultur in Ungarn*, «Faserforsch.», 9, pp. 143-149.
- FLEISCHMANN R. (1934): *Beiträge zur Hanfzucht*, «Faserforsch.», 11, pp. 156-161.
- FORAPANI S., CARBONI A., CASTELLANI E., MANDOLINO G., RANALLI P. (1999):

- RAPD markers for potato germplasm characterization*, «J. Genet. & Breeding», 53, pp. 143-147.
- FORAPANI S., CARBONI A., PAOLETTI C., MOLITERNI V.M.C., RANALLI P., MANDOLINO G. (2001): *Comparison of hemp (Cannabis sativa L.) varieties using RAPD markers*, «Crop Sci.», 41, pp. 1286-1289.
- GALOCH E. (1980): *The hormonal control of sex differentiation in dioecious plants of hemp (Cannabis sativa)*, «Acta Physiologiae Plantarum», vol. 1, pp. 31-39.
- GEBHARDT C., BLOMENDHAL C., SCHACHTSCHABEL U., DEBENER T., SALAMINI F., RITTER E. (1989): *Identification of 2n breeding lines and 4n varieties of potato (Solanum tuberosum ssp. tuberosum) with RFLP fingerprinting*, «Theor. Appl. Genet.», 78, pp. 16-22.
- GRANT S., HOUBEN A., VYSKOT B., SIROKY J., PAN W.H., MACAS J., SAEDLER H. (1994): *Genetics of sex determination in flowering plants*, «Developmental genetics», 15, pp. 214-230.
- GRASSI G., MOSCHELLA A., FIORILLI M.P. (1997): *Evaluation and development of serological methods to detect THC in hemp*, Proceedings of the symposium: *Hemp bioresource*, Frasnktfurt (D), 27 February-2 March, pp. 197-201.
- GRASSI G., RANALLI P. (1999): *Detecting and monitoring plant THC content: innovative and conventional methods*, in *Advances in Hemp Research* (P.Ranalli Ed.), The Haworth Press, Binghamton, New York (USA), pp. 43-60.
- GRISHKO N.N., MALUSHA K.V. (1935): *Probleme und Richtlinien in der Hanfzuchtung*, «Trudy prikl.», 74, pp. 61-67 (Russian) (cit. Hofmann 1961).
- HORKAI E. (1977): *Investigations on the heredity of fibre content and dry stalk production in Kompolti hemp*, «Novénytermelés», 26, pp. 451-459 (Hungarian with English summary).
- HORKAI E. (1982): *Primary and secondary fibre-cell ratio as affected by selection for increasing fibre content*, «Novénytermelés», 31, pp. 297-301 (Hungarian with English summary).
- HORKAI E., BOCSA I. (1997): *Objective basis for evaluation of differences in fibre quality between male, female and monoecious hemp*, «Journal of International Hemp Association», 3, pp. 67-68.
- KERÉKGYARTO P., NAGY K. (1967): *Der Einfluss der Minereraldüngung auf die Faserqualität des Hanfes (Hungarian with summary in German)*, Rostnovények, pp. 23-31.
- MANDOLINO G., FAETI V. (1995): *Diversità genetica e marcatura del sesso in Cannabis sativa*, Atti XXXIX Convegno Annuale SIGA, Vasto Marina (CH), 27-30 Settembre 1995, pp. 66-67.
- MANDOLINO G., RANALLI P. (1999): *Advances in biotechnological approaches in hemp breeding*, in *Advances in Hemp Research* (P. Ranalli Ed.), The Haworth Press, Binghamton, New York (USA), pp. 185-212.
- MANDOLINO G., BAGATTA M., CARBONI A., RANALLI P., MEIJER E.P.M. DE (2003): *The qualitative and quantitative aspects of the inheritance of chemical phenotype in Cannabis*, «J. of Ind. Hemp», 2, pp. 51-72.
- MANDOLINO G., CARBONI A., BAGATTA M., CRUCITTI P., RANALLI P. (2002): *Variazabilità e mappatura di marcatori molecolari RAPD in Cannabis sativa L.*, «Agroindustria», 1, pp. 3-7.

- MANDOLINO G., CARBONI A., BAGATTA M., MOLITERNI V.M.C., RANALLI P. (2002): *Occurrence and frequency of putatively Y chromosome linked DNA markers in Cannabis sativa L.*, «Euphytica», 126, pp. 211-216.
- MANDOLINO G., CARBONI A., BAGATTA M., PACIFICO D., RANALLI P., MEIJER E.P.M. DE (2003): *Genetics and biochemistry of cannabinoids*, Proc. of the workshop "Potential of metabolic profiling in plants", Turin (Italy), November 13-14, in corso di stampa.
- MANDOLINO G., CARBONI A., BAGATTA M., RANALLI P., MEIJER E.P.M. DE (2003): *Genetic analysis and molecular markers for the synthesis of THCA and CBDA in Cannabis sativa L. plants*, Abstracts of the 3<sup>rd</sup> Int. Symp. on Natural Drugs, Naples (Italy), October 2-4, p. 120.
- MANDOLINO G., CARBONI A., FORAPANI S., FAETI V. and RANALLI P. (1999): *Identification of DNA markers linked to the male sex in dioecious hemp (Cannabis sativa L.)*, «Theor. Appl. Genet.», 98, pp. 86-92.
- MANDOLINO G., CARBONI A., FORAPANI S. and RANALLI P. (1998): *DNA markers associated with sex phenotype in hemp (Cannabis sativa L.)*, Proc. Bast Fibrous Plants Today and Tomorrow. St. Petersburg, September 28-30, pp. 197-201.
- MANDOLINO G., CARBONI A., PACIFICO D., RANALLI P., MEIJER E.P.M. DE (2003): *The control of the chemical phenotype in Cannabis sativa L.: genetic analysis and molecular markers*, Atti XLVII Convegno Annuale SIGA, Verona, 24-27 Settembre: [www.siga.unina.it/SIGA2003/S3b.htm](http://www.siga.unina.it/SIGA2003/S3b.htm)
- MANDOLINO G., RANALLI P. (2002): *The applications of molecular markers in genetics and breeding of hemp*, «J. of Ind. Hemp», 7, pp. 7-23.
- MCPHEE H. (1925): *The influence of environment on sex in hemp*, «J. Agr. Res.», 31, pp. 935-943.
- MEIJER E.P.M. DE (1995): *Fiber hemp cultivars: a survey of origin, ancestry, availability and brief agronomic characteristics*, «J. of Ind. Hemp», 2, pp. 66-73.
- MEIJER E.P.M. DE (1999): *Cannabis germplasm resources*, in P. Ranalli (ed.) *Advances in Hemp Research*, The Haworth Press, Inc. New York, London, pp. 133-151.
- MEIJER E.P.M. DE, BAGATTA M., CARBONI A., CRUCITTI P., MOLITERNI V.M.C., RANALLI P., MANDOLINO G. (2003): *The inheritance of chemical phenotype in Cannabis sativa L.*, «Genetics», 163, pp. 335-346.
- MOHAM RAM H.Y., NATH R. (1964): *The morphology and embryology of Cannabis sativa Linn.*, «Phytomorphology», 14, pp. 414-429.
- MOLITERNI V.M.C. (2003): *Ricerca dei geni coinvolti nel differenziamento sessuale di Cannabis sativa L.*, Tesi dottorato, Università degli studi di Bologna, pp. 67.
- MOLITERNI V.M.C., CATTIVELLI L., MANDOLINO G., RANALLI P. (2003): *An integrated approach for the study of sexual differentiation of Cannabis sativa L.*, Atti XLVII Convegno Annuale SIGA, Verona 24-27 Settembre: [www.siga.unina.it/SIGA2003/I35.htm](http://www.siga.unina.it/SIGA2003/I35.htm)
- MOLITERNI V.M.C., CATTIVELLI L., MANDOLINO G., RANALLI P. (2001): *Search for the genes involved in sexual differentiation of Cannabis sativa L.*, XLV Convegno Annuale della SIGA, Salsomaggiore T. (PR), 26-29 September: [www.siga.unina.it/SIGA2001/s3d.html](http://www.siga.unina.it/SIGA2001/s3d.html)

