

Le Piante tessili

COTONE

Introduzione

Il cotone è la più diffusa ed utilizzata delle fibre naturali e la maggiore coltura agricola non alimentare. Ricopre un ruolo da protagonista della nostra quotidianità e costituisce una parte fondamentale della vita dei 190 milioni di persone impegnate nella sua coltivazione in più di 80 paesi e dei 60 milioni di lavoratori impiegati nella trasformazione in filati e tessuti, nella produzione di olio per il consumo umano o nella manipolazione di integratori proteici per i mangimi del bestiame zootecnico, ottenuti dal suo seme.

Il cotone viene coltivato in una fascia compresa tra i 40° di latitudine Nord e i 30° di latitudine Sud dando una produzione di circa 19 milioni di tonnellate di fibra su un'estensione di 30 milioni di ettari, una superficie pari a tutta l'Italia, isole comprese.

I ritrovamenti più antichi di tessuti di cotone vengono datati al 5800 a.C.

In Italia, il cotone, ha antiche tradizioni essendo stato introdotto in Sicilia dai Saraceni nel IX secolo; la coltura si diffuse successivamente sotto la dominazione dei Normanni e degli Svevi estendendosi anche lungo le coste calabre. La più estesa superficie coltivata, infatti, si è avuta con 88 mila ettari nel 1864 in occasione della crisi del commercio mondiale conseguente alla guerra di secessione americana che creò notevoli difficoltà all'industria tessile, specialmente di quella fiorentissima in Inghilterra. Un'altra impennata si è registrata nel 1941 in piena seconda guerra mondiale durante il periodo autarchico, quando il commercio internazionale era ridotto ai minimi termini.

Il cotone era presente, fino agli anni '60, negli ordinamenti colturali non irrigui di alcune aree del meridione e delle isole, dove le condizioni climatiche consentivano di usufruire di temperature idonee al regolare svolgimento del ciclo biologico. Sul finire degli anni '60 ebbe inizio un rapido declino le cui cause furono molteplici e concomitanti, di ordine economico, tecnico, sociale e politico fra cui il basso valore mercantile, rese limitate senza il ricorso all'irrigazione, rarefazione della manodopera e assenza della raccolta meccanizzata.

Caratteristiche generali della pianta

Il cotone è prodotto da piante della famiglia Malvacee. Contrariamente alla maggior parte delle materie prime agricole, non viene prodotto da una sola specie, ma da molte specie del genere *Gossipium* (39 specie); le sei tradizionalmente utilizzate nella produzione della fibra sono originarie di regioni diverse del pianeta. La specie maggiormente utilizzata dall'industria tessile è il *G. hirsutum* (circa il 90%) (Figura 4.2-1) quindi il *G. barbadense* (per quasi il 10%), entrambe originarie del Centro America, mentre in India ed in Estremo Oriente si registrano ancora nicchie di coltivazione di *G. herbaceum* e di *G. arboreum*, quest'ultimo presente come pianta ornamentale nei paesi tropicali.



Figura 4.2-1. *Gossipium hirsutum*.

Tratto da www.fashion-heart.com

Sono erbe annuali o arbusti, raramente alberi, con foglie grandi, fiori bianchi, gialli e rosei o rosso-viola ed un frutto che si apre a maturità in 2-5 segmenti (Figura 4.2-2), mostrando i semi che sono avvolti da fittissimi peli unicellulari, lunghi da 15 a 55 mm, sericei, bianchi, ma anche di altri colori, che costituiscono la materia tessile, e da una più minuta peluria, lunga non più di 2-4 mm che dà il cascame (*linters*).



Figura 4.2-2. *G. Arboreum*
Frutto (destra) e fiore (sinistra).
Tratto da: www.malvacea.info

Coltivazione e Raccolta

I semi devono essere sgranati prima di essere piantati; la temperatura ideale nel momento della semina non dovrebbe essere inferiore ai 18°C; quella ottimale è di circa 35°C.

La raccolta, che si compie entro 7-10 giorni dall'apertura delle capsule, può essere fatta a mano o con macchine (Figura 4.2-3). La raccolta manuale è la più lunga e la più costosa ma è quella che dà i migliori risultati (per i cotone di alto pregio è ancor oggi la più adottata, perché solo raccogliendo a mano è possibile operare una selezione del prodotto scartando le fibre immature e le materie estranee).



Figura 4.2-3. Raccolta
Tratto da: www.peanut.tamu.edu

Il raccolto viene depositato in appositi magazzini di conservazione e sottoposto ad un essiccamento naturale (esposizione all'aria) o artificiale (mediante appositi seccatoi). Si evita in tal modo la formazione di muffe provocate dall'eccesso di umidità e si scongiura il pericolo di autocombustione del prodotto per fermentazione.

Le successive fasi di lavorazione sono: sgranatura (separazione della fibra dal seme), imballaggio e spedizione. Nel cotonificio, generalmente non in prossimità della zona di produzione e degli impianti di sgranatura, i bioccoli vengono battuti, cardati e pettinati.

Resa e qualità della fibra

Il cotone grezzo è costituito dalla fibra, che rappresenta il 40%, e dal seme.

Il seme di cotone può considerarsi diviso in *linter*, lo strato peloso che ricopre il tegumento esterno dopo l'eliminazione della fibra tessile, e in seme vero e proprio.

Le fibre di cotone sono costituite da lunghi polimeri di cellulosa, dello stesso tipo di quelli che si trovano nella polpa di legno, nel rayon e nel cellophane. Il cotone, però, si differenzia da questi grazie al fatto che le sue catene molecolari sono più lunghe e con un più alto grado di cristallinità. Catene più lunghe e maggiore cristallinità significano una forza superiore e migliori proprietà fisiche e chimiche. Al microscopio la fibra appare a forma di nastro, con circonvoluzioni a spirale, e risulta costituita, in sezione dall'interno, da:

- lumen, parte più interna che contiene sostanze non cellulosiche di natura proteica che hanno la funzione di condensare gli zuccheri prodotti dalla fotosintesi in molecole di cellulosa;
- cuticola, membrana sottilissima (0,05 micron) di natura non cellulosica (cere, proteine *etc.*);
- parete primaria, fibrille molto fini (0,05 micron) che si intersecano tra loro;
- parete secondaria, fibrille disposte secondo spirali (0,1 micron e 4,0 micron) con angoli diversi rispetto all'asse della fibra.

La cellulosa del cotone possiede un grado di cristallinità del 70-80%.

La fibra viene classificata secondo *standards* di riferimento internazionali che ne prendono in considerazione la lunghezza, la finezza, la tenacità, la maturità (caratteri fisici naturali), la pulizia, la preparazione e l'omogeneità (caratteri fisici industriali).

La lunghezza varia da 10 a 60 mm ed è una delle proprietà più importanti, poiché da essa dipende la grossezza (titolo) del filato ottenibile (quanto maggiore è la lunghezza delle fibre, tanto più sottile e quindi più pregiato il filato che si può ottenere). In base alla lunghezza i cotonei posso essere classificati in: fibra corta, da 10 a 18 mm circa; fibra media, da 18 a 28 mm circa; fibra lunga, maggiore di 28 mm. Misurando le fibre che compongono un fiocchetto di cotone, si può constatare che la maggior parte di esse sono all'incirca della medesima lunghezza. Questa corrisponde alla cosiddetta lunghezza media del cotone o taglio.

Anche **la finezza** è un carattere molto importante perché da essa dipende il numero di fibre contenute nella sezione di un filato e, conseguentemente, la resistenza del filato stesso. La finezza varia tra i 15 ed i 35 micron e pertanto i cotonei si suddividono in: fini, fino a 20 micron; medi, da 20 ai 25 micron; grossi, oltre i 25 micron.

La tenacità dipende in massima parte dalla finezza e dal grado di maturazione delle fibre. Essa varia da 3 a 5 g/dtex ed è massima per i cotonei grossi e minima per i fini. Ad umido cresce moltissimo arrivando a 120-130 g/dtex.

L'elasticità di una fibra di cotone dipende soprattutto dal grado di maturazione della stessa, dalla fertilità del terreno e dall'umidità che essa contiene.

L'allungamento a rottura è piuttosto basso (3-7%).

Il colore di un cotone non va inteso solo come maggiore o minore bianchezza della fibra, ma anche come brillantezza (lucente od opaco) e come uniformità di colore (diffuso, chiazzato, macchiato).

La maturità di un cotone è in stretta relazione con quella che viene definita la pienezza, caratteristica che si può constatare stringendo nella mano una massa di fibre; i cotonei immaturi mantengono per parecchio tempo le pieghe create al momento della compressione nella mano.

La pulizia è uno dei caratteri più appariscenti e talvolta di notevole influenza sul valore commerciale del cotone. Per pulizia si intende la presenza o meno di impurità, quali: frammenti di foglie secche, di capsule, di steli, terra e sabbia. Si tenga presente che mentre le grosse impurità sono di facile eliminazione, le piccole (guscette) possono sfuggire all'azione degli organi pulitori, e perciò comparire nei filati diminuendone il valore.

La preparazione si riferisce all'eventuale presenza nel sodo di grovigli fibrosi, tra i quali i più difficili a sciogliersi durante le lavorazioni sono i *neps* (nodi).

L'omogeneità riguarda l'uniformità di tutti i caratteri fisici del cotone in una balla (omogeneità di balla) o formante una partita (omogeneità di partita). Dall'omogeneità dipende la possibilità di ottenere prodotti regolari nella sezione, nel colore, nella resistenza, etc.

Nel commercio i cotonei vengono generalmente classificati come segue:

Cotone Sea Island: (America Settentrionale) dalla fibra setosa è ritenuto il cotone di qualità più elevata ed è usato per le lavorazioni più raffinate. La lunghezza della fibra varia da cm. 3,8 a 6,3. La finezza è di 11-13 micron e il colore è bianco.

Cotone Egiziano: noto sotto il nome di Jumel o maho che noi chiamiamo Mako'; è caratterizzato dal colore rosato; la lunghezza della fibra varia da 3,1 a 3,8 cm; la finezza è pari a 12-14 micron.

Cotone Americano "Upland": è a fibra corta (cm. 1,9-2,5) e prende la denominazione secondo la provenienza (Texas, Mississippi, Georgia, etc); la finezza va dai 13 ai 17 micron; il colore è crema.

Cotoni Indiani (Madras, Surat) hanno fibre ancora più corte (da cm. 0,6 a cm. 2) e sono in genere di qualità scadente. La finezza varia dai 14 ai 22 micron. Tranne i tipi migliori, utilizzati per filati grossi, non sono impiegati in filatura.

Essendo una fibra di origine vegetale, il cotone è molto resistente alla bollitura e alla stiratura (inalterato fino a 100°C), ha un alto potere di assorbimento dell'umidità, è un buon conduttore e favorisce la dispersione del calore corporeo, non è attaccabile da tarme, ma può essere ricettacolo di muffe e batteri.

Fra i difetti troviamo scarsa elasticità, alto grado di restringibilità e una certa sgualecibilità.

Il cotone differisce dalle altre fibre anche per altri fattori: la sua tenacità aumenta con l'umidità, si degrada solo a temperature particolarmente elevate, oltre 150°C, non perde elasticità a basse temperature.

Il cotone se avvicinato alla fiamma prende fuoco facilmente, la fiamma è sostenuta e non si hanno emissioni di fumi. L'odore che si avverte durante la combustione è analogo a quello della carta in quanto si brucia cellulosa.

Produzione e Consumi

A livello mondiale

La produzione di cotone dipende essenzialmente dall'andamento di tre fattori:

- Le rese per ettaro sul campo;
- La localizzazione agro-ecologica delle coltivazioni;
- Le rese dopo la ripulitura dai semi.

L'estensione totale delle aree coltivate nel mondo varia tra 30 a 36 milioni di ettari, fin dagli anni sessanta, con una produzione totale di 52,1 milioni di tonnellate di cotone non sgranato. Ma negli ultimi 40 anni si è avuto il raddoppio delle rese per ettaro passate dai 300 kg/ha medi del 1960 ai 610 kg/ha nel 2001. Così la produzione mondiale si attesta intorno ai 19 milioni di tonnellate. Tale risultato è dovuto ad un modello colturale estremamente vorace in input produttivi (chimica) e risorse (acqua e fertilità).

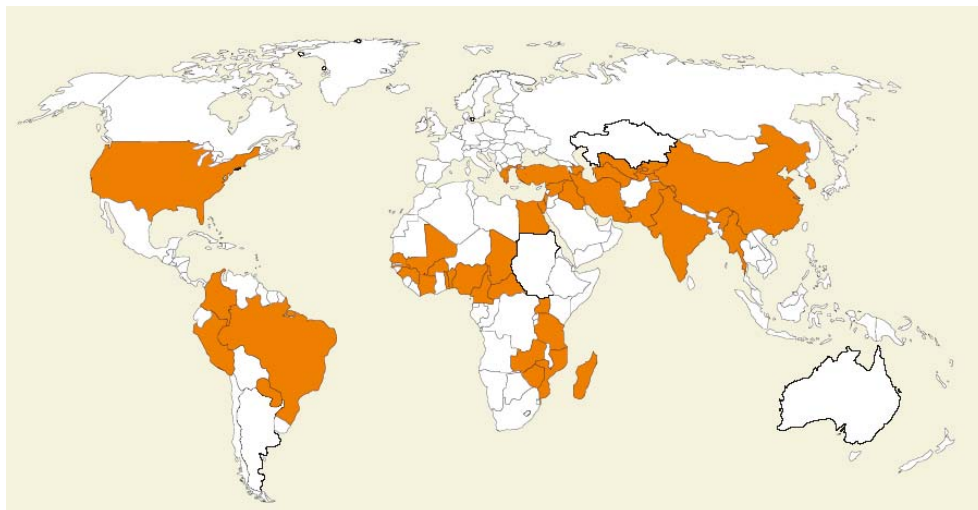
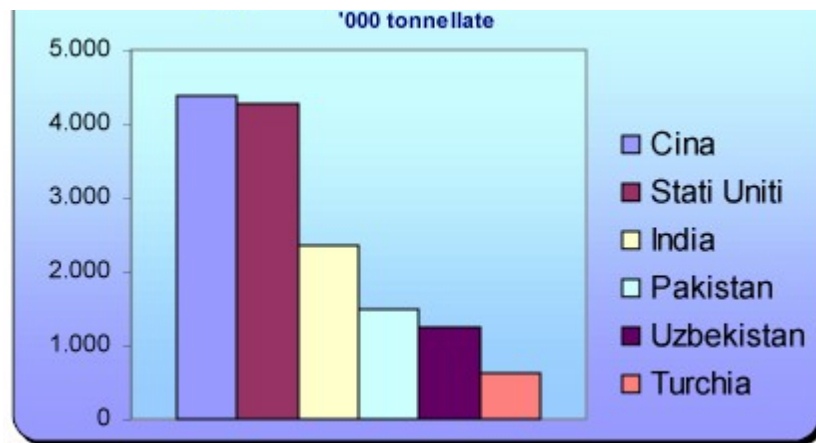


Figura 4.2-4 Coltivazione di Cotone nel mondo. Tratto da: <http://www.helvetas.chf>

Se si guarda alla ripartizione tra i vari produttori mondiali, si può affermare che la loro ripartizione è rimasta essenzialmente stabile negli ultimi 20 anni, così che il gruppo dei paesi grandi produttori Cina, Usa, India e Pakistan continuano a produrre i $\frac{3}{4}$ di tutto il cotone prodotto sul pianeta. E mentre Cina e USA mantengono le loro quote, lentamente India e Pakistan le espandono a danno dell'Uzbekistan. Tra gli ultimi ad entrare in questo mercato in modo significativo troviamo il Brasile (0,8 milioni di tonnellate come media dei tre anni 2000-2003).

Un discorso a parte merita la Cina, il primo produttore mondiale, che è passato da 3 milioni di tonnellate all'inizio degli anni ottanta a più di 5 milioni di tonnellate nel 2001, attraverso una politica di intensivizzazione sostenuta dall'introduzione di varietà ad alta resa, incentivi diretti alla produzione ed una accurata politica dei prezzi sotto il controllo dello Stato. Questa ultima modalità è stata modificata nel 1999 quando è cominciata una liberalizzazione dei prezzi di intervento dello Stato. In questa linea va considerata anche l'introduzione del cotone transgenico i cui effetti sulle rese ancora non sono pubblici anche se – secondo alcuni rapporti ufficiali cinesi - le promesse non sembrano mantenersi ed il calcolo costi/benefici è a tutto svantaggio del cotone OGM.

Figura 4.2-5 Produttori mondiali di cotone



Negli Stati Uniti (Figura 4.2-5), il secondo produttore mondiale, la produzione è quasi raddoppiata passando da 2,4 milioni di tonnellate all'inizio degli anni '80 a 4,4 milioni di tonnellate nel 2001, grazie all'aumento delle rese per ettaro. Con le successive modifiche degli strumenti d'intervento del governo federale (varie versioni del *Farm Bill*) per sostenere l'agricoltura, in 10 anni gli USA hanno aumentato la spesa generale per il supporto pubblico di oltre il 70%, portando il totale a 180 miliardi di dollari. Il supporto al cotone ha seguito lo stesso trend, così come la stessa finalità: in effetti la gran parte dei sussidi all'agricoltura statunitensi sono sostegni all'esportazione.

Per quanto riguarda i produttori di cotone americani questi ricevono tre tipi di aiuto:

- **Fisso** un sostegno disaccoppiato per ogni ettaro di cotone eleggibile che era coltivato nel periodo di riferimento (1998-2001). Questo contributo è pari a USD 147/tonnellata di prodotto medio nel periodo di riferimento;
- **Compensativo** uguale alla differenza tra il prezzo di mercato locale (valutato dall'amministrazione degli Stati Uniti a livello di contea) ed un prezzo fisso di riferimento pari a 52 cents/lb (o USD 1.146/tonnellata);
- **Pagamento diretto** quando il reddito di riferimento del coltivatore di cotone, ottenuto sommando i primi due pagamenti avuti a supporto e sommandoli con il prezzo di mercato, è sotto il prezzo di riferimento di 72,47 cents/lb (o USD 1.636/tonnellata). Questo terzo tipo di intervento dipende dall'andamento delle singole annate ed è uguale alla differenza tra il prezzo di riferimento ed il reddito totale del coltivatore

La tabella che segue, tratta da un attento documento prodotto dallo IATP, ONG USA, mostra la percentuale di dumping (vendere a prezzi più bassi del costo di produzione sostenuto da chi esporta e/o da chi importa) sul prezzo del cotone: tale percentuale è calcolata sommando i sostegni pubblici ricevuti dai produttori, i costi di trasporti ed i costi diretti di produzione per ottenere il costo totale di produzione che è poi confrontato con il prezzo all'esportazione.