- MOLITERNI V.M.C., MANDOLINO G., CATTIVELLI L., RANALLI P. (2002): *Identificazione di marcatori molecolari associati al sesso e loro applicazione al breeding ed allo studio del differenziamento sessuale di Cannabis sativa L.*, «Agroindustria», 1, pp. 8-13.
- RANALLI P. (1998): *Hemp*, in *Italian Contribution to Plant Genetics and Breeding* (G.T. Scarascia Mugnozza & M.A. Pagnotta Eds.), Università of Tuscia, pp. 803-811.
- RANALLI P. (1999): *Agronomical and physiological advances in hemp crop*, in *Advances in Hemp Research* (P. Ranalli Ed.), The Haworth Press, Binghamton, New York (USA), pp. 61-84.
- RANALLI P. (2002): *Hemp in Italy: a new research project*, «J. of Ind. Hemp», 7, pp. 139-141.
- RANALLI P. (2003): *Advances of hemp sector in Italy and its perspective*, 1<sup>st</sup> International Conference of the European Industrial Hemp Association. Hurth (Germany), 24-25 October, in corso di stampa.
- RANALLI P., DI CANDILO M., MANDOLINO G., GRASSI G., CARBONI A. (1999): *Hemp for sustainable agricultural systems*, «Agro Industry hi-tech», 10, pp. 33-38.
- RANALLI P., DI CANDILO M., MARINO A., GRASSI G., POLSINELLI M., CASARINI B. (1997): *Induction of morphological mutants in Cannabis sativa L.*, Proc. 2<sup>nd</sup> Bioresource Hemp, Frankfurt (Germany), pp. 191-193.
- RANALLI P., MANDOLINO G. (1998): *Il monoicismo nella canapa*, in *Canapa: il ritorno di una coltura prestigiosa* (P. Ranalli e B. Casarini Eds), Avenue Media, Bologna, pp. 53-61.
- RANALLI P., MANDOLINO G., CARBONI A. DI CANDILO M. (2003): *Cannabis sativa: a genetic plant model for industrial end uses*, Atti XLVII Convegno Annuale SIGA, Verona 24-27 Settembre: [www.siga.unina.it/SIGA2003/3\\_03.htm](http://www.siga.unina.it/SIGA2003/3_03.htm)
- RANALLI P., MANDOLINO G., GRASSI G., CARBONI A., MOSCHELLA A. (1999): *Advances of biotechnological approaches in hemp breeding*, Sixth Symposium on Renewable Resources for the Chemical Industry, March 23-25, Bonn (Germany), p. 13.
- SAKAMOTO K., AKIYAMA Y., FUKUI K., KAMADA H. and SATOH S. (1998): *Characterization: genome size and morphology of sex chromosomes in hemp (Cannabis sativa L.)*, «Cytologia», 63, pp. 459-464.
- SAKAMOTO K., OHMIDO N., FUKUI K., KAMADA H., SATOH S. (2000): *Site-specific accumulation of a LINE-like retrotransposon in a sex chromosome of the dioecious plant Cannabis sativa*, «Plant Molecular Biology», 44, pp. 723-732.
- SAKAMOTO K., SHIRNOMURA K., KOMEDA Y., KAMADA H., SATOH S. (1995): *A male associated DNA sequence in a dioecious plant, Cannabis sativa L.*, «Plant Cell Physiol.», 36(8), pp. 1549-1554.
- SWEENEY P.M., DANNEBERGER T.K. (1994): *Random Amplified Polymorphic DNA in perennial ryegrass: a comparison of bulk samples vs. individuals*, «Hort Sci.», 29, pp. 624-626.
- VEDENSKI V. (1929): *On the methodic and actual problems of fibre hemp breeding*, Bull. Appl. Bot. Gentile. Plant. Breed., Leningrad.
- ZOTTINI M., MANDOLINO G., RANALLI P. (1997): *Effects of  $\gamma$  ray treatment on Cannabis sativa pollen viability*, «Plant Cell Tissue and Organ Culture», 47, pp. 189-194.

CARLO CHIOSTRI\*

IL PROGETTO DELLA REGIONE TOSCANA:  
PRESENTAZIONE DEL BANDO  
PER UN “PROGETTO PILOTA” RELATIVO  
ALLA COLTIVAZIONE, TRASFORMAZIONE  
E COMMERCIALIZZAZIONE DELLA CANAPA  
A SCOPI PRODUTTIVI E AMBIENTALI

Desidero con la mia relazione approfondire i contenuti del progetto pilota relativo alla coltivazione, trasformazione e commercializzazione della canapa a scopi produttivi e ambientali che l'Assessore all'agricoltura, foreste, caccia e pesca della Regione Toscana, Tito Barbini, ha già introdotto nella sua apertura.