Tab 4.2-1. Dumping (%) cotone

Year	Farmer Production Costs (US\$/pound)	Income Support Payment Rate (US\$/pound)	Transportation & Handling Costs (US\$/pound)	Full Cost (US\$/pound)	Export Price (US\$/pound)	Percent of Export Dumping
1990	0.8424	N/A	0.10	0.9396	0.7125	24%
1991	0.7602	N/A	0.10	0.8574	0.6969	19%
1992	0.7507	N/A	0.10	0.8479	0.539	36%
1993	0.8024	N/A	0.10	0.8996	0.5536	38%
1994	0.7057	N/A	0.10	0.8029	0.7324	9%
1995	1.0341	N/A	0.10	1.1313	0.9344	17%
1996	0.8477	N/A	0.10	0.9449	0.7793	18%
1997	0.7461	N/A	0.10	0.8432	0.6962	17%
1998	0.9608	N/A	0.10	1.0579	0.6704	37%
1999	0.8357	N/A	0.10	0.9329	0.523	44%
2000	0.9098	N/A	0.10	1.0070	0.5747	43%
2001	0.8342	N/A	0.10	0.9313	0.3968	57%
2002	0.8616	N/A	0.10	0.9588	0.3701	61%

Tratto da: IATP, 2003

Nel 2002 era pari al 61%, cioè il prezzo all'esportazione sarebbe stato pari solo al 39% del prezzo effettivamente ricevuto dal produttore degli USA.. Sulla ingiusta ripartizione del supporto all'agricoltura negli USA, essenzialmente diretta

a sostenere le esportazioni, vale la pena di ricordare che in media solo meno del 40% degli agricoltori USA riceve una qualche forma di sostegno e che tra quelli che li ricevono, il 10% di loro si porta a casa più del 60% degli aiuti.

Comunque, a livello planetario, il sostegno al cotone assomma a circa 5 miliardi di dollari da confrontare, ad esempio, con gli aiuti diretti all'esportazione che ammontano ad un valore medio di 4,2 miliardi di dollari annui.

L'India, resta saldamente al terzo posto tra i grandi paesi produttori, anche se ha una resa per ettaro molto bassa; la sua produzione è passata in venti anni da 1,4 milioni di tonnellate all'inizio degli anni ottanta a 2,7 milioni di tonnellate nel 2001, proprio forzando le rese per ettaro – fino a raddoppiarle - che passano da 165 kg/ha nel 1980 a 320 kg/ha nel 2001. Esiste anche in questo paese un sistema d'intervento dello stato attraverso un meccanismo di prezzi minimi di riferimento, prezzi che però non hanno assolutamente evitato una delle crisi agricole più devastanti del paese con il conosciuto e tragico fenomeno dei suicidi dei contadini incapaci di pagare i debiti fatti per coltivare cotone.

La parte della produzione mondiale avviata al mercato internazionale è andata aumentando in modo visibile negli ultimi 20 anni, passando da 4,3 milioni di tonnellate agli inizi degli anni '80 alle 6,3 milioni di tonnellate nel 2001, cioè il 30% della produzione mondiale. Gli USA restano il primo esportatore mondiale di cotone, con il 30% del totale esportato ma la loro quota tende a decrescere a favore dello Uzbekistan divenuto il secondo esportatore del mondo (13%) seguito di giusta misura dai paesi africani della zona CFA e dall'Australia che controllano circa il 12% delle esportazioni.

Tab 4.2-2. Esportazioni mondiali

PAESI	MEDIA 1999/2000 2001/02 (mil. di tonn)	share globale (%)	Previsione 2002/2003 (mil. di tonn)
USA	1,8	30	2,4
UZBEKISTAN	0,8	13,3	0,8
CFA-ZONA AFRICA	0,7	11,7	0,7
AUSTRALIA	0,7	11,7	0,6
UNIONE EUROPEA	0,2	3,3	0,2
TOTALE PAESI ELENCATI	4,3	71,7	4,7
TOTALE MONDIALE	6	100	6,7

Tratto da: USDA, DG AGRI per la UE

L'aumento delle esportazioni va collegato all'aumento del consumo di cotone che è passato da 14,3 tonnellate agli inizi degli anni '80 agli oltre 20,6 milioni di tonnellate annue nel 2001. Si è anche spostata la localizzazione della trasformazione dagli USA ed Europa verso l'Asia.

Tab 4.2-3. Consumi mondiali

PAESI	MEDIA 1999/2000 2001/02 (mil. di tonn)	share globale (%)	Previsione 2002/2003 (mil. di tonn)
CINA	5.1	25.4	5.7
INDIA	2.9	14.4	3
USA	1.9	9.5	1.7
PAKISTAN	1.8	9	1.9
UNIONE EUROPEA	1	5.4	1
TOTALE PAESI ELENCATI	12.7	63.7	13.3
TOTALE MONDIALE	20.1	100	21.1

Tratto da: USDA, DG AGRI per la UE

Nel rapporto tra consumo e produzione, un ruolo chiave è giocato dalla Cina che essendo primo produttore mondiale e primo utilizzatore mondiale determina la forbice tra offerta e domanda e anche, in gran parte, l'andamento dei prezzi mondiali a seconda che intenda rafforzare il suo comparto industriale, e quindi acquisire produzione sul mercato mondiale, aumentando le importazioni, o intenda smaltire stock aumentando le sue esportazioni. Il prezzo interno risente evidentemente delle stesse decisioni politiche a seconda che si voglia estendere la resa e le aree coltivate o si intenda ridurle.

A livello europeo

L'UE produce solo il 2,5% di tutto il cotone che viene prodotto sul Pianeta, pesa sulle esportazioni globali del cotone solo per un valore medio del 3,3%. Se confrontiamo gli aiuti forniti dall'UE al settore del cotone (Tab. 4.2-4) pari ad una media di 870 milioni di euro l'anno, con il totale degli aiuti forniti da tutti i Paesi OCDE al proprio settore agricolo (che valgono intorno ai 330 miliardi di dollari) questi rappresentano un modestissimo 0,2% del totale degli aiuti. Gli aiuti all'esportazione della UE non prevedono sostegni all'esportazione di cotone.

Tab 4.2-4. Aiuti per la produzione di cotone (Milioni di euro)

95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	2000/01	2001/02	2002/03(*)
740	800	761	903	855	733	804	871

Fonte: DG AGRI * dati previsti

Elemento strutturale della produzione di cotone in Europa è che questa produzione è tipica ed esclusiva delle zone più svantaggiate d'Europa, poste all'interno di Spagna e Grecia che sono gli unici paesi che effettivamente producono cotone nella UE. I produttori di cotone europei si caratterizzano anche per avere

delle aziende molto ridotte: a livello europeo l'86% delle aziende che coltivano cotone hanno una superficie minore di 15 ettari e coprono più della metà delle aree coltivate a cotone. Evidente quindi il carattere di azienda a conduzione diretta. Le due aree fondamentali di coltivazioni sono l'Andalusia in Spagna e la Tessalonica in Grecia che producono insieme solo il 13% del cotone totale consumato (2002) in Europa, il resto del cotone utilizzato viene importato. Si considera che in Spagna vi siano oltre 10.000 aziende che coltivano cotone mentre in Grecia sono oltre 70.000, con un indotto di addetti diretti o collegati alla coltivazione intorno alle 300.000 persone.

Impatti sull'ambiente

Impatto sociale ed ambientale nella fase di produzione agricola

- La coltivazione intensiva del cotone convenzionale fa ampio uso di pesticidi chimici sintetici, fertilizzanti, stimolanti della crescita e defolianti. Tali prodotti sono stati applicati sui campi in tutto il mondo e sono causa diretta della riduzione della fertilità dei suoli, della loro salinizzazione, della perdita di biodiversità, dell'inquinamento delle acque e di fenomeni di resistenza nei patogeni. A tale proposito basti considerare che sul cotone, che occupa circa il 2,5% della superficie agricola mondiale, viene utilizzato il 25% del totale degli insetticidi e 11% di tutti i pesticidi. Questo ampio impiego di prodotti agro-chimici determina anche serie conseguenze per gli agricoltori e le popolazioni rurali.
- Secondo una stima dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), tra 500.000 e 2 milioni di persone sono vittime ogni anno nel mondo d'incidenti d'avvelenamento da agenti agro-chimici, di cui 40.000 mortali. Circa un terzo di questi incidenti si verificano nel settore della coltivazione del cotone ed avvengono soprattutto nelle regioni povere in cui gli utilizzatori sono analfabeti o non sono consapevoli dei pericoli relativi all'impiego dei pesticidi, dove non sono disponibili attrezzature adeguate o sono troppo costose, dove l'accesso all'acqua è limitato e i servizi medici lontani o costosi.
- Il cotone modificato geneticamente è stato commercializzato per la prima volta negli USA nel 1996 ed oggi è diffuso in tutto il mondo (WWF, 2000). I ricercatori hanno inserito nelle piante di cotone il codice genetico per la produzione dell'endotossina BT da un batterio del suolo (*Bacillus Thuringiensis*). Da un rapporto basato sui dati di quattro Istituti di Ricerca Statali cinesi (Dayuan XUE, 2002) sull'impatto ambientale del Cotone BT in Cina, emerge che dopo alcuni anni dalla sua introduzione il cotone geneticamente modificato mostra: una crescita della resistenza al BT del principale parassita (il *bollworm*), una significativa riduzione nella popolazione dei predatori naturali del *bollworm*, un aumento dei parassiti secondari. Negli USA ha raggiunto nel 2002 il 71% dei circa 6,4 milioni d'ettari coltivati complessivamente a cotone, in Cina il cotone OGM ha raggiunto 1,5 milioni di ettari (2001) pari al 35% dell'intera area a cotone. In India, che rappresenta la più grande area mondiale di produzione del cotone (circa 9,7 milioni di ettari), ma che è solamente terza come produzione dietro ad USA e Cina, il cotone transgenico è stato introdotto nel 2002 dopo anni di trattative. Nel 2003 la produzione ha interessato circa 95.000 ettari che sono diventati 310.000 nel 2004. Dal punto di vista della redditività economica, il cotone BT è sempre stato presentato come un caso di successo finanziario, ma un rapporto del *North Carolina State University* mostra che, in effetti, non c'è alcun vantaggio finanziario - infatti, un rapporto del 2000 riporta che il cotone normale è marginalmente (circa \$2 per acro) più redditizio che quello transgenico.

Settori di Impiego

Il cotone può essere utilizzato nel settore tessile sia nell'abbigliamento (denim, chintz, terrycloth, spugna, fustagno, etc.) sia nell'arredamento.

4.1.1.1 COTONE BIOLOGICO

Il cotone biologico è l'unica fibra per cui già esiste un mercato internazionale strutturato. La coltivazione del cotone biologico deve seguire la normativa dell'agricoltura biologica, valida in senso generale per tutte le produzioni biologiche, e in più non deve prevedere l'utilizzo di defolianti, TBT, DTB, Arsenico e Mercurio. È vietato anche l'utilizzo di pesticidi e clorofenoli (PCP e TeCP). La coltivazione biologica assicura, quindi, la fertilità del suolo a lungo termine e la salute dei contadini. Perché si possa parlare di cotone biologico per un manufatto proveniente da cotone coltivato in modo biologico, è necessario seguire normative ben precise in tutte le fasi della filiera (vedi paragrafi 4.7 e 4.9.5). Il cotone biologico deve essere certificato da un organismo autorizzato.

Nella tabella sottostante sono riportati i vantaggi e svantaggi rispetto al cotone coltivato in modo tradizionale.

Vantaggi e svantaggi

	Vantaggi	Svantaggi
<u>COTONE CONVENZIONALE</u>	▪ minor costo del prodotto ▪ maggiore resa per ettaro	▪ riduzione fertilità del terreno ▪ salinizzazione del suolo ▪ perdita della biodiversità ▪ inquinamento delle acque ▪ utilizzo di cotone BT
<u>COTONE BIOLOGICO</u>	premio per l'agricoltore	▪ minore resa per ettaro ▪ costi di produzione più alti nelle diverse fasi della filiera.

Produzione e Consumi

La produzione di cotone da agricoltura biologica è iniziata negli anni ottanta e agli inizi degli anni novanta interessava poco più di 110 aziende agricole per un totale di 379 ettari coltivati e una produzione complessiva di 113 t. Da allora la produzione è notevolmente aumentata passando nel quinquennio 2000-2005 dalle 6.000 tonnellate circa della stagione 1999-2000 alle oltre 44.000 tonnellate previste per la stagione 2005-2006. Nel 2005 gli agricoltori coinvolti sono stati oltre 13.000, distribuiti in 16 paesi, per una produzione complessiva di circa 40.000 t realizzate in più di 60.000 ettari. La produzione nel 2007 ha raggiunto le 60.000 t.

Nel 2005 i maggiori produttori di cotone biologico erano: Turchia e Israele (11.000 t), India e Pakistan (7.000 t), Paesi africani (2.800 t), Stati Uniti (2.000 t), Cina (1.800 t) e America Latina (850 t).

Per quanto riguarda l'offerta a livello internazionale di cotone biologico, le imprese tessili che nel 2004 proponevano sul mercato filati e tessuti in cotone da agricoltura biologica erano poco più di 70. Alla fine del 2005 il numero di imprese era già passato ad oltre 200 con una maggiore concentrazione in paesi quali Turchia, India, Cina, Thailandia, ma anche Svizzera e Usa.

I cotone a fibra corta (22,5-25,4 mm) sono difficilmente coltivati per il mercato dei prodotti tessili biologici. Inoltre, paesi come l'Uganda possono produrre cotone di qualità abbastanza buona a prezzi accettabili, ma i costi di trasporto sono riferiti come superiori rispetto al cotone biologico turco o indiano. La mancanza di buona qualità e di un'industria tessile locale adeguata rende poco competitivo il cotone proveniente da quasi tutti i paesi dell'Africa sub-sahariana. I produttori certificati della Turchia, invece, hanno l'enorme vantaggio di un'industria tessile molto sviluppata, che può produrre a prezzi accettabili e con una maggiore facilità di accesso ai mercati europei. Un ulteriore dato da tenere in considerazione è relativo al fatto che qualora dovesse crescere la domanda, i produttori turchi o nord-americani possono, facilmente, più che raddoppiare o triplicare l'offerta in un periodo breve (1-2 anni). Questo potenziale è alto anche in Grecia, Israele ed Egitto. La flessibilità a reagire alla domanda è considerata inferiore in paesi come India, Senegal o Benin. Infatti in questi paesi i progetti di cotone da agricoltura biologica sono sviluppati in aree dove si fa enorme ricorso a metodi di produzione estremamente intensivi e si ha a che fare con un ampio numero di piccoli produttori.

L'incremento nell'offerta di cotone biologico che si è registrato in questi ultimi anni è stato reso possibile da un più diretto impegno delle fasi finali della filiera a garantire ai produttori di cotone (tramite partenariati o contratti a lungo termine) l'acquisto di volumi di materia prima sufficienti - quantitativamente e temporalmente - a rendere economica la conversione dalla coltivazione di cotone normale a quella di cotone biologico.

In questo senso, non è casuale che i maggiori produttori al mondo di prodotti di cotone biologico siano allo stesso tempo quelli che hanno avviato i principali progetti per l'incremento della superficie agricola destinata a tale fibra, nonché alcune delle più grandi aziende tessili in assoluto.

Iniziative di ricerca e di sviluppo

Dagli anni '90 si sono attivate numerose linee di ricerca per il cotone biologico, in vari paesi del mondo.

Vari progetti attualmente si stanno svolgendo in più parti del mondo per la produzione e la commercializzazione del cotone biologico. Ad esempio in Mali, Burkina Faso, Senegal, Kirghizistan c'è il "Progetto cotone bio", sponsorizzato dall'organizzazione privata di cooperazione allo sviluppo svizzera Helvetas.

Sono state inoltre create due grandi imprese-progetto: **Maikaal bioRe** (Maikaal bioRe "*Growing Organic Cotton under Groundwater Stress*") in India e **bioRe Tanzania**, che collaborano direttamente con i contadini e offrono una solida formazione, consulenza e aiuto per ottenere la certificazione. Il cotone è acquistato al prezzo del mercato locale; in più, a seconda del grado di conversione, è versato anche il premio bioRe® del 10–20%.

4.1.2 LA CANAPA

Introduzione

La canapa è probabilmente la più antica pianta da fibra coltivata dall'uomo. In Italia era una coltura tradizionale che, a partire dagli ultimi decenni del XIX secolo, imboccò una fase di lento declino culminato negli anni '70, quando la coltura scomparve completamente dal territorio del nostro paese.

Caratteristiche generali della pianta

La canapa appartiene alla famiglia delle *Cannabinacee*. Il polimorfismo che contraddistingue le piante di canapa coltivate in areali diversi, per scopi diversi, 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, non si è ancora in grado di delineare una netta demarcazione neppure tra i tipi coltivati e quelli spontanei (Lucchese *et al.*, 2001)

Questa pianta erbacea è caratterizzata da abbondante biomassa (Figura 4.2-6) e raggiunge notevoli produzioni di sostanza secca in un ciclo culturale relativamente breve. In Europa si possono superare le 20 t ha⁻¹ di sostanza secca (Struik *et al.*, 2000).

Una pianta pienamente sviluppata è costituita, rispetto alla massa totale, all'incirca dal 10% di radici, 60-70% di stelo, 15-20% di foglie e 5-15% di semi. La sostanza secca totale comprende il 90% di cellulosa e emicellulosa ed il 4% di lignina.



Figura 4.2-6 Un' "abbondante" coltura di canapa da fibra a Bologna
(Foto S. Baronti)

Originaria dell'Oriente. Grazie al suo ciclo vegetativo breve ed alle molte varietà esistenti, la canapa è ubiquitaria, praticamente coltivata o potenzialmente coltivabile in tutto il mondo. In passato, in Italia, era coltivata dai mille metri d'altitudine in Piemonte fino alla zona mediterranea del sud dell'Italia.

Non è particolarmente esigente da un punto di vista climatico, ma raggiunge le migliori prestazioni nei climi temperati caldo-umidi che consentono lo sviluppo di grandi masse di sostanza organica.

Nei paesi dove la canapicoltura è continuata ininterrotta anche dopo gli anni '70, il miglioramento genetico ha portato alla creazione di *cultivars* di tipo monoico (ibridi tra piante dioiche con monoiche e unisessuate) e, altra caratteristica fondamentale, caratterizzate da un basso contenuto di THC (tetraidrocannabinolo, sostanza psicotropa). Fino a qualche decennio fa, infatti, il miglioramento genetico aveva trascurato un aspetto, oggi divenuto un problema di grandissima importanza: il contenuto di sostanze psicotrope.

La scelta varietale, oggi, è condizionata dai seguenti fattori:

- la normativa comunitaria
- la reperibilità delle sementi sul mercato
- la destinazione finale del prodotto

Qualunque sia l'orientamento del miglioramento genetico della canapa è necessario tenere attentamente presenti le regole che l'UE fissa sul contenuto in THC. È assolutamente necessario utilizzare seme che sia stato certificato da Ente autorizzato perché, se tale limite è superato, si incorre in sanzioni penali stabilite dalla legislazione sulle sostanze stupefacenti.

La scelta della varietà è funzione del tipo di prodotto desiderato e della qualità richiesta. Attualmente, dalla canapa, si possono ricavare quattro principali prodotti semilavorati, dai quali, a loro volta, può essere derivato un gran numero di prodotti finali (Tab. 4.2-5)

Tab 4.2-5. Prodotti della canapa e loro utilizzi.

Fibra lunga	Tessuti per abbigliamento, arredamento, corde e tappeti
Fibra corta	Tessuti per abbigliamento, arredamento, carta, feltri isolanti, geotessili, compositi
Canapulo	Pannelli isolanti, materiale inerte per edilizia, lettieri
Semi	Olio alimentare, cosmetica, vernici, resine

Quando il prodotto richiesto è la fibra di buona qualità (fibra lunga) occorre disporre di piante molto alte, caratteristica che appartiene, principalmente, alle varietà dioiche quali Carmagnola, CS, Fibranova (il contenuto in fibra oscilla tra il 15-20%). Se si desidera produrre fibra corta o seme, le varietà da preferire sono le monoiche, caratterizzate da tutte piante portaseme, al contrario delle dioiche che contano invece un'alta percentuale di maschi (40-45%). Per una produzione specifica di semi, invece, è preferibile scegliere specie monoiche con un'altezza medio-bassa, per facilitare la raccolta.

Coltivazione e Raccolta

Un agricoltore che intenda coltivare canapa da fibra deve sottostare ad una rigida procedura. Innanzitutto, deve approvvigionarsi di seme certificato, conservare in azienda la fotocopia del cartellino di certificazione fornito dalla ditta sementiera e la fattura relativa all'acquisto della semente. Ogni coltivatore dovrà conoscere la concentrazione di tetraidrocannabinolo (THC) della propria varietà ed essere in grado di fornirne le prove. Una volta effettuata la semina dovrà seguire una serie di iter burocratici molto lunghi.

Tecnica colturale

Probabilmente la canapa è tra le specie più efficaci per migliorare i terreni negli avvicendamenti; oltre ad essere una miglioratrice delle condizioni fisiche del terreno, non è depauperante per la fertilità e ha un effetto di contenimento sulle malerbe. La semina è possibile quando la temperatura del terreno ha ormai raggiunto i 10°C (da metà marzo in poi), preferibilmente intorno ai 12-14°C (Bonciarelli, 1995). Ritardi nell'epoca di semina possono provocare una riduzione nel numero di piante a m² ed una riduzione dell'altezza delle piante (Candilo *et al.*, 2000). Per ottenere fibra di alta qualità, la semina si effettua possibilmente entro marzo, usando circa 50 kg ha⁻¹ (metodo tradizionalmente usato in Italia) di seme e quasi la metà nel caso di coltura da seme (in questo caso è necessario favorire la ramificazione degli steli). La scelta della densità di investimento ha anche notevoli ripercussioni sulla produzione di seme o di altri componenti della pianta come i cannabinoidi.

La raccolta della canapa, che rappresentava, in passato, una delle operazioni più faticose e penose per l'agricoltore, ed è stata una delle cause della sua scomparsa, attualmente è completamente meccanizzata; si effettua, generalmente, a partire da luglio. Le operazioni di raccolta, insieme con quelle di prima trasformazione, possono influire sulla produzione di fibra in termini quantitativi, per 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. Le modalità di meccanizzazione della raccolta sono in funzione della destinazione del prodotto (industria tessile o industria cartaria, dei compositi, *etc.*) e delle metodologie di trasformazione proprie degli impianti di prima lavorazione. Se il prodotto è destinato all'industria tessile per la produzione di fibra lunga, è necessario che gli steli siano mantenuti paralleli per poter essere avviati alla stigliatura. Negli altri casi gli steli debbono essere trinciati in segmenti di dimensione variabile.

Le rese di produzione possono variare in base alla varietà coltivata (monoica o dioica) e al metodo di raccolta. Da esperienze condotte nell'ambito del progetto Hemp-Sys (Venturi e Amaducci, 2006) e anche da precedenti esperienze (Kollar, 1969; Venturi 1967; Venturi, 1969; Amaducci, 1969) è emerso che le *cultivar* dioiche, in particolare quelle italiane, sono nettamente più produttive delle monoiche. Per quanto riguarda le

varietà dioiche le produzioni si aggirano intorno alle 30 t ha⁻¹ di sostanza fresca, mentre per le monoiche le produzioni oscillano tra 13-20 t ha⁻¹ di sostanza fresca.

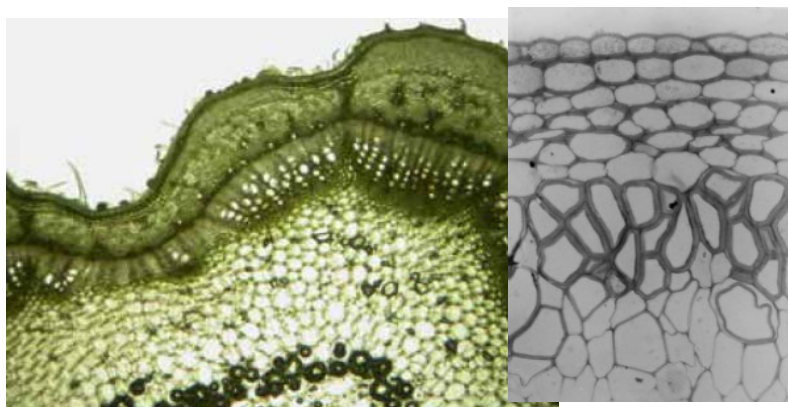
Resa e qualità della fibra

La produzione di taglio di canapa per scopo tessile impiega le fibre floematiche dello stelo della pianta. I passaggi fondamentali nell'estrazione della fibra di canapa, così come per tutte le altre fibre liberiane, sono:

- la macerazione, che porta alla liberazione delle fibre liberiane dagli altri tessuti a seguito della degradazione delle sostanze pectiche, costituenti principali della lamella mediana della parete cellulare;
- la stigliatura, che consiste nella separazione meccanica delle fibre tessili dal resto dei fusti. La moderna stigliatura vede l'impiego di apposite macchine dette stigliatrici, che hanno sostituito i vecchi metodi manuali o le macchine a rulli.

La resa in fibra dipende da diversi fattori quali la varietà, le condizioni del suolo, il clima e da possibili elementi di disturbo (grandine, parassiti, etc.). In linea di massima si va dalle 8-10 tonnellate di fusti per ettaro delle varietà monoiche alle 10-12 tonnellate di fusti per ettaro delle varietà dioiche (peso secco), che equivalgono ad una resa in fibra tra 2 e 3,2 t ha⁻¹. La fibra di canapa è una delle migliori fibre vegetali conosciute: resiste al calore, alle muffe, agli insetti e non viene danneggiata dalla luce. Fra tutti i materiali tessili naturali, la canapa possiede le fibre elementari più resistenti. Le fibre della canapa più interessanti dal punto di vista commerciale sono le fibre liberiane (taglio) primarie. Le fibre si trovano lungo una circonferenza che circonda i tessuti conduttori nel fusto.

Figura 4.2-7 Sezione trasversale di stelo di ortica.



Tratto da: www.bioveg.unito.it

La fibra primaria è costituita da cellule allungate riunite in fascetti (*bundles*), fortemente saldati tra di loro, formati durante il periodo di intenso accrescimento in altezza della pianta. Il canale è spesso poco visibile a causa dell'opacità della fibra. Si osservano striature longitudinali con qualche striatura trasversale irregolare. La lunghezza delle fibre primarie varia dai 5 ai 55 mm (Kundu, 1942; Catling e Grayson, 1982) con un valore medio di 20-28 mm (Solaro, 1914; Hoffmann, 1957). Il loro diametro, molto variabile, è in media di circa 32-34 μm (Kundu, 1942). I filamenti sono lunghi da 1 a 3 metri. Nella pianta sono presenti anche fibre secondarie, molto più corte, circa 2 mm, con un diametro di circa 17 μm (Kundu, 1942), deposte durante l'accrescimento secondario e quindi ad allungamento dell'internodo ormai terminato. Oltre ad essere più corte, le fibre secondarie sono più lignificate (Mediavilla, 2000) ed hanno quindi uno scarso interesse non solo per un'utilizzazione tessile, ma anche per l'industria cartaria, per carte pregiate, dove comunque deve essere eliminata la lignina.

In base a queste semplici considerazioni sono stati proposti alcuni indici per determinare la qualità della fibra a livello della pianta: percentuale di taglio, rapporto tra fibre primarie e fibre secondarie, lunghezza della fibra, diametro delle fibre, grado di lignificazione, omogeneità dei suddetti parametri qualitativi (IENICA, 2003). La maturità delle fibre è un altro parametro importante che ne influenza resistenza e flessibilità, poiché il progressivo ispessimento della parete, a completa maturità, va praticamente ad occludere il lumen cellulare. Fra gli altri parametri che influenzano le caratteristiche della fibra, si possono ricordare gli effetti di alcuni fattori agronomici quali l'epoca di raccolta, la densità di investimento, e la scelta varietale, ma anche metodologie di raccolta che permettano di separare frazioni di stelo differenziate per valori qualitativi. Conoscere come le diverse caratteristiche della fibra vengano modificate 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 soprattutto a livello di ricerca. Da aggiungere ai precedenti parametri vi è anche il colore che cambia con il

grado di macerazione, o con le condizioni di essiccamento e conservazione nel caso degli steli non macerati. Altri parametri che caratterizzano la fibra sono riportati in Tab. 4.2-6

Tab 4.2-6. Parametri e relativi valori per la valutazione della qualità della canapa.

Diametro μm	Lunghezza mm	Sollecitaz. massima MPa	Deform. %	Modulo elastico GPa
25-35	15-50	400-700	400-700	35
Densità Kg/m^3	Sollecitazione specifica ($\text{MPa}\cdot\text{m}^3/\text{Kg}$)	Cellulosa/ lignina	Microf. Ang. 0°	Allungamento a rottura (ad umido) %
1480	0,27-0,47	70-88/3-4	6,0-10,0	3-6
Allungamento a rottura (Condizionata) %	Peso specifico fibra g/cm^3	Valore di tenacità (condizionata) g den^{-1}	Valore di tenacità (ad umido) g den^{-1}	Igroscopicità %
2-5	1,48	5,5-7,2	6,1-8,2	12

Modificato da: www.kenaf.fiber.com

La distanza tra campi di coltivazione della canapa e impianto di prima lavorazione deve essere al massimo di 100 km. Distanze maggiori avrebbero costi di trasporto troppo elevati che ridurrebbero il margine di guadagno. L'impianto più grande europeo per la produzione di fibra lunga di canapa è quello di Ecocanapa, nato nel 2003 a Comacchio (FE) e in grado di lavorare $16 \text{ quintali h}^{-1}$ di materiale grezzo (Figure 4.2-8; 4.2-9).



Figura 4.2-8. Impianto di stigliatura e pettinatura di Ecocanapa, Comacchio (FE) (Foto S.Baronti)



Figura 4.2-9. Impianto di pettinatura (particolare) di Ecocanapa, Comacchio (FE) (Foto S.Baronti)

Produzione e Consumi

In Italia, agli inizi del XIX, si raggiunse la massima espansione della coltivazione della canapa (Tab. 4.2-7). Essa era concentrata in due zone ben distinte: al nord nelle province di Ferrara, Bologna, Rovigo e Modena e al sud nelle province di Napoli e Caserta. (Allavena, 1962); alla fine del 1800 occupava una superficie superiore ai 135.000 ettari, oltre la metà dei quali in Emilia. Successivamente questa specie cominciò a subire la concorrenza prima di altre fibre tessili naturali più economiche quali la juta o l'abaca e quindi delle fibre sintetiche. I dati a livello mondiale, risalenti a quel periodo, mostrano che l'Italia era al secondo posto sia per quanto riguardava l'estensione di suolo coltivato sia per la produzione (Tab. 4.2-8), posizione che ha mantenuto fino alla seconda guerra mondiale, con una superficie di circa 75.000 ha.

Tab 4.2-7. Superficie coltivata e produzione di fibra di canapa in Italia negli anni 1910-1962.

Anni	Superficie (ha)	Produzione (t)
1910	80.902	83.500
1928	81.419	95.190
1932	63.912	65.130
1936	75.248	88.500
1940	86.850	109.200
1946	61.174	68.726
1950	54.472	68.597
1954	33.838	37.040
1958	13.716	12.765
1962	14.605	14.100

(Di Candilo *et al.*, 2003)

Tab 4.2-8. Coltivazione di canapa a livello mondiale nel XIX secolo.

Paesi	Ettari Coltivati	Quintali prodotti	Resa media per ettaro (q/ha)
Russia	686.197	3.440.579	5,0
Italia	79.477	795.000	10,0
Russia Asiatica	66.917	297.049	4,5
Ungheria	65.192	587.954	9,0
Francia	17.214	147.266	8,7
Giappone	13.518	94.893	7,1
Serbia	14.025	67.025	4,8
Romania	5.678	19.035	3,4
Bulgaria	3.015	9.769	3,3

(Capasso, 1994)

L'Italia, con una media di circa 700.000 quintali, deteneva il primato mondiale dell'esportazione di canapa, superando di grandissima distanza la Jugoslavia, che ne esportava circa 150.000 quintali e la Russia ferma attorno ai 100.000 quintali annui. All'inizio degli anni '20, la nostra canapa veniva perlopiù venduta in Europa (Tab. 4.2-9).

Tab 4.2-9 Esportazioni di canapa da parte dell'Italia negli anni '20.

Nazione importatrice	Importazione di canapa italiana (in quintali)
Germania	200.000
Francia	170.000
Inghilterra	50.000
Stati Uniti	25.000
Belgio	60.000
Austria	30.000
Altri paesi	115.000

(Sessa, 1930)

Infatti, a parte i 25.000 quintali destinati agli Stati Uniti, la restante canapa esportata confluiva nei mercati europei. Le nazioni maggiormente importatrici erano Germania e Francia, mentre l'Inghilterra ne importava una quantità abbastanza limitata. L'inversione di tendenza non fu casuale, ma fu il frutto dell'ascesa delle fibre concorrenziali alla canapa, tra cui primeggiava il cotone, di cui l'Inghilterra deteneva una delle maggiori industrie trasformatrici.

Dopo la seconda guerra mondiale, in Italia, la canapa subì un forte declino ed una rapida perdita di importanza. Dai 105.000 ettari del 1943 si passò ai soli 1.000 ettari nel 1970.

Situazione attuale e prospettive

Verso la fine degli anni '80 si è assistito, a livello europeo, ad un significativo aumento della superficie coltivata a canapa (Tab. 4.2-10) che è passata dai 5.499 ha, del periodo 1980-1990, ai 41.682 ha del 1998. Hanno dato un apporto a ciò, i contributi economici dell'Unione Europea per la sua coltivazione e gli aiuti governativi per lo sviluppo di tecnologie innovative per la trasformazione delle piante da fibra.

Successivamente al 1998 la superficie coltivata è andata di nuovo riducendosi, soprattutto per la forte contrazione delle superfici spagnole.

A livello mondiale (Tab.4.2-11) le maggiori superfici coltivate a canapa, sia per fibra sia per seme, si trovano nei paesi asiatici. A livello europeo la nazione con la maggiore superficie a canapa è la Russia.

Tab 4.2-10. Superfici coltivate a canapa nell'Unione Europea (ha), dati CELC

Anni	D	GB	A	E	F	NL	I	Altri	UE
1970-80	43	--	--	280	6651	-	-	254	7227
1980-90	4	-	-	543	4946	4	-	2	5499
1990	-	-	-	484	3707	-	-	-	4191
1991	-	-	-	720	3790	-	-	-	4510
1992	-	-	-	1050	3937	-	-	-	4987
1993	--	407	-	786	5867	1	-	-	7061
1994	-	872	-	547	6352	137	-	-	7908
1995	-	1119	160	1371	6149	933	-	-	9732
1996	1426	1697	661	1450	7588	893	-	7	13722
1997	2842	2304	1097	4200	10930	1337	-	185	22895
1998	3000	2000	1000	23000	9682	1500	-	1500	41682
1999	4003	2500	289	13473	9980	872	-	335	31452
2000	2967	2750	500	5713	7459	806	-	342	20537
2001	1911	16751	1300	851	6896	1100	200	9	13742

(Di Candilo *et al.*, 2003).

Tab 4.2-11. Superfici coltivate a canapa nel 2002 nel mondo, dati CELC

Paesi	Canapa da fibra (ha)	Canapa da seme (ha)
Cina	11.000	10.000
Rep.Dem. di Corea	18.000	-
Fed.Russa	13.000	2.500
Cile	4.300	1.150
Ucraina	2.000	2.000
Spagna	1.500	3
Romania	1.300	1.300
Fed. Jugoslava	343	300
Francia	200	8.000
Corea del Sud	160	-
Polonia	70	30
Ungheria	60	100
Bulgaria	8	8
Turchia	-	1.000
Mondo	51.941	26.391

(Di Candilo *et al.*, 2003).

Negli anni 2005/2006, a livello europeo, la canapa ha interessato una superficie di circa 14.540 ha con una produzione di circa 26.600 tonnellate.

In Italia, la coltivazione è ritornata solo su piccola scala nel 1998 su di una superficie di circa 350 ha. Nel 2004 gli ettari coltivati a canapa in Italia erano 1.100, di cui 820 in Emilia Romagna. Nel 2005, anche in Umbria è stata reintrodotta la coltivazione della canapa su una superficie di 24 ha. Ciò è stato possibile in virtù della Circolare del Ministero delle Politiche Agricole (Direzione Generale delle Politiche Agricole ed Agroindustriali Nazionali) del 2 dicembre 1997, in cui sono definite le modalità da seguire da parte degli agricoltori interessati, onde prevenire confusione con le coltivazioni da droga, e grazie al contributo CEE (circa 1.300 lire/ha).