Voglio ricordare che questo progetto è scaturito sì da una legge Regionale, ma anche da un ampio dibattito svoltosi sia in Consiglio Regionale sia successivamente nei tavoli di filiera/progetto, promossi dall'ARSIA, che sono lo strumento tecnico, ricordato dall'Assessore Barbini, con cui la Regione Toscana valuta e promuove le iniziative di ricerca che vengono finanziate con risorse regionali. Il progetto è oggetto di una specifica legge regionale, la legge n. 12 del 14 febbraio 2003 e ha una precisa finalità: quella di creare in via prioritaria una filiera tessile regionale economicamente equilibrata senza escludere altre utilizzazioni. Il prof. Venturi prima di me ha ricordato molto bene che la pianta della canapa può avere varie utilizzazioni secondo i vari stadi di altezza della pianta stessa; i derivati possono trovare spazio anche in campo farmaceutico, alimentare, cosmetico. La legge attribuisce all'Agenzia regionale per lo sviluppo e l'innovazione in agricoltura (ARSIA) e quindi al servizio «Promozione, collaudo e trasferimento dell'innovazione» il compito di attivare iniziative e realizzare un progetto pilota relativo agli aspetti produttivi, ambientali, relativi alla coltivazione e trasformazione della canapa nel territorio toscano e alla sua successiva commercia-

\* *Dirigente ARSIA Responsabile del Servizio “Promozione, collaudo e trasferimento dell'innovazione”*

lizzazione. È requisito indispensabile che il progetto si sviluppi e si realizzi in Toscana. I soggetti partecipanti al progetto possono provenire in teoria da tutta Europa, ma l'importante è riuscire ad attivare questo progetto sul nostro territorio regionale.

Dal '95 l'Agenzia, postasi come obiettivo la definizione di un metodo che puntasse contemporaneamente alla qualità della domanda e dell'offerta, ha portato alla realizzazione di un modello che si fonda su due strumenti essenziali: il tavolo di concertazione tecnica (rispondente alle esigenze di formazione e organizzazione della domanda di ricerca e innovazione) e il bando pubblico (dal punto di vista delle modalità di finanziamento della ricerca). La Toscana è stata la prima Regione in Italia ad adottare lo strumento del bando pubblico, seguita nel corso degli anni da altre Regioni che hanno fatto proprio questo modello per la promozione della ricerca, condiviso anche dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome. In effetti proprio il 27 febbraio scorso la Conferenza dei Presidenti ha approvato un documento sulla ricerca agraria, trasmesso ai Ministeri competenti, vale a dire il Ministero dell'agricoltura e foreste, il Ministero dell'università e della ricerca scientifica e il Ministero delle politiche regionali, con il quale le Regioni, avvalendosi della competenza loro attribuita dalla recente modifica del Titolo V della Costituzione italiana a opera della legge n. 3/2001, secondo cui la «ricerca scientifica e tecnologica e il sostegno all'innovazione per i settori produttivi» è divenuta materia di legislazione concorrente, hanno per la prima volta presentato una posizione congiunta sulle procedure e i metodi che vorrebbero fossero adottati sia a livello regionale che nazionale con particolare riferimento appunto allo strumento del bando pubblico.

Il «tavolo di concertazione tecnica» (di filiera o di progetto), a cui si è fatto riferimento in precedenza, è convocato dall'ARSIA ed è finalizzato a individuare la domanda di innovazione sul territorio regionale; vi partecipano i rappresentanti del mondo economico, sociale e scientifico toscano di volta in volta individuati secondo le tematiche dibattute. Possono essere chiamati al tavolo per la categoria economica, le imprese attraverso le loro rappresentanze (l'Associazione Industriali, l'Associazione Piccole e Medie Imprese, le Associazioni dell'Artigianato e del Commercio, le Organizzazioni Professionali Agricole) i consorzi di tutela dei prodotti, le associa-

zioni dei produttori (in questo caso della canapa). Inoltre, può essere richiesta la presenza delle associazioni ambientaliste, delle associazioni dei consumatori, degli ordini professionali ecc. Il mondo scientifico, infine, partecipa al tavolo di concertazione non quale soggetto chiamato a dare direttamente risposte in termini di ricerca, bensì quale soggetto altamente qualificato a selezionare, orientare e strutturare la definizione della domanda di innovazione.

Dopo l'emanazione della L.R. 12/2003, l'ipotesi progettuale è stata definita nel corso di due riunioni, tenutesi presso l'ARSIA, il 12 marzo e il 29 aprile scorsi.

La Legge approvata all'unanimità dal Consiglio Regionale entra molto nel merito, ponendo al bando precisi vincoli, anche se è stato fatto uno sforzo per cogliere le varie esigenze che sono emerse dal tavolo di filiera. Il bando pone l'obiettivo di valorizzare tutti i segmenti della filiera della canapa in Toscana, con riferimento alla produzione (compresa l'individuazione e la validazione delle varietà più idonee all'ambiente toscano), alla trasformazione (con la messa a punto di una linea operativa adeguata) e alla commercializzazione (con l'individuazione delle tipologie di mercato più funzionali (a partire in via prioritaria dal tessile).

Il bando dunque richiede non tanto un programma di ricerca, ma un progetto più di tipo precompetitivo. Esso si articola in quattro sottoprogetti. Il primo è destinato alla ricerca delle varietà più idonee rispetto a quelle disponibili per gli agricoltori, alla realizzazione di una banca del seme, per consentirne poi la distribuzione agli agricoltori, alla prima riproduzione delle sementi selezionate e alla realizzazione di campi sperimentali-dimostrativi volti a individuare le migliori varietà. Per quanto riguarda quest'ultimo punto, la Regione Toscana ha messo a disposizione anche le proprie Aziende Regionali agricole di Cesa (Ar) e di Alberese (Gr); non è obbligatorio rivolgersi a queste aziende per lo svolgimento della predetta attività, che può avvenire anche in aziende private presenti sul territorio regionale, ma sono state messe comunque a disposizione dei soggetti che desiderano candidarsi a presentare le proposte progettuali in quanto trattasi di due strutture di cui la Regione dispone e quindi è giusto che siano utilizzate per fini di interesse pubblico. Il secondo sottoprogetto riguarda la «Progettazione e realizzazione di attrezzature e macchinari idonei alla raccolta della canapa», mentre



il terzo sottoprogetto verte su «ricerche preliminari e sulla successiva realizzazione di un centro per la prima lavorazione (stoccaggio, macerazione, stigliatura, pettinatura) della canapa». Infine, il quarto e ultimo sottoprogetto riguarda «un'indagine sulle potenzialità produttive e sulla convenienza socio-economica in via prioritaria della filiera tessile in Toscana» al fine di verificare se questa filiera è sostenibile dal punto di vista non solo ambientale, ma soprattutto economico.