Negli anni 2005/2006 la superficie coltivata a canapa in Italia era di 157 ha con una produzione di 88 t. Questo ritorno della canapicoltura è avvenuto su basi completamente diverse rispetto al passato, quando agli agricoltori era richiesto l'impegno non solo per la coltivazione, ma anche per le successive fasi di macerazione e stigliatura, che richiedevano enormi impieghi di manodopera. Nel passato, inoltre, l'unico prodotto vendibile era la fibra lunga per la creazione di tessuti e cordami (Madia e Tofani, 1998).

Iniziative di ricerca e di sviluppo

Dagli anni novanta in poi si sono succedute una serie di iniziative di ricerca e sviluppo sia a livello italiano sia europeo per lo sviluppo della filiera della canapa a scopo tessile, cartario o misto.

1990	Progetto di ricerca sulla canapa "HEMP RESEARCH PROGRAMME" (Olanda)- Destinazione cartaria
1991	Progetto CITECA (CNR) Destinazione tessile cartaria

1992	Progetto PrisCA (MiPAF) – Destinazione multiuso
1995	Progetto canapa (MiPAF)- (HEMP FOR EUROPE MANUFACTURING AND PRODUCTION SYSTEMS) Destinazione multiuso
1996	Progetto HEMP for Europe (EUROPE HEMP FOR EUROPEAN MANUFACTURING AND PRODUCTION SYSTEMS) (UE)- Destinazione multiuso)
1999	Progetto Canapa (MiPAF) – Destinazione tessile/ multiuso
1999	Progetto HARMONIA (UE)- Destinazione multiuso
2001	Progetto CANAPATE CANAPA per fibra TEssile: dalla produzione all'utilizzazione (MiPAF)
2002	Progetto HEMP-SYS (UE) –Destinazione tessile
2002	TOSCANAPA (Regione Toscana) –Destinazione tessile
2005	Progetto pilota previsto dalla Legge regionale sulla "Coltivazione, trasformazione e commercializzazione" dell'antica coltura. Prospettive nel settore tessile e per usi agricoli (ARSLA-Regione Toscana) - Destinazione tessile

Le attività di ricerca si sono inizialmente concentrate sulla destinazione cartaria e sulle possibilità di utilizzare la canapa per molteplici applicazioni. Il progetto *Hemp for Europe* (Cromack *et al.* 1999; Amaducci e Venturi 1998) finanziato dall'UE si è interessato ad esempio, sia di colture per la produzione della sola fibra, sia di colture a duplice attitudine cioè con produzione di fibra e di seme. I progetti di ricerca più recenti, *Hemp-Sys* della UE (Amaducci e Venturi, 2003; Venturi e Amaducci, 2006), il progetto Canapa del MiPAF (Ranalli, 2001) e TOSCANAPA (Tofani, 2003) della Regione Toscana sono stati principalmente indirizzati alle applicazioni tessili, che attualmente sembrano dare il maggior valore aggiunto alla fibra. È appena terminato un progetto della Regione Toscana "Canapone s.r.l.", che aveva la precisa finalità di creare una filiera tessile in Toscana basata sulla canapa.

Settori di impiego

A livello europeo la canapa ha come destinazione principale delle fibre l'industria della carta (80%). Gli altri usi riguardano i materiali compositi per l'industria automobilistica (15%), materiali per la costruzione e l'isolamento degli edifici (4,5%) e solo l'1% è destinato al settore tessile (abbigliamento e arredamento), comprese le applicazioni tradizionali (corde, etc.) e l'agrotessile (Fonte: *Nova Institut*, citata nello studio di mercato sulle nuove utilizzazioni delle fibre vegetali, realizzato da Ernst & Young per l'*Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie* francese, nel dicembre del 2005).

4.1.3 LA GINESTRA

La ginestra (*Spartium junceum* L.) è nota fin dall'antichità per il suo impiego come pianta da fibra. Era, infatti, già utilizzata da Fenici, Cartaginesi, Greci e Romani, per la produzione di stuoie, corde e manufatti vari. La stessa etimologia della parola greca "spartos", che significa corda, sta a confermare la tradizionale utilizzazione della fibra per la realizzazione di tessuti grossolani. Fino al 1920 circa, i documenti che riportano tentativi di industrializzare la produzione di fibre di ginestra, riguardavano produzioni che rimanevano ancora a livello familiare.

Il momento di maggiore attenzione per questa pianta come fonte di fibra si ebbe in corrispondenza della seconda guerra mondiale, in conseguenza sia di una scarsa disponibilità interna di materia prima alternativa sia dall'instaurarsi di un regime di autarchia. Numerose furono le iniziative durante quegli anni, finalizzate a favorire lo sfruttamento dei ginestreti esistenti, attraverso anche tentativi di infittimento, e la realizzazione di nuovi impianti (De Mastro, 1999). In quel periodo, in tutta l'Italia, i ginestrici erano 61, di cui 9 in Toscana distribuiti tra le province di Firenze, Arezzo e Siena (Tab.4.2-12). In provincia di Firenze, per esempio, si ritrovano notizie su ginestrici nel comune di Prato, Scandicci e Montelupo fiorentino. L'importanza della ginestra come pianta tessile in Italia è ormai limitata a piccole realtà locali, in particolare ad alcuni paesi della Basilicata (S. Paolo Albanese, S. Costantino Albanese) e Calabria (Vaccarizzo Albanese, Falconara Albanese) dove l'insediamento negli anni passati di molte famiglie provenienti dall'Albania meridionale, ha consentito l'introduzione ed il diffondersi dell'impiego della sua fibra per tessere, seppure in modo molto artigianale, tessuti di particolare bellezza (De Mastro, 1999).

Tab 4.2-12. Numero di ginestrici esistenti nel 1941, distribuiti per regione.

REGIONI	GINESTRIFICI				
	Piccolissimi	Piccoli	Medi	Grandi	Totale
Liguria		1			1
Emilia		3			3
Toscana		7	2		9
Marche		3			8
Umbria		4	4		8
Lazio		3	1	2	6
Abruzzo e Molise		3	1		4
Campania	3	4			7
Lucania	1	2	1		4
Calabria	11	3	1		15
Sardegna			1		1
TOTALE	15	34	10	2	61

(Boggia, 1942)

Caratteristiche generali della pianta

Col nome di Ginestre, sono comunemente indicate quelle piante cespugliose che nei periodi primaverili colorano di giallo il paesaggio mediterraneo con i loro fiori spesso intensamente profumati. Sono tutte esponenti della Famiglia delle Leguminose nella quale rientrano anche quelle piante che producono legumi commestibili. Le Ginestre però, pur appartenendo ad una stessa Famiglia, sono diverse tra loro, ed ognuna di esse rappresenta una specie ben distinguibile dalle altre. Risulta che in Italia vegetino 20 specie diverse di ginestra tra le quali, per citarne solo alcune delle più note e più interessanti, ci sono:

- Ginestra di Spagna o odorosa (*Spartium junceum*)
- Ginestra scoparia o dei carbonai (*Cytisus scoparium*)

Sebbene esse siano morfologicamente simili e possano entrambe essere utilizzate per ottenere fibre tessili/tecniche, lo *Spartium junceum* è la varietà più resistente e fornisce le fibre di migliore qualità.

La ginestra, presente allo stato spontaneo in tutto il bacino del Mediterraneo, dalla Francia meridionale all'Asia minore, è diffusa anche sulla costa atlantica del Marocco, Portogallo e nelle Isole Canarie (Figura 4.2-10). La ginestra è pianta caratteristica della zona temperato-calda, ad inverno mite ed umido; fa parte, quindi, delle formazioni della macchia mediterranea, ma anche di quelle nemorali ed in particolare dell'associazione con la quercia come elemento del sottobosco (Trotter, 1941)

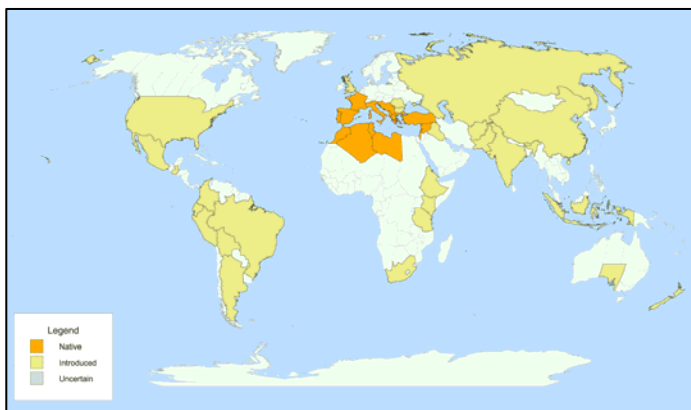


Figura 4.2-10. Distribuzione geografica
Tratto da: www.ildis.org

Nei paesi più meridionali e più caldi, la ginestra di Spagna si può spingere fino ad altitudini elevate, l'optimum è in genere dal *Lauretum* sino agli orizzonti più bassi del *Castanetum* (fino ai 1000 m), però può arrivare sino ai 1300-1400 m di altitudine dell'Appennino e sino ai 2000 m dell'Etna. Può resistere a temperature estreme anche di -30 /-40°C.

Sopporta forti venti, ma la crescita si riduce e la pianta diventa più compatta. Cresce bene in zone litoranee e tollera il vento salmastro.

Ginestreti spontanei, molto estesi e relativamente folti, sono particolarmente diffusi nell'Appennino centro-meridionale, soprattutto nelle province di Perugia, Terni, Campobasso, Avellino, Catanzaro e Messina. Dopo aver colonizzato e migliorato terreni nudi o degradati, lascia il posto a specie più esigenti che, da sole, non riuscirebbero a instaurarsi.

Si adatta a terreni poveri o sterili purché esenti da ristagni idrici e soleggiati. Predilige terreni profondi a reazione neutra o calcarei.

Coltivazione e Raccolta

La coltivazione della ginestra può essere realizzata con limitato apporto di input chimici rendendola facilmente inseribile in sistemi di produzione biologica. La moltiplicazione vegetativa non è praticabile e quindi conviene ricorrere alla propagazione per seme.

Un aspetto fondamentale nella realizzazione di un ginestreto destinato alla produzione di fibra o di cellulosa da carta è rappresentato dalla modalità d'impianto. L'epoca ottimale per il trapianto è l'autunno (metà ottobre) in modo da favorire un buon attecchimento dell'apparato radicale prima della ripresa vegetativa nella primavera successiva.

La densità d'impianto consigliata è di 10.000-12.000 piante per ettaro con sesti d'impianto di 100 x 100 cm o di 120 x 70 cm. E' possibile anche realizzare un impianto di prato-ginestra, con una densità di 40.000 piante per ettaro (sesto d'impianto 50 x 50 cm) per un più intensivo sfruttamento (De Mastro, 1999).

Per il trapianto è necessaria la preparazione di buche dove collocare le piantine con il pane di terra. Nel caso in cui si usino piantine di due anni le buche devono avere una larghezza di circa 20 cm ed una profondità di circa 35 cm. La ginestra è una specie tollerante alla siccità, tuttavia sa sfruttare una buona disponibilità idrica nel terreno. Nel caso di periodi particolarmente siccitosi che possono danneggiare la coltura è necessario intervenire con delle irrigazioni di soccorso. La durata di un impianto di ginestra può essere stimata intorno ai 20-25 anni, sebbene la tendenza ad un maggiore sfruttamento dello stesso può ridurre la convenienza economica a mantenere il ginestreto così a lungo (De Mastro, 1999).

I rami utilizzati per l'estrazione della fibra sono le vermene. Per vermena si intendono i rami giunchiformi dell'anno o di un anno, privi o quasi di ramificazioni secondarie (Figura 4.2-11), molto teneri, emessi da ceppaia o da un ramo di due anni e più. La vermena è tanto migliore quanto maggiore è la sua lunghezza (possono arrivare fino a 1,20-1,50 metri, ma normalmente la lunghezza non supera i 50-70 cm), perché più lunghi risultano i fasci fibrosi, e quanto maggiore è la sua grossezza, perché i fasci fibrosi risultano più ricchi. In altre parole, maggiori sono la lunghezza e la grossezza delle vermene, più abbondante e pregevole è la fibra in essa contenuta e la filaccia che da essa si può ricavare.



Figura 4.2-11 Vermene di ginestra di due anni (Foto S.Baronti)

La dimensione delle vermene dipende anche da fattori fisici e ambientali legati alla latitudine, all'altitudine e alla giacitura del terreno. Per ottenere, quindi, la fibra di buona qualità, la raccolta deve essere fatta da fine luglio all'inizio di settembre.

Nel passato la raccolta era manuale, ma uno sfruttamento attuale di questa specie deve necessariamente prevedere una raccolta meccanica. E' quindi necessario realizzare impianti con notevole uniformità di sviluppo delle piante, adottando una razionale potatura di formazione che favorisca la differenziazione di numerose vermene e nello stesso tempo faciliti l'intervento meccanico.

La resa media in vermene verdi dipende dalle modalità d'impianto.

Nel caso di un impianto di ginestra ottenuto da trapianto, realizzato a Pisa su terreno fresco e profondo, con una densità di 20.000 piante/ha si è avuta una resa di 19 t/ha/anno di vermene fresche (circa 8 t/ha/anno di vermene secche) come media dei primi dieci anni e con raccolta annuale. Per questa modalità d'impianto, De Mastro (1999) riporta produzioni di 7-9 t/ha di vermene fresche nel primo anno fino a 40 t/ha dal terzo anno d'impianto in poi.

Sia nel caso di una raccolta manuale sia di una raccolta meccanica, il prodotto sarà costituito non solo da vermene dell'anno, adatte per l'estrazione della fibra di interesse tessile, ma anche da ramificazioni lignificate dell'anno precedente (circa 45%) che devono essere separate dalle prime e destinate, ad esempio, alla produzione di pasta di cellulosa.

La produzione di taglio di ginestra per scopo tessile impiega le fibre floematiche delle vermene. Un passaggio fondamentale in questa produzione è la macerazione che porta alla liberazione delle fibre corticali dagli altri tessuti a seguito della degradazione delle sostanze pectiche, costituenti principali della lamella mediana della parete cellulare. Le pectine sono polisaccaridi complessi composti principalmente da catene di galatturonato, parzialmente metilate.

Il processo di macerazione può essere realizzato a partire da vermene fresche oppure essiccate al sole per circa 8-12 giorni in strati di 10-12 cm di spessore. Nel tempo sono stati sviluppati diversi metodi di macerazione, la maggior parte dei quali è stata abbandonata anche dalle poche aziende familiari ancora attive.

Quando la macerazione è completata le vermine si presentano viscide, con la corteccia che si stacca facilmente; a questo punto si tolgono i manipoli dall'acqua, si sciolgono e si procede alla scortecciatura delle vermine (Figura 4.2-12). L'imbiancamento delle fibre si ottiene con ulteriori bagnature ed esposizioni al sole. Dalla scortecciatura si ottengono ginestruli solitamente usati come combustibile, e corteccia in massima parte disintegrata.



Figura 4.2-12. Scortecciatura con ginestruli e fibre (Foto S.Baronti)

Arrivati a questo punto la corteccia è pronta per essere stigliata e ottenere così la filaccia grezza o di stigliatura (Figura 4.2-13).

Successivamente la filaccia grezza ben asciugata può essere ulteriormente lavorata (scotolatura) per liberarla dalle impurità, omogeneizzarla e ammorbidirla.



Figura 4.2-13. Fibra di ginestra lasciata ad asciugare sui ginestruli (Foto S.Baronti)

Dalla scotolatura si ottiene una fibra di bell'aspetto, più o meno morbida e più o meno pura. Seguono poi le fasi di cardatura e filatura

In passato il metodo individuato come quello più adatto ad un processo di tipo industriale, fu quello fisico-chimico. I liscivi esausti derivanti dall'applicazione di questo metodo, tuttavia, costituivano, e costituirebbero ancora oggi, un forte problema di carattere ambientale, per la loro tossicità e per il loro odore nauseante.

Un altro metodo di macerazione industriale, messo a punto negli anni '40, e che più facilmente potrebbe essere attualizzato, è la macerazione microbiologica.

Resa e qualità della fibra

Nel passaggio da fresche a secche le vermine perdono il 50% del loro peso. La resa in filaccia delle vermine secche va da 7-12% con una media del 9%. Pertanto da un quintale di vermine fresche si ottengono da 3,5 a 6 kg di filaccia, con una media di 4,5 kg pari cioè al 4,5%.

Esaminando al microscopio una sezione di porzione di vermena si vede che nella corteccia, sotto l'epidermide, si sviluppa il tessuto parenchimatico corticale. In questo tessuto si trovano numerosi fasci di fibre corticali. Queste fibre assieme alle fibre pericicliche costituiscono le fibre liberiane.

Nella ginestra le fibre che costituiscono i fasci sono legate insieme da sostanze pectiche. Questo spiega le complesse esigenze della macerazione e la sua durata. Le fibre ricavate dalla ginestra, come rilevato in una recente ricerca dal Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema dell'Università di Pisa, presentano un contenuto di cellulosa non inferiore al 70%.

Il diametro delle fibre varia tra 50-80 μm . La lunghezza della fibra è in media 8 mm (i valori oscillano tra 5-16 mm) (Tab.4.2-13).

Tab 4.2-13. Lunghezza di alcune fibre. **Tratto da:** AAVV, 1943

FIBRE	LUNGHEZZA (mm)	
	Media	Estremi
LUNGHE		
Ramiè	120	(60-220)
MEDIE		
Gelso	55	(32-72)
Lino	26	(20-40)
Canapa	20	(15-50)
Cotone	20	(10-50)
Ginestra	8	(5-16)
CORTE		
Juta	3	(1-5)
Lupino	2,4	(2-3)
Malvone	2,6	(2,2-3,4)
CORTISSIME		
Alfa	2	(0,5-3,5)
Sparto	2	(0,5-3,5)

La superficie delle fibre è liscia e solo talvolta presenta delle striature longitudinali. Nel complesso la fibra assomiglia a quella del lino pur essendo assai più ruvida in relazione al notevole ispessimento delle pareti.

La fibra è molto resistente all'acqua e non si altera anche dopo un lungo periodo di immersione. Resiste benissimo all'acqua marina perciò era impiegata per reti, cordami, etc. Molto resistente alla luce, com'è risultato da prove di irraggiamento con raggi ultravioletti. La fibra è facilmente colorabile, ha un forte potere di imbibizione e un basso peso specifico (si calcola che il peso specifico sia 7/10 di quello del lino).

Le caratteristiche tecnologiche della fibra di ginestra sono riportate nella Tab. 4.2-14. Per un uso tessile della fibra è importante sottolineare una ripresa di umidità variabile da 7,5 a 12,6%, buone caratteristiche di assorbimento e buone doti di resistenza agli alcali. Inoltre sopporta bene il candeggio a base di ipoclorito e si mercerizza bene acquisendo maggiore lucentezza (De Mastro, 1999). Può essere utilizzata nel settore della lana, juta, lino e fibre di cocco.

Il grado di filabilità, inoltre, è buono. La fibra è elastica e parecchio resistente alla trazione.

Tab 4.2-14. Caratteristiche della fibra di ginestra

Diametro μm	Lunghezza mm	Sollecitaz. massima MPa	Deform. %	Modulo elastico GPa
50-80	5-10	400-800	2,5-4,5	15-30
Densità kg m^{-3}	Sollecitaz. specifica $\text{MPa} \cdot \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$	Cellulosa/ lignina	Residuo cellulosico kg g^{-1}	Resist. alla trazione kg
1250	0,32-0,64	75-85/5-6	25-30	9,5 a secco- 10,5 umido
Indice di trazione Nm g^{-1}	Indice di lacerazione $\text{Nm}^2 \text{kg}^{-1}$	Grado di filabilità	Valore di tenacità g den^{-1}	Microf. Ang. 0°
45-50	4-5	buono	4,7	< 10

Modificato da: www.kenaf-fiber.com

La resistenza dei filati di ginestra è molto buona se confrontata con la canapa e con il lino (Tab.4.2-15). Infatti, la resistenza dei filati di ginestra è minore del 5% di quelli di canapa mentre è superiore del 26% di quelli di lino. Può essere utilizzata per la produzione di tessuti misti in varie proporzioni con cotone ed altre fibre naturali.

Tab 4.2-15. Resistenza dei filati di ginestra, canapa e lino

SPECIE	CARICO DI ROTTURA (in kg)	
	A SECCO	A UMIDO
CANAPA	10	18
GINESTRA	9,5	10,5
LINO	7	9

Tratto da: Boggia, 1942)

Le caratteristiche della fibra di ginestra sono ritenute idonee anche per la produzione di pasta di cellulosa.

Settori di impiego

La ginestra essendo stata utilizzata negli anni dell'autarchia come sostitutivo della juta è sempre stata impiegata per la creazione di sacchi, tappeti, borse, cinture, cappelli, tendaggi e cordame. Poiché attualmente la juta è utilizzata anche nella realizzazione di abiti e pantaloni, si potrebbe ipotizzare un utilizzo analogo anche per la ginestra. (Figura 4.2-14)



Figura 4.2-14 Prodotti realizzati in ginestra (Riace, RC) (Foto S. Baronti)

Oltre che trovare impiego nell'industria tessile e cartaria, le fibre estratte dalle vermine possono essere utilizzate nel settore edile per le loro proprietà di isolamento acustico e termico che le rendono adatte anche alla realizzazione di pannelli isolanti. L'elevata area superficiale e la polarità delle fibre di ginestra le rendono idonee alla produzione di filtri. Tali filtri hanno la capacità di assorbire ioni di metalli pesanti, oli e sostanze volatili e possono trovare impiego nel trattamento delle acque potabili e degli scarichi industriali nonché nella purificazione di ambienti. Le fibre possono infine essere utilizzate in materiali compositi a matrice polimerica. In questa applicazione le fibre di ginestra possono costituire un'alternativa ecologica alle fibre di vetro per rinforzare alcuni materiali plastici. Sul tema dell'utilizzo delle fibre di ginestra come rinforzo in materiali termoplastici, alcune ricerche sono state svolte dal Centro Ricerche Fiat e, nel 1999, sono state oggetto del progetto di ricerca "Ecocomp", che ha coinvolto diverse case automobilistiche europee, diverse industrie elettroniche e aerospaziali e, per l'Italia, la Facoltà di Scienza dei Materiali di Terni. I risultati della sperimentazione sono stati incoraggianti ed hanno permesso di effettuare delle preventive verifiche tecnologiche. Sullo stesso tema è attualmente in corso un nuovo progetto, finanziato dal Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica coordinato dal Dipartimento di Chimica dell'Università della Calabria.

I sottoprodotti della lavorazione della ginestra variano con i procedimenti impiegati per separare la fibra tessile nelle vermine. Dai sottoprodotti derivanti dall'estrazione della fibra si può ottenere pasta di cellulosa per l'industria cartaria, nonché proteine e zuccheri per mangimi animali ed alcuni principi attivi.

Pasta di cellulosa

La resa in pasta di cellulosa, ottenuta con un processo di disidratazione drastica a base di solfito di sodio al 16% e sodio idrossido al 4% a 170°C per 2,5-4 ore, è stata stimata intorno al 60%, a partire da vermene allo stato secco e al 74% utilizzando le porzioni legnose del fusto; riducendo i tempi di disidratazione si incrementa la resa a discapito della qualità (De Mastro, 1999). Esperienze passate, risalenti agli anni '40 condotte dall'istituto Poligrafico e Zecca dello Stato e dallo stabilimento Cellulosa Calabria sembrano confermare le buone caratteristiche qualitative e meccaniche della fibra ricavata sia dalle vermene sia dalle porzioni legnose del fusto. In particolare, gli indici di trazione (45 e 50 Nm /g) e lacerazione (4-5 N m²/kg) permettono di asserire che la ginestra presenta caratteristiche meccaniche, per la produzione di pasta di cellulosa, molto simili a quelle del legno di pioppo. Sempre negli anni '40, al contrario, risultati non buoni di resistenza e di qualità sono stati ottenuti dall'Ente Nazionale per la Cellulosa e per la Carta.

4.1.4 ORTICA

Introduzione

L'ortica è una delle specie medicinali più anticamente conosciute ed usate. Si ipotizza che fin dall'età della pietra potessero addirittura esistere delle coltivazioni, soprattutto a scopo alimentare, sia umano sia animale. Per quanto riguarda il suo uso nel settore tessile, fin dall'antichità era usata soprattutto la specie *Urtica dioica* per fare lacci, tessuti e perfino per fabbricare la carta. Una delle notizie più interessanti è che migliaia delle uniformi usate dall'armata di Napoleone erano tessute in ortica. Tuttavia, in Europa, una produzione vera e propria iniziò solo nel XX secolo (Bredemann, 1959) quando, durante la prima e la seconda Guerra mondiale, l'ortica fu utilizzata per sostituire il filato di cotone divenuto introvabile. Intorno al 1940 in Germania e Austria erano coltivati circa 500 ettari di terreno con ortica dioica per uso tessile (Bredemann, 1959; Grafe, 1928). Con la fine della guerra l'interesse per l'ortica scomparve ma, a partire dalla metà degli anni '90, la ricerca di fibre a basso impatto ambientale "alternative" al cotone, ha determinato un nuovo interesse per questa specie e, soprattutto in Germania, Austria e Finlandia, sono stati svolti alcuni progetti di ricerca sugli aspetti agronomici della sua coltivazione e sui metodi e processi tecnici per l'estrazione della fibra da destinare al settore tessile.

Caratteristiche generali della pianta

Con la denominazione "ortica" si intendono varie specie di Urticaceae delle quali le due più comuni sono l'*Urtica dioica* L. e l'*Urtica urens* L., conosciute principalmente per la loro azione urticante. Quella di interesse come pianta da fibra è l'*U. dioica*. Questa è una specie a ciclo perenne e a sessi separati. Le caratteristiche morfologiche sono molto variabili in conseguenza dell'alto numero di sottospecie (Bassett *et al.* 1974, Tutin *et al.*, 1964).

L'ortica dioica è una pianta erbacea, decidua. Il fusto, generalmente semplice, prodotto dal rizoma, è eretto, quadrangolare (Figura 4.2-15), generalmente lungo da 30 fino a 150 cm, ma può raggiungere anche i due metri; la superficie presenta peli di diversa lunghezza, rigidi e contenenti un liquido caustico che provoca, al contatto, arrossamento e bruciore cutaneo.

L'ortica è una pianta sciafila, che cresce nelle regioni temperate dell'Europa, dell'Asia e del nord America (Hegi, 1981) fino ai 2400 metri di quota. In Europa si adatta ad un largo *range* di condizioni climatiche e vive in terreni con alto contenuto di materiale organico (specialmente ricco di N) in decomposizione.

Coltivazione e Raccolta

A causa dell'alta variabilità delle caratteristiche morfologiche, molto probabilmente l'*Urtica dioica* rappresenta un insieme di sottospecie. La moltiplicazione per seme non è praticabile per l'alto grado di eterozigosi dei genitori che determina una generazione successiva (F1) molto eterogenea. L'ortica si propaga agevolmente per talea; alcuni accorgimenti tecnici favoriscono l'ottenimento di piante omogenee e di rapido sviluppo. Un aspetto fondamentale nella realizzazione di un campo di ortica destinato alla produzione di fibra è rappresentato dalle modalità d'impianto.

Ricerche effettuate (TLL, 2001; Vetter *et al.*, 1996) hanno dimostrato che la densità ideale per una coltivazione è di 40.000 piante ad ettaro, con sesto di impianto di 50x50 cm (coltura intensiva), oppure di 26.000 piante ad ettaro con un sesto di impianto di 75x50 cm. Le giovani piantine possono essere messe a dimora utilizzando le macchine destinate al trapianto delle orticole. L'epoca di trapianto è tra Aprile e Maggio (Bredemann, 1959; Dreyer and Dreyling, 1997) con una preparazione anticipata del campo come per la maggior parte delle piante agrarie. In Italia tale trapianto potrebbe essere anticipato.

L'ortica richiede elevati apporti idrici per dare una buona produzione di biomassa.

L'ortica dioica è una pianta perenne e quindi sono molto importanti le fertilizzazioni, in modo particolare di azoto. In media la durata di una coltivazione oscilla intorno agli 8-10 anni; un periodo più lungo di sfruttamento sembra possibile (Vetter *et al.* 1996) se la coltivazione non è troppo intensiva, con un conseguente indebolimento delle piante. La prima raccolta avviene al secondo anno di coltivazione e continua successivamente con un solo taglio l'anno. Nei numerosi studi effettuati in Germania ed Austria, il momento migliore della raccolta è stato individuato tra metà luglio e l'inizio di agosto (Vetter *et al.*, 1996). Una raccolta tardiva non ha effetti consistenti sulla qualità della fibra, ma risulta più difficile il distacco della stessa. Per la raccolta possono essere usate delle macchine con barre falcianti, perché ancora non sono state costruite macchine dedicate alla raccolta di questa specie. L'altezza e le caratteristiche meccaniche della pianta di ortica da fibra ricalcano quelle della canapa e, quindi, potrebbero essere usati gli stessi macchinari per la raccolta della canapa. L'altezza media delle piante nel periodo della raccolta può raggiungere i 180 cm.

La quantità di sostanza secca prodotta oscilla tra le 3-4 t ha⁻¹ nei terreni poveri fino ad arrivare a 8-10 t ha⁻¹ in terreni particolarmente ricchi di sostanza organica.

Resa e qualità della fibra

A tutt'oggi non esistono dei metodi standard per l'estrazione, ma vengono comunemente seguiti i metodi usati per il lino o la canapa e adattati all'ortica (Hartl and Volg, 2000). Qualunque sia il metodo estrattivo applicato, tutte le prove finora svolte hanno previsto la produzione di fibra corta.

Il massimo contenuto in fibra finora ottenuto sui cloni studiati, è del 16% sul peso secco degli steli (Tab.4.2-16), ma valori del 12-15% sulla s.s. sono quelli più comuni, utilizzando sempre cloni "selezionati". L'ortica spontanea ha un contenuto in fibra inferiore al 5% sul peso secco dello stelo. La parte superiore dello stelo ha una più alta percentuale di fibra e un più basso contenuto di cuore legnoso rispetto alla parte inferiore; quindi, la parte apicale sarebbe più adatta ad una filiera di tipo tessile, mentre la parte basale ad una filiera di tipo tecnico.

Tab 4.2-16. Contenuto in fibra (% su peso secco degli steli) di cloni di ortica da fibra

CONTENUTO IN FIBRA	METODO DI ESTRAZIONE	MATERIALE VEGETALE	RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO
1,8-12,7%	Estrazione chimica con liscivia (Dreyer et al. 1996)	27 cloni	Dreyer e Dreyering (1997)
1,2-12,7%	Processo chimico (adattato da Bredemann, 1959)	6 cloni	Dreyer et al. (1996)
5,5-9,0%	Processo chimico (Bredemann, 1959)	1 clone	Kohler et al. (1999)
7,4-14,5%	Processo chimico (Bredemann, 1959)		Schmidtke et al. (1998)
12,6-15,4%	Processo adattato dal metodo di Heyland et al. 1995)	2 cloni	Francken-Welz et al. (1999)
8,1-16,0%	Procedimento meccanico (decorticazione e successivamente procedimento chimico)	5 cloni	Hart e Vogl (2000)
8,6-13,2	Processo chimico (Bredemann, 1959)	1 clone	Bacci et al. (2007)

Modificato da: Volg et al.,2003

In Tab. 4.2-17, sono riportate le rese in sostanza secca degli steli e della fibra per differenti gestioni agronomiche. La produzione di fibra per ettaro varia tra 0,14 e 1,28 t, sempre bassa rispetto alla canapa (2-3,2 t ha⁻¹).

Tab 4.2-17. Rese in sostanza secca (s.s.) e in fibra di coltivazioni di ortica sottoposte a differenti gestioni agronomiche

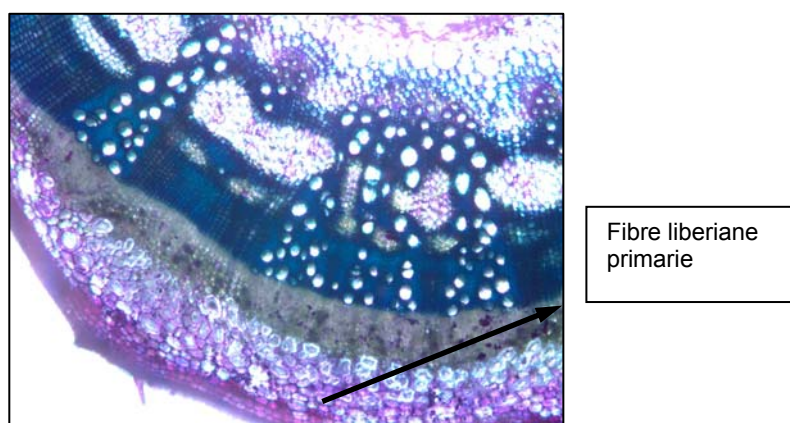
S.S. DEGLI STELI (t ha ⁻¹)	FIBRA (t ha ⁻¹)	GESTIONE AGRONOMICA	RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO
4,4-7,3	-	Fertilizzazioni con calcio-ammonio-nitrato: 200Kg N ha ⁻¹ in primavera e 100 kg N ha ⁻¹ dopo il primo raccolto in autunno. Sesto d'impianto 50x50 cm.	Vetter et al. (1996)
4,8-11,5	0,14-1,28	20 t ha ⁻¹ di letame all'inizio della stagione vegetativa. Sesto d'impianto 50x50 cm.	Dreyer et al. (1996)
2,2-4,9	0,30-0,60	2,86 piante per m ² , distanza tra le file 70 cm, controllo meccanico delle infestanti, nessuna concimazione minerale	Schmidtke et al. (1998)
2,6-5,5	0,21-0,49	2,86 piante per m ² nessuna fertilizzazione minerale	Kohler et al. (1999)
6,7-8,1	1,09-1,22	Tre sestri d'impianto con 1,7, 2,5 e 5,0 piante per m ²	Fresncken-Welz et al. (1999)
1,7-4,4	0,53 (max)	2,86 piante per m ² , coltivazione con metodo biologico, sovesci con Trifolium incarnatum	Lehne et al. (2001)

3-9,7	0,3-1,02	Coltivazione con metodo biologico; sesto d'impianto 100x50 cm, sovesci con <i>Trifolium repens</i> , letame e liquame (Totale di 150Kg N ha ⁻¹ in tre anni di produzione).	Hartl and Volg (2002)
1-10 (media 3,4)	-	Coltivazione con metodo biologico; sesto d'impianto 75x50 cm, fertilizzazioni organiche	Ruckenbauer et al. (2002)
15,4	1,69	Sesto d'impianto 75x50 cm. Concimazione al trapianto con 200 kg ha ⁻¹ of N.	Bacci et al. (2007)

Modificato da: Volg et al.,2003.

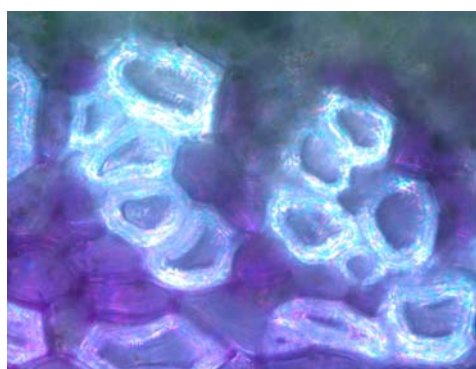
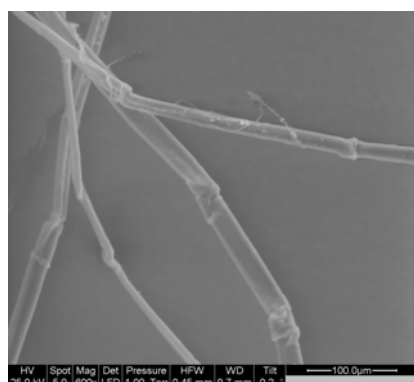
Le fibre dell'ortica, come quelle di molte altre piante da fibra, si trovano nel tessuto parenchimatico corticale. Queste fibre, insieme alle fibre pericicliche, costituiscono le fibre liberiane (tiglio). Le fibre dell'ortica più interessanti dal punto di vista tessile sono le fibre liberiane primarie.(Figura 4.2-16)

Figura 4.2-15. Sezione trasversale di stelo di ortica (Foto N. Di Virgilio)



Le informazioni sulle caratteristiche della fibra d'ortica sono limitate, poiché, rispetto alle altre piante da fibra, gli studi svolti su questa specie sono stati relativamente pochi. Osservando la fibra al microscopio elettronico, si nota la presenza di nodi e ingrossamenti trasversali (Figura 4.2-17). Le sezioni presentano forma ellittica con un grande canale. E' una fibra con parete cellulare non lignificata, resistente e morbida.