Il bando prevede che il progetto operativo abbia una durata di 3 anni. Indicativamente il bando, sulla base di una decisione assunta dal tavolo di filiera, assegna il 15% delle risorse al primo sottoprogetto, relativo alla parte più prettamente agronomica, il 20% alla parte legata alla messa a punto di macchine per la raccolta, il 60% alla fase della prima lavorazione (che necessita di maggiori costi di investimento) e il 5% all'analisi economica. L'importo ammesso a finanziamento è di 1.573.000,00 € in 3 anni, di cui il 75% (pari a € 1.179.750,00) è finanziato dall'ARSIA, mentre la parte rimanente dovrà essere coperta dalla compartecipazione dei soggetti che partecipano al progetto (in questo, il modello seguito dai bandi dell'ARSIA segue le regole in vigore a livello comunitario). L'importo ammesso a finanziamento può essere superato laddove i soggetti proponenti apportino direttamente ulteriori finanziamenti.

I progetti che saranno predisposti in risposta al bando devono presentare alcuni requisiti essenziali. In primo luogo devono essere caratterizzati da innovazione sotto il profilo tecnico-scientifico e devono fornire idee valide affinché i risultati ottenuti alla fine del progetto possano essere trasferiti e resi disponibili a tutti coloro che sono interessati ad attivare questa filiera nel territorio regionale. Si richiedono specifiche competenze relativamente alle attività da svolgere, un'ottima qualità per la gestione del progetto con necessità di competenze interdisciplinari complesse, nonché la partecipazione obbligatoria di soggetti imprenditoriali. Per realizzare quanto richiesto dal bando e quindi dalla L.R. n. 12/2003 non si parte da zero; il prof. Venturi ha in precedenza illustrato il quadro di tutto ciò che negli anni passati è stato realizzato sulla canapa; occorre dunque partire dalle iniziative che sono state già finanziate sia sul territorio regionale, sia a livello nazionale ed europeo. In tal senso il progetto non è un progetto di ricerca ma intende collaudare e trasferi-

re il *know how* già acquisito. Ultimo requisito in ordine di illustrazione, ma non di importanza, è la compartecipazione finanziaria al progetto cui ho già fatto cenno.

Una volta pervenute le proposte progettuali in risposta al bando si aprirà la fase di valutazione. Da un anno circa l'ARSIA si è dotata di principi di valutazione chiari e trasparenti (presentati lo scorso anno durante un convegno nazionale sulla valutazione dei progetti di ricerca tenutosi a Firenze), quali la qualità tecnico-scientifica della proposta, la chiarezza della formulazione e coerenza interna della proposta, l'opportunità economica della proposta in base al rapporto costi/benefici della stessa e alla congruità dei costi sul piano finanziario, la qualità del partenariato, e naturalmente la rispondenza alle finalità della L.R. n. 12/2003. Il Presidente della Commissione Agricoltura del Consiglio Regionale, Roggiolani, è stato molto chiaro su questo punto: in questa proposta progettuale, come dice esplicitamente la predetta legge, si richiede che vengano portati avanti percorsi di coltivazione della canapa di tipo ecologico, quindi senza l'impiego di dissecanti, diserbanti e nanizzanti. Saranno infine particolarmente privilegiati tutti gli aspetti connessi alla rappresentatività dell'intera filiera agroindustriale della canapa e la presenza di partners che assicurino la rappresentatività degli attori della filiera, in primo luogo della filiera tessile, senza comunque escludere eventuali altri possibili utilizzazioni.

Nel quadro della procedura definita dall'ARSIA per la promozione della ricerca, tramite il bando pubblico, abbiamo strutturato in Toscana un elenco di esperti valutatori che vede al momento 183 iscritti, di varia provenienza geografica, divisi per aree tematiche (produzioni vegetali; produzioni animali; clima, agronomia e irrigazione, meccanica agraria ed energia; salute e alimentazione; economia agraria e sviluppo integrato dello spazio rurale). La struttura dell'Agenzia esegue solo l'istruttoria per verificare l'ammissibilità dei progetti alla fase di valutazione vera e propria, mentre la valutazione (anonima nella prima fase) viene fatta da una commissione composta da due esperti esterni, appartenenti a strutture non coinvolte nei progetti presentati e individuati nel predetto elenco, e da un dirigente dell'Amministrazione regionale competente in materia, con funzioni di presidente.

Prima che l'ARSIA procedesse alla pubblicazione del bando, la

Giunta Regionale ci ha comunicato che la Legge Regionale, contrariamente a quanto inizialmente verificato dalla Commissione Agricoltura del Consiglio Regionale, presentava degli aspetti non perfettamente compatibili con le regole della Comunità Europea in materia di aiuti di stato e quindi che sussisteva la necessità di procedere a una notifica alla Commissione Europea sia della Legge Regionale che della proposta di bando. Ciò ha portato pertanto a una sospensione dell'iter procedurale per l'avvio del progetto pilota. Pertanto, non appena dalla Giunta Regionale arriverà il nullaosta a seguito del parere positivo e/o delle eventuali osservazioni che dovranno pervenire dagli Uffici della Commissione di Bruxelles, l'ARSIA procederà alla pubblicazione del bando su due quotidiani a tiratura nazionale nonché sul sito internet dell'ARSIA unitamente alla modulistica per la presentazione del progetto e alle schede e procedure di valutazione.

Approfitto di questa occasione per informare del fatto che, come già accennato dall'Assessore Barbini, il 2 luglio prossimo sarà pubblicato, sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana, oltre che su due quotidiani a tiratura nazionale, un ulteriore bando relativo alla valorizzazione delle colture non alimentari in Toscana, che ricomprende anche la canapa. Ed è per questo motivo che lo presento in questa sede. L'iniziativa che si intende avviare mira a fornire alla Regione Toscana gli elementi per contribuire a fornire le strategie di breve e medio periodo della Politica Agricola Comunitaria. In particolare si intende acquisire uno scenario delle potenzialità per la creazione in Toscana di filiere no food in alternativa ai seminativi destinati a scopi alimentari. Il bando riguarderà quindi un'analisi delle prospettive per le colture non alimentari, al fine di dare alla Regione Toscana e al mondo imprenditoriale elementi conoscitivi volti a guidare le scelte strategiche, relative sia alla ricerca e sperimentazione che al sostegno alle imprese e agli investimenti aziendali relativi al settore. Si cerca in tal modo di far fronte alla incertezza nelle prospettive per molte colture agrarie in Toscana, verificando le opportunità di consolidare le filiere nel campo delle colture no food (colture agrarie dedicate per la produzione di energia, per coloranti naturali, fibre vegetali, biocombustibili, biolubrificanti, biopolimeri ecc.). Questa idea progettuale è stata messa a punto dallo stesso tavolo di filiera che ha contribuito a definire il bando per il progetto pilota sulla canapa.

Con riferimento ai contenuti, questa ulteriore iniziativa, si articola in tre sottoprogetti che vertono, rispettivamente, il primo, sull'analisi degli scenari economici di politica agricola, il secondo, sull'analisi delle potenzialità e dei vincoli per lo sviluppo delle colture no food in Toscana e il terzo sulla messa a punto di un inventario della ricerca che a livello internazionale, nazionale e regionale è stata prodotta sul no food e di quali sono le innovazioni attualmente disponibili per i produttori. Il primo sottoprogetto ha una valenza molto importante perché deve analizzare gli scenari di opportunità e le tendenze macro sui mercati del no food e sui settori nei quali può essere intravisto uno sbocco commerciale. Tale indagine consentirà inoltre di analizzare eventuali ostacoli e vincoli all'attivazione della filiera, affinché il legislatore possa eventualmente intervenire per la loro rimozione. Nell'ambito del secondo sottoprogetto saranno presi in considerazione le categorie merceologiche, i processi produttivi, i punti di criticità, i mercati attuali e potenziali, le opportunità per le imprese e i vincoli relativi al loro sviluppo sul territorio regionale. Infine, il terzo sottoprogetto prevede la realizzazione di un inventario della ricerca con la rassegna e classificazione delle principali problematiche tecniche affrontate in questo settore e i risultati raggiunti, l'analisi dell'evoluzione delle ricerche nel tempo e l'individuazione dei problemi ancora aperti, le innovazioni prodotte e rese disponibili alle imprese toscane.

A questo proposito ricordo che l'ARSIA ha messo a punto uno specifico servizio denominato «Agrinnova Trasferimento», strutturato per i comparti maggiormente rappresentativi dell'agricoltura toscana (tra cui quello delle colture erbacee che qui ci interessa), che opera attraverso il sito [www.agrinnova.it](http://www.agrinnova.it). Il servizio, che per le colture erbacee prende il nome di «Erbinnova», favorisce la comunicazione fra detentori di innovazione e utilizzatori, consentendo l'acquisizione e il trasferimento di innovazioni, mediante la possibilità aperta a tutti (mondo scientifico e mondo privato) di inserire le innovazioni prodotte attraverso il frutto delle proprie ricerche. L'ARSIA ha già provveduto a inserire tutte le innovazioni che rappresentano il risultato delle ricerche da essa promosse e finanziate fino a oggi.

Tengo a ricordare che il servizio «Agrinnova Trasferimento» sarà presentato il 7 novembre prossimo in un seminario nazionale, patrocinato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Pro-

vince Autonome che si terrà a Firenze e al quale vi invito già da ora a partecipare. Con questa iniziativa le Regioni, oltre che fare massa critica nel settore della ricerca, intendono adoperarsi congiuntamente anche nel campo del trasferimento delle innovazioni mettendo a punto strumenti adeguati ai tempi e all'utenza.

In merito al progetto citato, informo che la durata di questo progetto è prevista in 18 mesi, un tempo relativamente breve per poter dare risposte immediatamente utili al Governo regionale e alle Organizzazioni Professionali Agricole. L'importo complessivo ammesso a finanziamento è di € 73.000,00, con un cofinanziamento dell'ARSIA pari al 75%, ovvero € 54.750,00. I requisiti nonché i criteri di valutazione delle proposte progettuali sono in tutto e per tutto uguali a quelli già ricordati per il bando sul progetto pilota per la canapa. Mi preme infine sottolineare che in questo caso saranno particolarmente privilegiati gli aspetti relativi al coinvolgimento di portatori di interesse quali organizzazioni professionali di categoria, associazioni ambientaliste, associazioni di piccole e medie imprese, associazioni industriali.

## DISCUSSIONE

FRANCO SCARAMUZZI

Nel programma tracciato per questa giornata è ora prevista una discussione. Purtroppo l'ora si è spinta oltre i limiti che avevamo previsto. Sono le 18:30; credo che ci sia tempo per qualche intervento ragionevole anche se un effetto allucinogeno della canapa probabilmente comincia a manifestarsi insieme alla calura che ha sopraffatto l'impianto di refrigerazione di cui è dotata questa sala.

Chi desidera intervenire?

FELICE GIRAUDO\*

Vista l'ora sarò telegrafico. A nome di Assocanapa, che è nata proprio per la reintroduzione alla coltivazione della canapa in Italia, desidero ringraziare la Regione Toscana, il Presidente della Comm. Agricoltura Fabio Roggiolani, che è stato l'anima di questa legge, e naturalmente l'Accademia dei Georgofili che ci ospita questa sera.

È stato detto del perché non parlarci addosso, il problema della coltivazione della canapa in Italia dopo un piccolo picco nel

\* *Presidente Nazionale Assocanapa (Carmagnola - TO)*

1998 è dovuto al fatto che praticamente non c'erano primi trasformatori autorizzati. Da alcuni anni esiste un primo trasformatore autorizzato e di conseguenza ci può essere la coltivazione da parte degli agricoltori. Noi riteniamo che facendo una raccolta con i mezzi meccanici disponibili in Azienda agraria, mi riferisco di fare la soluzione più semplice delle rotoballe, si deve pagare almeno 200 lire al chilo, ciò che noi già stiamo facendo e faremo maggiormente per il 2004. Naturalmente mentre ringraziamo la Regione Toscana per l'impegno legislativo, noi di Assocanapa proporremo una cordata con un nostro progetto per quanto riguarda il tessile sottolineando che secondo noi il tessile potrà avere successo in Italia a condizione che si punti sulla alta qualità, perché diversamente i paesi in via di sviluppo potranno essere decisamente più competitivi di noi. Non bisogna dimenticare, cosa che fra l'altro è stata detta già in questa riunione, il valore ambientale della coltivazione della Canapa che si aggiunge al risultato strettamente economico (che tra l'altro è quello che l'agricoltore guarda in primis): non consumo di acqua, non uso dei pesticidi ecc. Si considerino poi anche gli usi successivi dei prodotti derivati dalla canapa e mi riferisco, oltre che al tessile, all'utilizzo di sottoprodotti per quanto riguarda l'isolamento termicoacustico, che certamente è una soluzione importante per il risparmio energetico. Ho partecipato in questi giorni a un dibattito al Lingotto di Torino indetto dal Centro Ricerche Fiat, dove hanno illustrato un programma non Fiat ma dell'industria automobilistica mondiale che è molto interessante per quanto compete anche il discorso della fibra di canapa, nel senso che gli attuali 53 milioni di autoveicoli prodotti annualmente nel mondo hanno nella carrozzeria un 3% di prodotto biodegradabile, mentre entro il 2015 questo 3% dovrà diventare l'85%. Quindi questo significa una crescita esponenziale di uso di fibre naturali e noi ci auguriamo ci sia una ricaduta anche sull'uso della canapa. Ultimo – e chiudo – è necessario che la pubblica amministrazione provveda a informare l'opinione pubblica sui vantaggi ambientali e sui vantaggi diretti dell'uso di prodotti naturali anziché di altri prodotti meno sicuri per la salute umana.