Figura 4.2-16 Fibre di ortica al microscopio elettronico (Foto C. Giordano)



La fibra è simile a quella del lino. Ha buone caratteristiche antistatiche, traspiranti e termoregolatrici. In Tab.4.2-18 è mostrato un confronto tra le caratteristiche della fibra dell'ortica e quella del cotone (Hart e Vogl, 2002). Le fibre di ortica hanno un alto contenuto

in cellulosa (86.5%).

Tab 4.2-18. Parametri qualitativi della fibra di ortica e di cotone

PARAMETRI QUALITATIVI	ORTICA	COTONE
Finezza (l min ⁻¹)	14 – 18	
Resistenza (cN tex ⁻¹)	30 – 35	15 - 50
Allungamento (%)	2,2 - 2,5	6 - 10
Lunghezza (mm)	23 – 27	25 - 40
Omogeneità	+	++

Tratto da: Hartl, 2002

Le analisi effettuate su fibre di ortica provenienti dalle prove sperimentali svolte nell'ambito del Progetto Lamma-test hanno dato i seguenti risultati (valori medi): il contenuto in lignina della fibra d'ortica è circa il 4%, simile a quello della fibra di canapa e inferiore a quello della ginestra (5-6%) e del kenaf (8-14%). Il contenuto in lignina condiziona l'elasticità della fibra: a maggiori contenuti in lignina corrisponde una fibra più rigida.

La fibra di ortica ha una lunghezza di 40-60 mm ed un diametro di 20-40µm. Il suo peso specifico pari a 0,7 g cm⁻³ indica che è una fibra voluminosa e leggera e, pertanto, il filato corrispondente presenterà un buon potere coprente. La sua ripresa di umidità è del 6-8%. Il suo allungamento a rottura, pari a 2,2-3% è simile a quello della canapa, così come la sua resistenza alla trazione (0,5-0,6 N tex⁻¹)

Iniziative di ricerca e di sviluppo

La coltivazione di ortica per la produzione di fibra e la sua lavorazione è ancora estremamente limitata. Tuttavia, ci sono alcune ditte che lavorano in collaborazione con istituti di ricerca per l'introduzione delle fibre di ortica nell'industria tessile. La ditta tedesca Stoffkontor Kranz AG è la prima, e per il momento anche l'unica, che ha iniziato a produrre su scala industriale, nel 2002, prodotti con fibre di ortica; ha una filiera chiusa, dalla coltivazione (50-100 ha di campi coltivati con ortica da fibra) fino all'ottenimento del capo finito con il marchio *Nettle World*.

I principali progetti di ricerca svolti o ancora in corso sull'ortica da fibra sono elencati in Tab.4.2-19.

Tab 4.2-19. Progetti di ricerca su ortica da fibra

TITOLO, DURATA, RIFERIMENTO	STUDI EFFETTUATI	PARTNERS
From nettle to textile I-II (1997-2000, 2001-2003)	Studio dei metodi di coltivazione e dei processi d'estrazione delle fibre, (metodo bioenzimatico e meccanico) produzione di capi d'abbigliamento	Agricultural Research Centre of Finland (Ecological Research Station at Mikkeli and Research Station at Ruukki) Finflax Ltd; Kalajokilaakso Vocational College/Crafts and Design Department (all Finland)
Nettle-reintroduction of stinging nettle cultivation as a sustainable raw material for the production of fibres and cellulose FAIR-ST- 8356 and FAIR-CT98-9615 (1999-2001)	Studio dei metodi di coltivazione biologica	Paptex GmbH, Fein-Elast Umwindwerk GmbH, Manfred Ghesia GmbH and Institute of Agrobiotechnology (Austria) Ertex GmbH, Stoffkontorr and Institute of Applied Research Reutlinger (Germany) Zucchi S.p.a (Italy) Heinrich Rimml and Textilpflege Bruno Widmer (switzerland)
Natural textiles made of nettle- innovative technology and product development for the textile industry (1999-2002)	Produzione e realizzazione di abbigliamento in ortica, studio della coltivazione dell'ortica da fibra con metodo biologico	Institute of plant production and breeding, University of Göttingen, Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoffforschung e. V.; Institute of Applied Botany, University of Hamburg; Spremberger Textil GbR (all Germany)
STING (Sustainable Technology In Nettle Growing) (2001-2004)	Studio delle potenzialità dell'ortica come pianta tessile e possibilità di coltivazione e lavorazione in Gran Bretagna.	TEAM Research Group - De Montfort University, Leicester, (UK); Central Science Laboratory, Sand Hutton, York (UK); Springdale Crop Synergies, Driffield, East Yorkshire (UK); Interface Fabrics Ltd, Mirfield, West Yorkshire (UK); TW Strout & Sons, Dorset Farm, Launceston, Cornwall (UK); TN & AM Scarratt, Lindridge Hall Farm, Desford, Leicestershire (UK); Fibre Developments Ltd, Launceston, Cornwall (UK)
Lamma-test - Tecnologie per il Sistema Tessile (2006-2007) -Regione Toscana	Studio dei fenomeni connessi alla produzione tessile e alla sua sostenibilità ambientale	CNR- Ibimet Istituto di Biometeorologia Firenze
Naturaltex- Le fibre naturali nella filiera tessile toscana. (2006) Regione Toscana	Studio sulla valutazione economica e sul potenziale mercato di prodotti realizzati in fibre naturali	CNR- Ibimet- Istituto di Biometeorologia, CNA di Prato e CIA di Prato

Tratto da Volg *et al.*, 2003 e aggiornato da CNR-Ibimet Istituto di Biometeorologia

Settori di Impiego

Per evidenziare l'importanza dell'ortica, che giustifica anche l'interesse nei suoi confronti, è sufficiente elencare i suoi utilizzi nei diversi settori: tessile, cosmetico, fitoterapico, alimentare. Infatti, come per le altre piante di interesse tessile, affinché la filiera per la produzione della fibra sia economicamente conveniente, è necessario poter utilizzare anche i "sottoprodotti".

- *Prodotti tessili per l'abbigliamento* Le stoffe ricavate dalle fibre di ortica sono particolarmente resistenti, morbide e traspiranti.(Figura 4.2-18). I tessuti attualmente disponibili in Germania sono misto ortica-cotone, con un contenuto in ortica variabile tra il 5 e il 10%.(Figura 4.2-19)



Figura 4.2-17 Giacca realizzata in fibra di ortica
Tratto da: www.gzespace.com



Figura 4.2-18. Tessuti realizzati in ortica e cotone
Tratto da: www.Stoffkontor-ag.de

- *Usi in campo alimentare e della cosmesi.* In campo alimentare, l'ortica può essere usata come tutte "le erbe di campagna"; si usano le parti più tenere della pianta, cioè i germogli. Nel campo della cosmesi è usata per preparare saponi, shampoo e lozioni.
- *Usi in campo industriale.* Nell'industria automobilistica può essere utilizzata per la realizzazione di compositi, in sostituzione delle fibre di vetro o al carbonio o per la sostituzione di fibre d'asbesto.
- *Usi in orticoltura.* In campo orticolo, soprattutto nell'agricoltura biodinamica, è usata come anticrittogamico. Può essere usata come mangime per animali perché soprattutto le foglie sono ricche di N, Ca e Mg (Grime *et al.*, 1988).
- *Usi fitoterapici.* E' usata come diuretico, emostatico, contro l'aritmia, anti-reumatico e anti-infiammatorio. Si usano preferibilmente le foglie e le parti più tenere della pianta.

4.1.5 IL SISAL

Caratteristiche generali della pianta

L'*Agave sisalana* (Figura 4.2-20), monocotiledone perenne, è una pianta succulenta della famiglia delle Agavaceae, originaria della penisola dello Yucatàn in Messico, naturalizzata in sud Africa, Australia, India occidentale, Madagascar ed Hawaii e nelle regioni più aride del bacino del Mediterraneo. Spesso coltivata a scopo ornamentale, dalle sue foglie si ricava una fibra tessile di buona qualità e molto resistente, commercialmente nota come sisal. Il nome deriva da Sisal, porto messicano dello Yucatàn.



Figura 4.2-19 Sisal Tratto da: http://it.wikipedia.org/wiki/Agave_sisalana

Le agavi in generale hanno foglie carnose, succulenti e sempreverdi, che crescono a rosetta intorno alla base della pianta, raggiungono spesso grandi dimensioni (alcune arrivano a misurare 2 m di lunghezza) e presentano margini spinosi ed estremità aculeate, che vengono perse con la maturazione. I fiori sono riuniti in infiorescenze a pannocchia, portati su un unico stelo centrale. Nella maggior parte dei casi, la pianta fiorisce una sola volta in tutto il ciclo vitale (15-20 anni) e poi muore. L'agave può essere riprodotta da seme o mediante i rizomi e i polloni, che generano continuamente nuovi germogli. I rizomi raggiungono lunghezze tra 0,4 e 1 m.

Dalle foglie di *Agave sisalana* si ricava la fibra tessile, detta sisal, ampiamente utilizzata per realizzare cordami, tappeti, stuoie, sacchi, cappelli, etc. La linfa di alcune specie, tra cui *Agave atrovirens* e *Agave tequilana*, viene sottoposta a fermentazione e distillazione, per ottenere una bevanda fortemente alcolica chiamata mezcal, dal quale si ottiene, ancora per distillazione, la tequila.

L'*Agave sisalana* è considerata una pianta tropicale e sub-tropicale, poichè la produzione è favorita dalle temperature sopra i 25°C e dal sole. Ha una tolleranza al freddo fino a -4°C, ed una temperatura minima di sviluppo sui 10°C. Preferisce regioni in cui la temperatura media è tra 20 e 28 °C e dove la piovosità media annuale è di 600 mm, fino a 1500 mm. Mostra un'ottima resistenza a periodi siccitosi prolungati e alle alte temperature, preferisce suoli sabbiosi con pH compreso tra 5,5 e 7,5.

Applicazioni di circa 25 kg di fosforo per ettaro all'anno e di 50 kg di azoto per ettaro all'anno, come nitrato di ammonio e calcio o urea, assicurano dei buoni livelli produttivi. In ambienti in cui le piogge sono abbondanti, l'azoto può essere fornito coltivando delle leguminose nell'interfila. La coltura è suscettibile alla carenza di boro, che provoca delle rotture sulle foglie.

Coltivazione e Raccolta

Le giovani piantine sono propagate da bulbi o rizomi. I bulbi appaiono sullo stelo fogliare in numero di circa 4000 per pianta. I bulbi sono piantati in semenzale a distanza di 25-30 cm su file distanti tra di loro 50 cm e lasciati sviluppare fino a 40 cm di altezza, o fino a 9-12 mesi di età, dopodiché sono trasferiti in campo con la stagione delle piogge, dove sono piantati ad una distanza di 60 cm su coppie di file distanti tra loro 2,5 m, raggiungendo densità di circa 25000 piante per ettaro.

L'agave è matura da 2 a 3 anni dopo l'impianto, in base alle condizioni climatiche, producendo quantità di fibre soddisfacenti per i successivi sette o otto anni, e producendo circa 300 foglie per pianta per tutto il periodo produttivo, fornendo 500-600 tonnellate di fibra per ettaro. Le foglie più esterne sono tagliate alla base, vicino allo stelo una volta raggiunta la loro lunghezza massima, dopo circa 24-36 mesi dal trapianto.



Figura 4.2-20. Raccolta. Tratto da: www.sisal.it

La raccolta (Figura 4.2-21) iniziale è di circa 60 foglie per anno per pianta, di circa 1 kg ciascuna. Successivamente la produzione annuale è in media di 30 foglie per pianta. La produttività diminuisce anno dopo anno, soprattutto nelle coltivazioni intensive. Durante i primi 4 anni è possibile effettuare anche due raccolte all'anno.

La fibra rappresenta circa il 4% in peso dell'intera foglia ed è estratta tramite un processo di decorticazione meccanica di foglie opportunamente selezionate per tipo, lunghezza e colore. Dopo la decorticazione le fibre vengono essiccate, pettinate ed imballate per il trasporto (Figura 4.2-22)



Figura 4.2-21 Fasi della lavorazione. Tratto da: www.sisal.ws

In Sicilia, soprattutto, venivano utilizzate metodologie rudimentali che permettevano di estrarre piccole quantità di fibra; le foglie, dopo essere state battute con un maglio di legno, venivano distese su un asse inclinato e con una spatola manovrata a due mani strofinate vigorosamente per eliminare la materia cellulare acquosa e lasciare le sole fibre. Queste poi, asciugate, si cardavano e venivano vendute agli incettatori. Industrialmente invece, le foglie sono schiacciate e battute con delle ruote con dei coltelli dentati, fino a far rimanere solo le fibre. Tutte le altre parti della foglia sono lavate via con l'acqua. La fibra decorticata è lavata prima di essere essiccata al sole o con aria calda. Un essiccamento appropriato è importante in quanto la qualità della fibra dipende dal contenuto di umidità. Buoni risultati si sono riscontrati con l'utilizzo dell'essiccamento artificiale.

Resa e qualità della fibra

La fibra estratta dall'*Agave sisalana* è particolarmente morbida (Figura 4.2-23) e si presta bene ad essere lavorata. La fibra è sottile, dritta e giallastra e può essere sia lunga che corta. Dal momento che è abbastanza grezza e poco elastica, il sisal può essere usato anche insieme alla lana e all'acrilico per migliorare la sofficità. Mostra una buona resistenza alla tensione, affinità per alcune tinte e resistenza al deterioramento dell'acqua salata. Le ciocche di fibra dopo la pettinatura appaiono lucenti, di color crema, in media da 80 a 120 cm di lunghezza e da 0,2 a 0,4 mm di diametro.

Figura 4.2-22. Fibra di sisal.



Tratto da: www.sisal.ws

In Brasile la qualità della fibra è definita in base alla lunghezza (fibra lunga maggiore di 90 cm, fibra media tra 71 e 90 cm, fibra corta tra 60 e 70 cm), al colore, alla maturazione della fibra, all'umidità, alla sofficità, all'assenza di impurità di vario tipo, di sostanze peptiche e difetti.

Settori di impiego

Il sisal si è da sempre utilizzato per la fabbricazione di spaghi, gomene, cordami per uso industriale ed agricolo, ma anche per la produzione di tessuti grossolani, per sacchi, tappeti, amache, spazzole ed altro.



Figura 4.2-23 Tappeti in Sisal.

Tratto da www.sisal.ws

Ci possono essere tre possibili utilizzi del sisal nell'industria. La fibra più corta e di minore qualità può essere utilizzata per produrre carta speciale o a basso costo, per il suo alto contenuto in cellulosa ed emicellulosa. La fibra di media qualità può essere usata nell'industria del cordame per fare corde per imballaggi e per legatrici, corde e spaghi molto usati in agricoltura, in marina, ed in generale negli usi industriali. Tradizionalmente il sisal è stato il leader come materiale per l'agricoltura ma la sua importanza sta diminuendo per la presenza sul mercato di fibre sintetiche come il polipropilene. La fibra a qualità più alta può essere convertita in filato e usato per l'industria dei tappeti.

Una recente applicazione ha esteso l'utilizzo del sisal anche all'industria automobilistica, per gli interni delle automobili, grattatoi per gatti, cinture lombari, pantofole, filtri, reti per applicazioni geotessili, materassi.



Figura 4.2-24 Interno di automobile.

Le tappezzerie di sisal rispettano gli *standards* della Società Americana per il test dei materiali e, sempre in America, dell'Associazione Nazionale per la Protezione contro gli incendi. Negli ultimi anni il sisal è stato utilizzato come agente rinforzante in sostituzione dell'amianto e della lana di vetro.

Produzione e Consumo

L'*Agave sisalana*, perenne, succulenta, è coltivata in Messico e in diversi paesi tropicali del continente asiatico. Nel 19° secolo, la coltivazione del sisal si è diffusa in tutto il mondo, dalla Florida alle isole Caraibiche e al Brasile, così come in Paesi dell'Africa, Tanzania e Kenya, ed in Asia. Il sisal occupa il sesto posto tra le piante da fibra, rappresentando il 2% della produzione mondiale di fibra vegetale (la fibra vegetale rappresenta il 65% della fibra mondiale).

Nel 2003, Tanzania e Kenya hanno prodotto approssimativamente 44.000 t e il Madagascar 8.000 t. La Cina ha prodotto 40.000 t, e piccole quantità sono state prodotte da Sud Africa, Mozambico, Haiti, Venezuela e Cuba. In Messico la produzione è diminuita dalle 160.000 t del 1960 alle 15.000 tonnellate attuali.

Oggi è il Brasile il maggiore produttore mondiale di sisal, con 125.000 tonnellate l'anno.

In Sicilia e nelle regioni meridionali l'utilizzo delle foglie di Agave, un genere botanico che comprendeva numerose specie, è avvenuto solo nel passato con metodi rudimentali per ricavare quantità modeste di fibra. La Sisal veniva principalmente importata grezza, in balle, dai porti messicani di Sisal e di Tampico.

Negli anni Venti del '900 era diffusa in Italia l'*Agave americana* - specie diversa dalla *Sisalana* - e nel meridione veniva considerata soprattutto come ornamentale e utilizzata per recintare i terreni.

Il mercato globale del sisal è stabile e forte, in particolare quello delle fibre africane, che nel corso del 2006 si è ulteriormente rafforzato. Il sisal è attualmente molto richiesto per applicazioni non tradizionali. Il prezzo della fibra africana è aumentato da meno di 800 US\$ nel 2004 a circa 1000 US\$ per tonnellata nel 2006. Il mercato brasiliano ha beneficiato della grossa domanda di fibra da parte della Cina, che è passata da 2.000 tonnellate nel 1999 a circa 30.000 tonnellate negli ultimi 3 anni. Il prezzo è aumentato da 540 US\$ nel 2004 fino a 800 US\$ nel 2006.

In generale la produzione di sisal è aumentata del 6% nel 2006.

L'importazione di fibra di sisal grezza in Europa è diminuita fortemente nel 2005, dovuta in particolar modo alla riduzione delle richieste da parte del Portogallo per la manifattura e l'esportazione come filo.

Impatti sull'ambiente

La coltivazione intensiva dell'*Agave sisalana* inizialmente è stata causa di grossi problemi ambientali a causa degli espianti delle foreste native. È comunque ancora considerata meno dannosa di molte altre colture. La produzione di sisal non richiede l'utilizzo di pesticidi e fertilizzanti chimici, e, sebbene alcuni erbicidi possano essere usati occasionalmente, l'eliminazione delle infestanti meccanicamente o a mano è piuttosto praticabile.

Tutti i prodotti di scarto della lavorazione possono essere ridistribuiti al suolo, o addirittura, anche se ancora in fase sperimentale, la polpa essiccata può essere utilizzata per la produzione di metano.