Grazie, molte cose ci sarebbero da dire ma sarà per una prossima volta.

PIETRO TOTARO\*

Volevo fare due domande, una al professor Ranalli, che prima parlava del THC che in natura tende ad aumentare nella pianta di generazione in generazione fino a raggiungere livelli non consentiti dalla legge.

Che relazione c'è fra questo aumento e la autodifesa naturale della canapa? Perché se il THC avesse un ruolo importante ciò sarebbe fondamentale nella prospettiva dell'agricoltura biologica, di una assenza totale di pesticidi e di altre sostanze. L'altra domanda era per Chiostri, al quale volevo chiedere quale è la politica regionale e come si pone di fronte all'incongruenza dell'uso della canapa a fini terapeutici, con le percentuali infinitesimali di THC consentite dalla legge.

Dal momento che tutte le ricerche che riguardano l'utilizzo medico della canapa prevedono l'utilizzo del THC come principio attivo medico, sarebbe il caso di porsi il problema non solo della possibilità di coltivazione ad alto contenuto di THC, ma anche della contraddizione tra uso medico e proibizione del THC come "fattore killer" nella canapa.

PAOLO RANALLI

Riguardo al ruolo del THC nella difesa della pianta, ritengo che non ci siano evidenze specifiche in letteratura che io abbia visto oppure letto. Si ritiene che la resina protegga la pianta e la renda più resistente a stress biotici e abiotici, in particolare a stress idrico. Desidero però essere chiaro: non si può immaginare di allevare una pianta ricca di THC perché sia più capace di difendersi dalla avversità e risulti più idonea alle colture, poiché la canapa possiede tante altre caratteristiche che la rendono adatta a regimi di coltura biologica. In natura, popolazioni di canapa riprodotte senza alcuna selezione tendono ad arricchirsi di genotipi che producono più THC. Le frequenze geniche tendono a cambiare per ef-

\* *Campo di Canapa (Firenze)*



fetto casuale, ma anche per altri eventi (flusso genico, mutazioni ecc.) e per aumentare la fitness (capacità della pianta di sopravvivere meglio); a quest'ultimo riguardo, la maggiore frequenza di piante ricche di THC aumenta le capacità di sopravvivenza della popolazione.

FABIO ROGGIOLANI

Il consiglio regionale ha deciso e approvato una mozione, sempre su mia proposta, per quanto riguarda la sperimentazione della cannabis a fini terapeutici. Su questo si è avviato il lavoro; occorre chiaramente che prima ci siano richieste da parte di Comitati etici degli ospedali. Ci sono già alcune aziende che fanno fitofarmaci disponibili ad avviare un programma importante in questa direzione, si può lavorare anche utilizzando la canapa che si usa per il tessile, ma molto probabilmente verranno poi utilizzati anche specificatamente campi di canapa, ovviamente avranno controlli diversi e differenti con THC più alto proprio per questo tipo di lavoro. Diciamo che siamo molto avanti, nel senso che non appena alcuni passaggi essenziali saranno chiariti e semplicemente fatti, saremo già pronti.

Diciamo che anche su questo si sta lavorando, ed è una novità, una primizia ma siamo un pezzo avanti: ci sono grossi privati, grosse aziende private che hanno disponibilità a investire in grandissima misura in questa direzione.

FRANCO SCARAMUZZI

Ci sono altre due richieste di intervento. Sono già le 18.45 e credo che si possa e si debba chiudere qui dando la parola a entrambi gli intervenuti e lasciando poi a un'unica risposta eventuali chiarimenti.

ROBERTO CAPPELLI\*

Brevemente. Noi abbiamo fatto un esperimento di coltivazione agricola nel 2002, con il contributo economico dell'ARSIA. Abbiamo ottenuto dei risultati soddisfacenti. Nemmeno noi ci aspettavamo tale esito. Il percorso tecnico ci è stato consigliato da alcune aziende che fanno parte del Consorzio Canapa Italia, senza usare nessun tipo di prodotto chimico naturalmente, ottenendo dei risultati oltremodo inaspettati. La nostra esigenza è quella di avere una riconferma non dico dei risultati del 2002, perché saremmo troppo ottimistici, ma almeno del 50% di quelli, sia nella qualità della fibra sia nella quantità di seme, che erano gli elementi con più attenzione. Considerando che il nostro è un Comune di circa novacento persone e quindi con poche risorse economiche da poter destinare a tale progetto, abbiamo lavorato con un'azienda di sartoria per creare una filiera del prodotto partendo dalla fase finale del processo e cioè al contrario. Quindi c'è stato non solo il coinvolgimento di una azienda agricola ma anche di chi crea il prodotto finito, ovvero un'azienda di confezioni che lavorava il tessuto e che poteva immettere i prodotti di canapa del mercato, sempre collaborando con le aziende del Consorzio Canapa Italia che ci hanno fornito il materiale. Devo dire che abbiamo fatto questa esperienza proprio per capire effettivamente se c'era l'interesse del consumatore e far conoscere il prodotto al pubblico. Un primo esperimento. I risultati sono stati ancora più ottimistici, cioè: è vero, concordo con quello che diceva il relatore che prima ha parlato, è importantissimo l'agricoltore, ma l'agricoltore sarà coinvolto fattivamente quando si riuscirà a commercializzare il prodotto finito; perché se non si vende il prodotto finito, non si riesce a dare quell'incentivo all'agricoltore per coltivare la canapa. Dalla breve esperienza che abbiamo fatto emerge un dato molto importante a mio parere: la scarsa conoscenza da parte del pubblico di questo prodotto. Lo abbiamo notato anche durante una tesi di laurea fatta da un nostro concittadino che ha studiato la canapa: all'Università avevano paura a stampargli la tesi su carta di canapa perché credevano che si bruciassero le macchine. Allora, per provocazione, il giorno prima gli abbiamo fatto

\* *Sindaco di San Giovanni d'Asso (SI)*

una stampa della tesi su carta di canapa, abbiamo rivestito il volume con il tessuto e inserito il tutto in una sacchettina di canapa. I professori universitari si interessavano a quel volume in modo particolare, con tanta curiosità, perché non avevano mai visto quel tipo di tessuto. Questo è un semplice esempio per capire che è necessario un lavoro parallelo a quello che oggi stiamo realizzando, un piano marketing per far conoscere al pubblico il prodotto canapa e tutte le sue peculiarità. Noi, per questo motivo, abbiamo fatto un abbinamento semplice: prodotti di grande qualità (vino, olio) insieme a prodotti di canapa. Questo è un abbinamento, per entrare in contatto con la gente con più facilità. Possiamo dire è stato un connubio positivo. Altro progetto interessante, che stiamo portando avanti insieme ad altri territori toscani quali la Comunità Montana Valtiberina di Arezzo e la Comunità Montana della Lunigiana a Zeri dove l'obiettivo che vorremo raggiungere è creare tessuti con fibre naturali, canapa e lana, e colorazione naturale con il guado. Il tutto grazie a un contributo della Regione Toscana. Questo è un altro momento di lavoro per questo prodotto. Come Amministrazione Comunale abbiamo fatto una scelta di collaborare con il Consorzio Canapa Italia considerando la loro volontà di creare la filiera di prodotto con interessamento del settore industriale. Non vogliamo fare pubblicità a nessuno, ma dobbiamo considerare con molta attenzione che aziende che fanno parte del Consorzio nel 2003, hanno realizzato coltivazione di canapa per 900 ettari di terreno, e sono in procinto di realizzare un impianto industriale per la stigliatura e pettinatura, un investimento economico di 7.500.000 euro. Queste sono alcune delle motivazioni che ci hanno spinto a lavorare in questo senso. Allora io dico: visto che siamo in una fase iniziale del processo produttivo, dobbiamo scambiarci tra tutti gli interessati al sistema le varie esperienze. Per quanto ci riguarda, per la nostra realtà, è utile collegarci a chi ci può dare delle prospettive di sviluppo sia per il settore agricolo che per quello industriale. Quindi noi avevamo questa esigenza di confrontarci con qualcosa che già funzionasse nel mercato, perché non c'è da perdere tanto tempo, la data del 2006 – termine delle agevolazioni agricole modifica PAC – è molto vicina e se questa cosa funziona non possiamo aspettare dieci anni o più per capirlo. Allora chiederei effettivamente, a prescindere da quelli che saranno poi i risultati del bando, che

sia fatto un lavoro (tenendo in considerazione che siamo tutti convinti e che il prodotto ha prospettive di mercato e che si può coltivare e trasformare in Toscana) di promozione del prodotto con il coinvolgimento di tutti. Consapevoli che è una nicchia di mercato, con dei costi non indifferenti, urge la necessità di evidenziare tutte le peculiarità e le caratteristiche positive del prodotto. Altro punto importante: non c'è solo il tessuto. Abbiamo riscontrato nella sperimentazione agricola che si possono sfruttare anche altri prodotti derivati dalla canapa quali ad esempio l'olio derivato dalla spremitura del seme. L'abbinamento che ci viene più ovvio fare è tra questo prodotto e alcune attività che ci sono nella provincia senese, quali le terme ad esempio. Oggi il mercato turistico va molto alla ricerca della qualità e del benessere, cerchiamo di capire se abbinare a queste caratteristiche i prodotti derivati dalla canapa. Noi siamo disponibili, pur essendo una piccola realtà, a partecipare e a collaborare, perché riteniamo che può essere una prospettiva per il nostro domani; un aiuto a quello che è una realtà agricola che non può vivere soltanto di monocultura cerealicola.

Grazie.

ROLANDO PASQUETTI\*

Intervengo alla Vostra giornata di studio in rappresentanza della Federazione Confindustriale Toscana, a nome della quale Vi ringrazio per il cortese invito.

Sono un imprenditore tessile e ovviamente sono molto interessato al Vostro studio sulla canapa. Ho ascoltato e apprezzato le enormi competenze scientifiche sulla natura, la coltivazione e gli eventuali processi produttivi della canapa stessa. Riterrei molto interessante che, in caso di altre giornate di lavoro, fossero presenti competenze indirizzate all'utilizzo finale del prodotto e allo stesso marketing.

Sostanzialmente nelle imprese lo studio diretto a prodotti innovativi è pressoché quotidiano ed è sulla base di questa esperienza che potrei tentare di dare un contributo sullo studio che state svolgendo.

\* *Confindustria*

Nel caso specifico l'azione più esaltante è quella di immaginare una materia prima estratta direttamente dal suolo toscano, che darebbe senz'altro un valore aggiunto ai prodotti finiti, oltre che riportare a valori di antica memoria. Un indotto così "allungato", dalla coltivazione al prodotto finale, potrebbe inoltre portare a un consistente incremento occupazionale nelle varie fasi di processo.

E queste sono le considerazioni positive nei confronti dello studio.

Le difficoltà, dal mio punto di vista, potrebbero emergere in ordine agli investimenti per la tutela ambientale e per lo smaltimento nelle prime fasi di processo "macerazione" e agli enormi investimenti nelle fasi di cardatura e filatura, attualmente pressoché inesistenti sul territorio.

Dal punto di vista tessile e abbigliamento, a tali difficoltà, deve aggiungersi l'enorme difficoltà a sostenere l'*appeal* che una canapa "made in Tuscany" potrebbe avere sul mercato, perché, se lo studio si trasformasse in produzione e potesse diventare *business*, altri paesi, che non si pongono problemi ambientali e sociali, si approprierebbero con molta facilità del nostro *know-how*.

Sostanzialmente questo è ciò che succede su tutti i nostri prodotti manifatturieri e il danno economico per il nostro paese è sotto gli occhi di tutti.

Concludo ribadendo l'enorme interesse verso il Vostro studio, dandoVi la nostra disponibilità totale per quelle che sono le nostre competenze, partecipazioni e utilizzi.

Grazie.

FRANCO SCARAMUZZI

Grazie. C'è da parte dei relatori qualche puntualizzazione da fare?

GIANPIETRO VENTURI

Sì, su questo ultimo intervento. Credo che iniziative di tipo protezionistico abbiano una vita breve. Sono d'accordissimo con la sua

premessa che una globalizzazione dei mercati vedrà l'Italia sicuramente perdente rispetto a moltissimi altri Paesi; non solo asiatici, ma anche ex Peco in grado di produrre a prezzi molto bassi.

Recentemente ho avuto l'occasione di incontrare rappresentanti del settore delle colture agro-alimentari di diversi paesi europei dell'Est: i loro costi di produzione sono talmente bassi da non permettere la nostra concorrenza.

Ritengo che una carta vincente per le colture da fibra, possa essere l'ecolabel tenendo conto che l'acquirente finale dei prodotti derivanti da fibre vegetali è spesso molto rispettoso dell'ambiente. Si deve riuscire a certificare che un prodotto deriva da coltivazioni effettuate in un determinato ambiente, adottando determinate fitotecniche sostenibili, che la prima trasformazione è stata effettuata in una determinata maniera, che le successive sono state effettuate con tecniche ecocompatibili, e così via.