Come il cactus, le agavi sopravvivono e producono in maniera sostenibile anche in terreni poco fertili e regioni aride in quanto ha una ottima resistenza alla siccità ed un fabbisogno idrico molto limitato.

Richiede molta manodopera, e questo assicura una minima stabilità per le popolazioni rurali.

4.1.6 LA JUTA

Caratteristiche generali della pianta

La **juta** (detta anche **iuta** o **corcoro**) è una fibra naturale ricavata dalle piante del genere *Corchorus* (Figura 4.2-26). Come per il lino, la canapa ed il kenaf, la materia tessile per la produzione si ricava dal fusto della pianta. La juta è una pianta erbacea annuale, della famiglia delle Tiliaceae. La famiglia include circa 40 specie distribuite per la maggior parte nelle regioni tropicali, alle quali appartengono *Corchorus capsularis* e *Corchorus olitorius*, le varietà più coltivate, entrambe erbacee annuali. Gli steli sono di forma cilindrica, le foglie glabre e i fiori gialli, autoimpollinanti.



Figura 4.2-25 Juta Tratto da: www.jute.org

Commercialmente la juta è conosciuta con due nomi, lustrò dorato e lustrò biancastro. Il *Corchorus capsularis* è chiamata juta bianca (lustrò biancastro) mentre il *Corchorus olitorius* è meglio conosciuto come tossa (lustrò dorato).

Dopo molti dibattiti, la comunità scientifica è in accordo nel considerare la juta bianca originaria dell'India, mentre la tossa dell'Africa. Anche la Cina è considerata tra gli areali di origine della juta.

Esiste un grosso numero di varietà ad alto potenziale produttivo, sviluppate nei diversi centri di ricerca dei principali paesi coltivatori (*C. olitorius*: O-4, O-9897 & OM-1, *C. capsularis*: D-154, CVL- I, CVE-3, CC-45 & BJC7370, in Bangladesh; *C. olitorius*: Kuan Ye 075-22, *C. capsularis*: Ye Yuan No.5, in Cina; *C. olitorius*: JRO-878, JRO-632, JRO-7835, JRO-524, JRO-66, JRO-8432, and JRO-128, *C. capsularis*: JRC-7447, JRC-321, JRC-212, JRC-698 and JRC-"Hybrid C", in India; *C. capsularis*: CC-15 and CC-22, in Indonesia; *C. olitorius*: NS-I, *C. capsularis*: JRC-212, in Thailandia).

La juta richiede particolari condizioni pedoclimatiche. Cresce bene in condizioni di piogge precoci in marzo, abbondanti ed intermittenti, con giornate soleggiate dopo agosto, con temperature tra i 28°C e i 35°C, con una umidità tra il 70% e il 90% (alti livelli di umidità e temperature nella fase di sviluppo vegetativo). Questo tipo di clima è tipico di aree tra i 30° di latitudine nord e sud del mondo. Su suoli limosi ed alluvionali si ottiene la migliore fibra.

Viene seminata tra marzo e maggio. Il periodo vegetativo è di circa 3-5 mesi. La raccolta si effettua quando la coltura è in fioritura, le piante raggiungono altezze che vanno da 3 m a 4,5 m. Viene tagliata all'altezza del suolo, gli steli seccati per 2-3 giorni e le foglie vengono rimosse prima della macerazione e della separazione della fibra. Le tecniche di estrazione della fibra sono riconducibili a quelle utilizzate per la maggior parte delle colture con fibre liberiane. Nei paesi produttori la macerazione in acqua, maceri e stagni, lasciando gli steli per circa dieci giorni a bagno, è ancora prevalente pur richiedendo un elevato impiego di manodopera.

Figura 4.2-26 Macerazione in acqua



Tratto da: www.jute.org

Le tecniche di macerazione sia biologica che chimica lasciano ancora molto spazio per l'innovazione, in una visione di industrializzazione ed ottimizzazione dei processi.

Il contenuto di fibra è alto, da 5,9 a 6,8 % di fibra secca per una produzione che va da 34 a 46 t ha⁻¹.

Resa e qualità della fibra

La fibra di juta deriva da agglomerati di cellule con parete ispessita di vasi floematici presenti nella corteccia dello stelo (fibre liberiane).

La qualità della fibra di juta è definita in base alla tipologia di prodotto finale. Le diverse caratteristiche della fibra generalmente prese in considerazione nella definizione della qualità sono il contenuto di radice (fibre non completamente decomposte, di solito tagliate e vendute separatamente), la lunghezza (associata alla lunghezza media totale delle mannelle di fibra), il colore e la lucentezza (bianco crema o dorato per la tipologia tossa, qualsiasi deviazione da questi colori e bassa lucentezza è motivo di deprezzamento qualitativo), la resistenza (caratteristica molto importante, maggiore è la resistenza, migliore è la qualità), finezza (maggiore è la finezza, più alta è la qualità), difetti vari, ecc. La definizione della classe qualitativa di appartenenza è diversa in base al paese produttore.

La fibra ha un aspetto ruvido al tatto, soprannominata per antonomasia "fibra dorata" (golden fibre). La juta è una fibra altamente igroscopica e pertanto ha una elevata proprietà di assorbire l'umidità atmosferica per combinazione chimica o per assorbimento superficiale. Inoltre è una fibra con buona tenacità e quindi elevata resistenza alla trazione. Una volta bagnata però perde di tenacità e si rompe con una leggera pressione deteriorandosi velocemente. Il colore naturale degrada con il tempo, la luce solare, l'acqua, gli acidi, gli alcali ed il candeggiante.

Le fibre di juta al microscopio si presentano irregolari e lunghe e con un lumen visibile, con sezione trasversale poligonale a 5 o 6 lati. La composizione chimica (Tab. 4.2-21) della fibra è molto variabile in funzione della varietà, età della pianta, tipologia di macerazione, etc.

La lunghezza della fibra di juta va tra i 0,5 mm e i 6 mm, in generale la più corta rispetto alla fibra di ramie, lino, kenaf, canapa e cotone. Il filo di juta ha una tenacità tra 30 e 45 g/tex, leggermente inferiore al lino, ed una elasticità tra 1 e 2 %, inferiore a quella del ramie e del lino.

La presenza di lignina è vantaggiosa in alcune applicazioni della fibra (applicazioni geo-tessili), ma riduce il valore di prodotti tessili e tessuti artigianali.

Tab 4.2-20. Composizione chimica della fibra di juta.

Cellulosa (%)	Pentosani (%)	Lignina (%)	Poliuronide (%)	Valore di Acetile	Grasso e cera (%)	Composti azotati (%)	Minerali (%)
59-61	15-17	12.5-13.5	4.8-5.2	2.8-3.5	0.9-1.4	1.56-1.87	0.5-0.79

Tratto da: www.jute.org

Figura 4.2-27 Tessuto in Juta



Tratto da: <http://it.wikipedia.org/wiki/Juta>

Settori di impiego

La fibra di juta è molto versatile, utilizzabile per molti usi sia tradizionali che per sostituire la fibra sintetica. La fibra di juta è adatta per la produzione di filati finissimi e grezzi, per creare tessuti e cordame. Le fibre più fragili e corte sono utilizzate per produrre una tela di juta denominata Hessian. Gli utilizzi più comuni sono per sacchi, imballaggi per prodotti alimentari, corde.

La produzione di carta utilizzando juta ha dato ottimi risultati. Può competere con la lana di vetro come agente rinforzante nelle plastiche. Sono state sviluppate tecnologie per includere la fibra di juta nel polipropilene e le applicazioni di materiali bio-compositi è di crescente interesse. Pannelli fatti con fibre liberiane, legno ed anche loro miscugli sono un'applicazione molto utilizzata nel campo della bioedilizia. Coperture in fibra di juta per applicazioni geo-tessili contro l'erosione del suolo, consolidamento della vegetazione, pacciamatura e pavimentazione anche di strade sono sempre più diffuse.

Produzione e consumi

La produzione mondiale di juta nel 2004-2005 (fonte FAO) è stata di 2.054.480 tonnellate. I maggiori produttori di juta nel mondo sono India, Bangladesh, Cina, Nepal e Thailandia, che coprono il 90% della produzione mondiale. Nel Nepal orientale la juta è coltivata su circa 11.000 ettari di terreno. In India, insieme al kenaf, sono coltivati su circa 1.000.000 ettari; la sua coltivazione è concentrata nel delta del fiume Gange. L'India rimane il maggior esportatore di juta nel mondo. Nel 2006 il prezzo della fibra di juta esportata è aumentato del 2.3% arrivando a 386 dollari USA per tonnellata. Nella stagione 2005/2006, la produzione globale di juta è aumentata del 15%, 2,77 milioni di tonnellate. L'esportazione globale di fibra grezza nel 2005/2006 è stata di 480.000 tonnellate contro le 350.000 tonnellate nel 2004/2005.

I principali mercati di esportazione sono: il Pakistan, alcuni paesi africani e, in genere, Paesi in Via di Sviluppo; minori quantitativi vengono assorbiti dai Paesi industrializzati tra i quali i principali sono costituiti dalla Comunità Europea, Australia, Usa, Giappone.

Impatti sull'ambiente

La coltivazione della juta non crea particolari problemi ambientali. La gestione colturale prevede tecniche a basso impatto ambientale.

La catena di produzione di fibra di juta prevede la semina, diradamento e lotta alle infestanti, raccolta, defogliazione, macerazione, estrazione della fibra, lavaggio ed essiccamento. In tutte le fasi non è richiesto un grande utilizzo di trattamenti, fertilizzanti ed erbicidi/pesticidi. Durante i processi di macerazione all'aperto si sviluppano cattivi odori e l'inquinamento delle acque utilizzate; tuttavia quest'ultime si depurano facilmente, essendo un inquinamento biologico.

La produzione di carta da fibra di juta ha alcuni vantaggi, come il minore utilizzo di composti chimici, consumo minore di energia grazie al minor contenuto di lignina rispetto alla fibra degli alberi, la possibilità di utilizzare l'acqua di scarto dei trattamenti per l'irrigazione. I suoi prodotti possono essere facilmente gestiti senza causare particolari pericoli per l'ambiente.

Le radici aiutano ad aumentare la fertilità del suolo. Attraverso l'inserimento in una rotazione con ad esempio riso e patata, migliora la qualità del terreno diminuendo il carico di infestanti ed aumentando il contenuto di sostanza organica nel suolo. La juta presenta inoltre una buona resistenza alla salinità e ristagno idrico.

La possibilità di utilizzare molti prodotti della juta come sostituti di materiale di origine arborea, dalla fibra allo stelo per produzione di carta o per produrre calore, contribuisce a ridurre la pressione sulle foreste. La juta è una risorsa annuale di energia rinnovabile, per la sua alta produzione di biomassa per ettaro. Il tasso di accumulo di CO₂ è alto; in teoria, un ettaro di juta può consumare circa 15 tonnellate di CO₂ dell'atmosfera e rilasciare circa 11 tonnellate di ossigeno in circa 100 giorni di ciclo colturale. Gli steli privi di fibra, dopo la macerazione, sono bruciati o usati per costruire tettoie nei paesi in cui è coltivata.

L'efficienza biologica di accrescimento della juta è maggiore di quella delle specie arboree, per questo motivo l'uso della fibra di juta per la produzione di carta può essere più conveniente che il taglio delle foreste.

Le foglie di juta hanno un alto valore come fertilizzante e cadendo a terra prima della raccolta arricchiscono il terreno di nutrienti, le foglie hanno anche un alto valore nutrizionale.

4.1.7 IL LINO

Introduzione

Tra tutte le colture che oggi sono scomparse dai paesaggi agrari italiani, il lino è certamente una delle più gloriose e più ricche di tradizione. Il *Linum usitatissimum* è una coltura antichissima che risale a circa 8.000 anni fa. Si può dire che la sua storia abbia avuto inizio nell'epoca Neolitica, tra il 3000 e il 1000 a.C., quando gli uomini da cacciatori divennero pastori. Ritrovato nelle tombe Egizie, era utilizzato oltre che per l'abbigliamento, anche per fasciare le mummie.

Fra il 1100 e il 1300 d.C. sorsero grandi centri manifatturieri di lino nell'Europa settentrionale, in particolare nelle Fiandre e in Irlanda. In Europa, ebbe il suo momento "clou" tra la fine del 1800 e i primi decenni del 1900, con gli esploratori e i grandi viaggiatori che si avventuravano in Africa e in Asia vestiti di lino, lanciando la moda in stile coloniale; era tradizione per le giovani donne nel nostro paese, fino a mezzo secolo fa, specialmente nel sud dell'Italia, possedere capi di lino nel corredo della biancheria da portare in dote al matrimonio.

Caratteristiche generali della pianta

Conosciuto come la più antica delle fibre vegetali, il lino deve la sua fama non solo alla versatilità dei suoi tessuti, ma anche alle innumerevoli proprietà dei suoi semi e dell'olio che da essi si ricava.

Il lino comune (*Linum usitatissimum* L.) è una pianta della famiglia delle Linaceae. In normali condizioni di coltivazione il lino da fibra presenta uno stelo unico e sottile, brevemente ramificato alla sommità. L'altezza della pianta varia soprattutto con il clima, con la densità di semina e con le concimazioni; in media è di circa 1m, con un diametro alla base di 1-2 mm. Il fiore presenta cinque petali e altrettanti sepali (Figura 4.2-29).



Figura 4.2-28 Fiore.

Tratto da: www.conabio.gob.mx

La fioritura è scalare e dura, secondo le condizioni ambientali, dai 10 ai 20 giorni.

Nel fusto sono presenti da 20 a 35 fasci fibrosi più o meno combacianti. Il numero e l'altezza dei fasci dipendono dal diametro del fusto: più lo stelo è sottile più i fasci saranno ridotti in numero ed altezza. Ogni fascio comprende più fibre.

La coltura del lino ha trovato diffusione in tutti i continenti, in situazioni climatiche molto differenti, con una duplice destinazione "tessile" e "olio", con prevalenza dell'una o dell'altra a seconda delle *cultivars* utilizzate. Nell'ambiente italiano, in passato, il lino ha trovato situazioni favorevoli sia per la produzione di fibra tessile che di seme per l'estrazione dell'olio. La temperatura ottimale è 10 °C per il germogliamento del seme, 15°C per la fioritura e 20°C per la maturazione. Tuttavia è una pianta che nelle primissime fenofasi resiste a temperature anche di qualche grado inferiori a 0 °C, ma non oltre i -6/-7°C, temperature alle quali si riscontrano gravi danni agli steli. Per quanto riguarda i regimi idrici, il lino sopporta male condizioni di carenza idrica soprattutto nella prima metà del ciclo. Il lino predilige terreni di medio impasto e di media fertilità. In particolare predilige suoli tendenzialmente acidi (pH fra 5.6 e 6.0), ricchi e profondi, ben strutturati, possibilmente medi o leggeri con un 2-3% di sostanza organica, ben drenati ma con una buona ritenzione idrica.

Le varietà moderne di lino da taglio sono linee pure che si caratterizzano sul piano morfologico per il colore dei fiori (bianco o azzurro con diverse tonalità) e sul piano colturale per l'importanza dello stelo unico, corto ciclo vegetativo, resistenza all'allettamento ed ai parassiti, nonché per le qualità tecnologiche delle fibre. Attualmente, esistono in Europa numerose varietà ed il lavoro di selezione e di creazione di nuove, ad alto valore tecnologico, dotate di particolari resistenze al freddo ed alle fitopatie è in continua evoluzione.

Coltivazione e raccolta

La semina del lino va realizzata su un suolo ben preparato che deve assicurare la migliore uniformità, tanto con riferimento alla distribuzione spaziale che alla profondità. La quantità di seme da impiegare dipende dal peso dei 1.000 semi e dalla germinabilità in campo: ipotizzando un peso di 5,5 grammi per 1.000 semi e un 20% di perdite alla levata, in media la dose per un ettaro è di 120-140 Kg. Il seme va depositato uniformemente alla profondità di 2-3 cm.

L'operazione generalmente è effettuata con una seminatrice da cereali classica, equipaggiata con assolcatori doppi da lino. La semina avviene in primavera, prima possibile, normalmente ai primi di marzo, compatibilmente con le condizioni climatiche e del terreno. La coltivazione del lino, oltre ad un uso limitato di fertilizzanti, esige un uso limitato anche di pesticidi, essendo poco attaccata da parassiti e predatori. L'allettamento della coltura è molto frequente e grave. I fattori che la favoriscono sono: l'eccesso d'acqua e d'azoto nonché la fittezza eccessiva. I danni possono essere importanti a livello di quantità e qualità di fibra prodotta.

L'epoca di raccolta inizia quando un terzo della pianta è defogliata (solitamente tra metà luglio e metà agosto). Il fusto assume allora un colore verde-giallo; in questo stadio si può ottenere anche una discreta quantità di seme (produzione secondaria).

Per la raccolta del lino da fibra sono utilizzate delle macchine estirpo-andanatrici di tipo semovente.

La raccolta del seme di lino può essere effettuata con mietitrebbiatrici da frumento opportunamente regolate. Successivamente, per il lino da fibra, avviene la messa in macero degli steli, operazione questa che può essere fatta in due modi:

Macerazione a terra. Il tempo di macerazione varia da alcuni giorni ad alcune settimane. Le andane alla conclusione del processo presentano, in generale, un colore grigio-argenteo.

Macerazione ad umido. Si immergono i fusti tagliati in acqua stagnante. Entro i primi quattro giorni parte delle sostanze solubili passano nell'acqua con produzione di gas conseguente alla decomposizione delle pectine.

Qualunque metodo di macerazione venga adottato, la macerazione è seguita dall'essiccamento degli steli (naturale o artificiale) prima di procedere alla gramolatura (maciullatura della paglia) e alla stigliatura, operazione con la quale si separano le fibre tessili dal restante materiale corticale e legnoso. Segue la pettinatura con cui si eliminano i frammenti corticali e legnosi rimasti imbrigliati nelle fibre; la filaccia che se ne ricava (20-30%) viene quindi distinta in fibre lunghe e corte.

In Francia la resa media ad ettaro è di 6,8 tonnellate di paglia di lino, ma questa può variare considerevolmente in base alle condizioni climatiche al momento della macerazione in campo. In Belgio la resa media è di 6,6 t/ha, mentre nel Regno Unito è di 4,5 t/ha. Le condizioni climatiche in Toscana non sono le più idonee per il lino e senza costosi interventi di concimazione, irrigazione, controllo delle infestanti e di eventuali malattie o parassiti, difficilmente si otterrebbero rese superiori alle 4 t/ha.