Si deve cioè garantire la tracciabilità e la visibilità dell'intera filiera.

Come si paga di più una cravatta di marca rinomata o una bottiglia di vino di produzione prestigiosa, analogamente si dovrà pagare un maggior prezzo per un prodotto certificato, ottenuto con tecniche rispettose dell'ambiente.

Il consumatore dovrà essere educato in proposito. La scommessa è bella, difficile da vincere, vale comunque la pena di tentare.

Voglio essere ottimista. Credo esistano buone possibilità, vedo entusiasmi, vedo gente che si sta muovendo con iniziative diverse.

In sostanza si riscontra un notevole fervore; forse il momento è propizio: sfruttiamolo.

FRANCO SCARAMUZZI

Altri relatori hanno da aggiungere qualcosa?

PAOLO RANALLI

Desidero esprimere un apprezzamento alla Regione Toscana per il bando sulla canapa di cui sembra imminente la pubblicazione. Ta-

le iniziativa permette a un *know how* già disponibile di essere calato nella realtà operativa. Riprendendo il discorso del signore che ho interrotto poco prima, non ho capito bene cosa volesse intendere quando parlava di acqua di macerazione. Posso dire al riguardo che, nell'ambito del Progetto nazionale sulla canapa, un contributo di conoscenze in questo settore è venuto dai risultati eccellenti sulla macerazione che il mio Istituto ha condotto con il professor Polsinelli e il suo Gruppo. In questo ambito abbiamo anche studiato la possibilità di rimpiiegare le acque di macerazione come ammendante organico del terreno ottenendo dei riscontri positivi. Quindi, l'acqua di macerazione non è un problema perché può essere reimpiiegata con effetti positivi. Grazie.

FABIO ROGGIOLANI

Noi abbiamo sempre pensato a questa cosa ragionando spesso con gli industriali. Voglio dire che nel lavoro di ricerca per costruire la legge – ho girato l'Europa grazie al Linificio Canapificio Nazionale e grazie alla Regione Toscana – siamo partiti anche grazie alla presenza di un altro consigliere regionale, Caverni, che è un industriale pratese; abbiamo lavorato molto su questo, ricevendo *input* anche dagli industriali: se noi non avessimo visto che tutto si tiene anche da un punto di vista economico, credo che non avremmo perso tempo in questo senso. Noi oggi vediamo, è inutile dilungarci, che la canapa è una delle colture industriali agricole che ha la *chance* di reggere anche alla fine dei contributi agricoli comunitari e, dal momento che così sarà ovviamente bisogna lavorare a sfruttarla fino in fondo; anche l'utilizzo di tutti gli aspetti, anche a ricaduta, e il riutilizzo di tutto quanto. Bisogna prenderla tutta intera: se noi cioè riusciamo a fare in modo di sfruttare tutte le caratteristiche di questa pianta, saremo in condizioni di renderla economicamente produttiva e di stare dentro le richieste dei tessutai. Il settore tessile chiede una canapa con un aumento di prezzo che accetta rispetto alla competizione internazionale, sopra il quale non diventa economicamente non produttivo. Ecco, in tutte le nostre valutazioni noi vediamo che la cosa sta in piedi. È per questo che riteniamo giusta-

mente importanti i progetti che vengono fatti e le sperimentazioni su canape anche finalmente non utilizzando prodotti chimici, come dimostra l'esperienza di San Giovanni d'Asso, e giustamente stiamo verificando questa possibilità del seme dell'olio e tutta un'altra serie di cose su cui loro stanno ottenendo degli ottimi risultati. Stiamo lavorando anche sull'ipotesi di fibra corta, perché è una di quelle di più facile applicazione per una serie di questioni industriali e ha grandi ricadute su pannolana, canapa, su tessuteria da casa ecc.

Questo è il messaggio che volevo dare: se non avessimo visto che aveva una *chance* anche da un punto di vista della tenuta dei costi complessivi, devo dire che non saremmo andati avanti.

FRANCO SCARAMUZZI

Signori io credo che, essendo passate le 19, sia giusto e ragionevole concludere i lavori.

Consentitemi come Accademia dei Georgofili di sottolineare alcuni aspetti ai quali teniamo molto. Proprio ieri sera in questa sala si è tenuta una discussione devo dire interessante come quella di oggi sull'olio di oliva. Ma cosa c'è da dire sull'olio di oliva, ormai siamo sulla buona strada per credere di sapere tutto. Molte innovazioni invece possono essere ancora introdotte anche per gli oli extravergini. Oggi abbiamo offerto semplicemente la possibilità di dare un contributo per affrontare un tema che mi pare raccolga interesse. Quindi sembra esservi la possibilità di usare una antica coltura con un'impostazione innovatrice e con concetti che possono farci ricredere sui motivi che l'hanno fermata tempo fa. È chiaro che anche l'iniziativa Regionale non intende arrivare a fornire un indirizzo tecnico e organizzativo rispetto al quale tutti debbano uniformarsi, ma intende invece percorrere una fase di studio per proporre ipotesi di soluzione. Nessuno deve pensare che piovva dal cielo la soluzione, sarebbe troppo facile fare impresa con delle indicazioni precise, qui è l'impresa poi che deve muoversi; l'impresa nel senso più stretto del termine che sappia assumersi i rischi delle innovazioni. Con tutto l'aiuto che ognuno può portare, modesto o grande che sia, bisognerà trovare una confluenza delle esperienze, il con-



fronto dei risultati, la valutazione delle ipotesi possibili e quindi individuare le strade giuste da seguire.

Si deve cominciare prima con l'uovo o con la gallina? Deve esserci prima chiara l'utilizzazione industriale o devono essere gli agricoltori a fornire la materia prima? Chiaro che l'imprenditoria alla quale ho fatto cenno non è solo quella degli agricoltori ma deve essere un'azione imprenditoriale a vari livelli sinergica, che si muova contestualmente con vivacità, con prontezza, in modo da recepire le innovazioni che si dimostreranno più utili. Questa vivacità, che poi è legata alla nostra fantasia latina, ci può rendere forti. Questo è quanto i Georgofili cercano di stimolare, pronti a dare tutto quello che possono, secondo un ruolo che svolgono da 250 anni ininterrottamente con lo stesso spirito di collaborazione. A presto quindi rivederci qui, con gli elementi che il progetto della Regione avrà consentito di raccogliere.

Grazie e arrivederci.







Finito di stampare  
nel mese di maggio 2004  
dalla Tipografia ABC  
Sesto Fiorentino - Firenze

ISSN 0367/4134

Direttore responsabile: prof. Sergio Orsi  
Autorizzazione del Tribunale di Firenze n° 1056 del 30 Aprile 1956