La produzione di seme, in una coltivazione di lino da fibra è mediamente intorno a 0,9 t/ha (al 12% di umidità), con valori che oscillano tra 0,5 e 1,5 t/ha. Mediamente il 70% del prodotto raccolto è costituito da paglia, il 12% dal seme ed il restante 18% dalla pula (Cremaschi, 1999).

La paglia viene ritirata dai trasformatori che provvedono alla sua lavorazione per estrarre la fibra.

In linea di massima dalla paglia raccolta si ottengono paglie macerate con una perdita di peso di circa il 20-22%. Come si può osservare nella Tab.23, dalla stigliatura del materiale macerato si ottengono il 12-15% di fibre lunghe ed il 10-15% di stoppe, entrambe impiegate nell'industria tessile, ma con diverso valore. Il 50% è formato da materiali utili per lettieri (in Francia viene utilizzata soprattutto per la lettiera dei cavalli), produzione di energia e pannelli; il 6-7 % da pagliuzze utili anche all'alimentazione del bestiame ed un altro 6-7% da scarti e polveri. Al mantenimento delle buone caratteristiche della filaccia concorre soprattutto il suo stoccaggio in magazzini idonei dove viene conservata con il 7-8% di umidità.

Tab 4.2-21 Resa (%) nei vari componenti della paglia macerata e loro impieghi.

Componente	Impiego
Lino lungo tiglio 12-15%	Uso tessile
Stoppa 10-15%	Uso tessile
Linapuli 50%	Lettiera, energia, pannelli
Pagliuzze 6-7%	Alimentazione bestiame
Scarti e polveri 6-7%	Concime organico

Elaborazione da Cremaschi, (1999)

L'unica azienda in Italia, e probabilmente in Europa, capace di lavorare la fibra lunga è il Linificio e Canapificio Nazionale (LCN), un'azienda all'avanguardia non solo nella filatura ma anche nella costruzione dei macchinari per lavorare la fibra. LCN fa parte della Confederazione Europea del Lino e Canapa (CELC) che ha creato il marchio "*Masters of Linen*" per il lino.

Resa e qualità della fibra

Dal lino si possono estrarre sia fibre lunghe sia fibre corte, anche se le prime sono quelle di maggior pregio. Il lino europeo è considerato il migliore e oltre il 70% delle fibre lunghe ottenute vengono esportate, soprattutto verso la Cina. Ci sono paesi che, comunque, preferiscono optare per il lino a fibra corta, come il Regno Unito, la cui coltivazione è più facilmente adattabile ai macchinari già presenti in azienda.

La resa finale in fibra grezza oscilla tra il 25 ed il 30%. Le fibre del lino, come quelle di molte altre piante da fibra, si trovano nel tessuto parenchimatico corticale; queste fibre, insieme alle fibre pericicliche, costituiscono le fibre liberiane (tiglio) (Figura 4.2-30; 4.2-31).

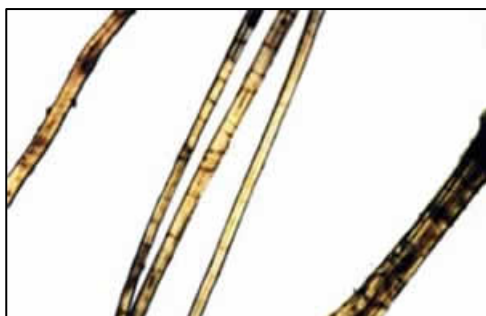


Figura 4.2-29 Fibra di lino al microscopio **Tratto da:** www.sicurfad.it

La fibra è morbida, flessibile e più resistente di quella del cotone (ha una tenacità che varia da 15 a 25 g/dtex contro i 3 - 5 g/dtex del cotone), però presenta costi di produzione superiori, motivo per cui il cotone ha progressivamente sostituito l'utilizzo del lino. Come per il cotone e per la canapa, la fibra umida presenta un aumento di tenacità del 40%.



Figura 4.2-30 Fibra di lino lunga. **Tratto da:** www.classactfabrics.com

E' una fibra con basso nerbo (i tessuti di lino si sgualciscono facilmente e non riprendono la piega se non dopo la stiratura), conduce bene il calore: di qui la sensazione di fresco che danno al tatto i tessuti di lino (mano fredda e scivolosa).

È una fibra antistatica, come il cotone, non trattiene cioè le cariche elettriche accumulate sulla sua superficie. La fibra ha un aspetto lucido e una ripresa di umidità media. E' una fibra insensibile all'invecchiamento. Come tutte le fibre liberiane, il lino ha una lunghezza media delle fibre elementari che varia dai 20 ai 30 mm; la sua finezza si aggira intorno ai 20-30 μ m. I filamenti sono lunghi da 30 cm ad 1 m. Il numero di fibre presenti nella corteccia di una singola pianta può variare da 20 a 50. All'esame a microscopio, il lino grezzo si presenta come fasci di fibre riunite con materiali incrostanti quali: residui di legno, membrane parzialmente lignificate. Il lino digrezzato appare formato da fibre isolate e libere da impurità di ligno-cellulosa. Le singole fibre appaiono uniformi, con un sottile canale centrale, e terminanti con punta acuta, a differenza della canapa che ha la punta arrotondata. Osservato in sezione (Figura 4.2-32) presenta contorni poco regolari poligonali con una zona centrale corrispondente al lume.

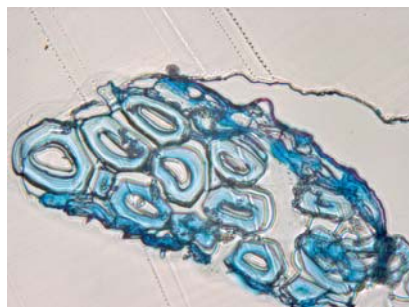


Figura 4.2-31 Immagine a microscopio elettronico. Foto CE.ME.- CNR di Firenze

Produzione e Consumi

A livello europeo la superficie coltivata (media triennio 2000-2002) di lino è stata di circa 408.000 ha su un totale di 550.000 ha a livello mondiale (Tab. 4.2-22). La produzione di fibra di lino, sempre a livello europeo, è stata per il triennio 2000-2002 di $302 \text{ t} \times 10^3$ (dati FAO) su un totale a livello mondiale di $651 \text{ t} \times 10^3$ (Tab. 4.2-23). Attualmente i principali produttori di lino da fibra nell'Unione Europea sono Francia, Germania, Belgio e Olanda. Gli altri grandi produttori a livello mondiale, con una produzione all'incirca pari a quella europea, sono i paesi asiatici, e, un po' più distante l'America.

Tab 4.2-22 Superficie coltivata (ha $\times 10^3$) delle principali colture da fibra suddivisa per continenti (media triennio 2000-2002, dati FAO).

COLTURA	TOTALE	AFRICA	ASIA	EUROPA	OCEANIA	N-S-C AMERICA
COTONE	32.268	4.726	19.750	502	369	6.921
LINO	550	10	127	408		5
CANAPA	62		30	28		4

Modificato da: Venturi (2005)

Tab 4.2-23 Produzione delle principali colture da fibra ($\text{t} \times 10^3$) suddivise per continenti (media triennio 2000-2002, dati FAO).

COLTURA	TOTALE	AFRICA	ASIA	EUROPA	OCEANIA	N-S-C AMERICA
COTONE	19.554	1.684	11.595	522	583	5.109
LINO	651	9	302	336		268
CANAPA	57		32	21		4

Modificato da: Venturi (2005)

La coltura in Italia è praticamente in stato di abbandono da almeno quarant'anni. Dopo aver raggiunto la massima espansione negli anni 1850-1870, quando occupava una superficie di 45.000-50.000 ha, il lino andò progressivamente perdendo terreno. Già nel 1913 la superficie coltivata era scesa a 8.760 ha (Donà Dalle Rose, 1951) e a 4.000 ha nel 1932 (Donà Dalle Rose, 1943). L'affermazione di fibre naturali alternative al lino, e successivamente, delle fibre sintetiche, fu alla base di questo declino, al quale dette un contributo decisivo anche l'arretratezza tecnica della nostra linicoltura, che mancando di moderne strutture per la macerazione e la lavorazione, condotte per lo più a livello familiare, non seppe adeguarsi alle esigenze dell'industria, che richiedeva un prodotto di qualità, con caratteristiche specifiche uniformi.

Un importante tentativo di rilancio della coltivazione del lino ebbe luogo tra le due guerre, a sostegno della politica autarchica del regime fascista, con l'obiettivo di affrancare l'Italia dalla dipendenza estera, che nel 1936 costava 100-120 milioni di lire di allora (Donà Dalle Rose, 1951).

Dal 1953 al 1985 il consumo di lino sul mercato italiano passò dalle 2.717 alle 13.600 t, vale a dire un incremento del 590% con un tasso di crescita del 17,3% all'anno. Tuttavia, nel 1986, la superficie investita a lino da fibra era di soli 100 ha (Cremaschi, 1999) e quindi assolutamente non in grado di soddisfare la richiesta interna. Nel 1994 la produzione italiana di tessuti di lino ammontava a 15.900 t, il 62% della produzione europea. L'Italia, nonostante le difficoltà degli ultimi anni, risulta ancora uno dei maggiori produttori mondiali di filati e di tessuti in lino (rispettivamente 8.400 e 10.550 t prodotte nel 2004; Associazione Tessile Italiana, 2004). Si tratta di cifre che si commentano da sole, se si pensa che per l'approvvigionamento dipendiamo completamente dalla Francia e dal Belgio.

Se lo sforzo riversato nel periodo tra le due guerre per rilanciare la coltura non ha avuto seguito, i risultati allora conseguiti rivestono tuttavia una certa importanza; essi documentano, se non altro, la possibilità di coltivare il lino nel nostro paese con buoni risultati. Allora il rilancio della coltura era dettato soprattutto dalla necessità di approvvigionamento di fibre tessili, esigenza prioritaria in un regime autarchico; oggi si aggiungono la richiesta di colture alternative non eccedentarie per allargare le rotazioni, la maggiore attenzione ai problemi ambientali e, naturalmente, l'enorme potenziale di sviluppo rappresentato dalla forte domanda interna di fibre tessili. Nel 1990, Cremaschi *et al.*, partendo da queste considerazioni, ritenevano lecito aspettarsi che la nostra industria tessile avrebbe accolto con favore una produzione nazionale di lino, con positivi riflessi sui nostri conti con l'estero. La richiesta sarebbe con ogni probabilità accresciuta da nuovi impieghi alternativi della fibra: produzione di carta, corde, spago; utilizzo come additivo di materiali da costruzione, nell'industria del mobile e dei trasporti. Fino ad oggi, tuttavia, il rilancio di questa coltura a livello italiano non si è ancora verificato.

Impatti sull'ambiente

Le piante da fibra, tra cui il lino, sono considerate migliorative del terreno, perché hanno un basso bisogno di input, quali fertilizzanti, antiparassitari e diserbanti, e soprattutto per il loro apparato radicale che si sviluppa in profondità, apportando un miglioramento della struttura e della fertilità del terreno, del quale usufruiscono le colture che seguono. Le tabelle seguenti, redatte dall'INRA - l'Istituto Francese per la Ricerca in Agricoltura - forniscono un raffronto fra il lino, la canapa e le classiche colture "depauperanti", quali grano, patate, barbabietola da zucchero, e colza.

Tab 4.2-24 Fertilizzanti

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

Tratto da: INRA (*Institut National de Recherche Agronomique*) Rapporto finale 2003. *European Commission, Directorate-General for Agriculture*

Se il lino e la canapa necessitano un minor apporto e spesa per i fertilizzanti, ancora più rilevante è la differenza del costo dei trattamenti.

Tab 4.2-25 Spesa per concimi, sementi e trattamenti antiparassitari e diserbanti

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

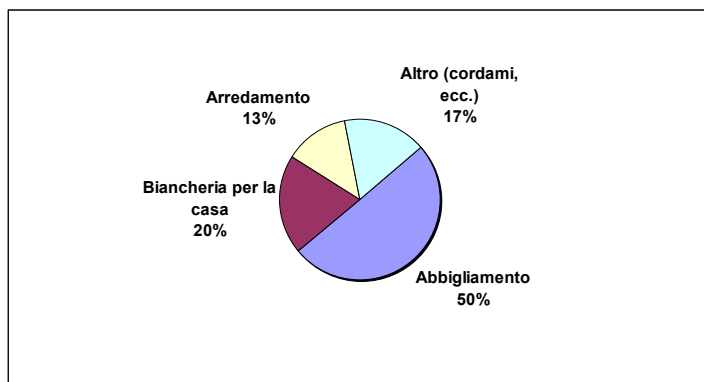
Tratto da: INRA (*Institut National de Recherche Agronomique*) Rapporto finale 2003. *European Commission, Directorate-General for Agriculture*

Per ridurre al minimo i rischi produttivi, il lino deve essere coltivato in condizioni ideali di terreno e con l'adozione di una tecnica colturale adeguata.

Prodotti realizzabili

La distribuzione percentuale della fibra di lino nei diversi impieghi dell'industria tessile europea è mostrata in Tab. 4.2-26.

Tab 4.2-26 Principali impieghi del lino nell'industria tessile europea (2005, valori percentuali)



La fibra del lino ha un uso quasi esclusivamente tessile.

I due principali prodotti, fibra lungo taglio e stoppe, formano i due settori del mercato tessile liniero. Quello più pregiato (fibra lungo taglio) è per l'80% strettamente correlato all'impiego dei filati destinati all'abbigliamento e quindi condizionato dalla moda: il restante 20% è impiegato nella biancheria da casa.

In campo alimentare e cosmetico viene usato l'olio estratto dai semi di lino.

L'olio di lino è una delle migliori fonti vegetali di acidi grassi essenziali. Contiene circa il 50-60% di acido grasso essenziale Omega-3, e il 18-20% circa dell'acido grasso essenziale Omega-6. E' la più ricca origine di acido linolenico. Studi recenti indicano che l'olio di semi di lino usato per l'alimentazione, può contribuire a ridurre la pressione sanguigna, ad abbassare i livelli del colesterolo cattivo, ha effetti sia estrogenici sia anti-estrogenici. In campo cosmetico l'olio di semi di lino è la base per la preparazione di creme per capelli, shampoo, creme per il corpo, con proprietà emollienti e idratanti. Per usi fitoterapici il seme di lino è adoperato intero come lassativo ed emolliente. Sottoforma di infuso e decotto, si utilizza anche come antiflogistico (antinfiammatorio), sia per uso interno che per uso esterno. La farina di semi di lino viene adoperata per preparare cataplasmi emollienti e antiflogistici. Nella pittura ad olio, l'olio di lino costituisce uno degli elementi atti a veicolare i pigmenti di colore e, tra tutti gli oli, si distingue per una spiccata siccatività. Conferisce alle opere realizzate caratteristiche di luminosità, trasparenza, opacità, precisione delle mescolanze, compostità e durata.

Gli scarti della lavorazione del lino vengono usati per la creazione di pannelli per l'isolamento termoacustico.

4.1.8 KENAF

Introduzione

Il kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) vede l'origine della sua coltivazione a partire dal 4000 a.C. Vicino al cotone (appartengono entrambe alla famiglia delle *Malvaceae*), da sempre ha rappresentato la più diffusa coltura per la produzione di fibra dal Senegal alla Nigeria, anche se nel corso della storia ha avuto altri usi, soprattutto in Africa. In Europa lo sviluppo di questa coltura si è concentrata nelle regioni mediterranee con clima sub-tropicale per uno sfruttamento soprattutto nel settore della produzione di fibra tecnica. Gli investimenti restano molto bassi e la sperimentazione sull'adattamento di questa coltura negli areali del sud Europa è incominciata solo negli anni '90 soprattutto nel centro-nord dell'Italia ed in Grecia.

Attualmente il kenaf è coltivato principalmente in Tailandia, Cina e USA, in quattro principali aree: Georgia, Texas, Mississippi e New Messico. Negli ultimi anni anche il Giappone si è interessato a questa specie per la produzione di pasta da cellulosa per la fabbricazione di carta ecologica.

Caratteristiche generali della pianta

Il kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) è una pianta erbacea annuale brevidiurna coltivata soprattutto per il suo contenuto di fibra nella corteccia dello stelo (Dempsey, 1975). Il genere *Hibiscus* è molto diffuso ed include circa 200 specie annuali e perenni.

Il fiore del kenaf (Figura 4.2-33) è il tipico fiore dell'ibisco, largo (da 7,5 a 10 cm) e con 5 petali. Il colore va dal crema al viola scuro, con tutta una serie di sfumature. La fioritura della maggior parte delle varietà di kenaf è sotto il controllo del fotoperiodo.



Figura 4.2-32 Stelo (con separazione tra corteccia e midollo), semi e fiore di kenaf.
(Foto: N. Di Virgilio)

L'altezza dello stelo può arrivare fino ai 6 m in particolari condizioni; nelle coltivazioni di pieno campo, negli areali italiani, l'altezza media si aggira sui 2,5 m. La parte più interna dello stelo è costituita da materiale spugnoso. Nella corteccia dello stelo, invece, che circonda il midollo legnoso, si trovano i fasci di cellule sclerenchimatiche con parete cellulare cellulosa che costituiscono la fibra. Fibre sono contenute anche nel midollo, costituite da molta più lignina e meno cellulosa.

Sebbene il kenaf sia capace di adattarsi ad una grande varietà di condizioni climatiche, le prestazioni migliori si hanno nelle regioni tropicali e sub-tropicali, poiché è molto sensibile alle gelate. Può essere coltivato a latitudini che vanno da 45°N a 30°N e ad altitudini tra 0 e 1000 m s.l.m.

L'assenza di gelate durante il ciclo colturale è di vitale importanza e la semina dovrebbe essere effettuata quando la temperatura del suolo supera i 12°C (Angelici *et al.* 1998). La temperatura minima per la germinazione e sviluppo nei primi stadi di crescita è considerata attorno a 9,5°C.

Il kenaf ha bisogno di un suolo ben drenato (non tollera ristagni d'acqua soprattutto nelle prime fasi), sabbioso-limoso, circa neutro (pH tra 6 e 7), con una buona dotazione di humus, sostanza organica ed elementi minerali.

Il fabbisogno idrico è attorno ai 500-600 mm per un ciclo di crescita di 4-5 mesi, con una distribuzione omogenea durante tutto il ciclo vegetativo. E' stata riscontrata una certa tolleranza all'irrigazione con acqua salmastra.

Coltivazione e Raccolta

L'epoca di semina dipende fortemente dalle condizioni pedoclimatiche locali. Le varietà tardive fotoperiodiche crescono fino alla fioritura che avviene verso la fine di settembre nelle regioni mediterranee; per questo motivo la semina va effettuata in primavera appena la temperatura atmosferica supera i 15°C, in modo che il ciclo vegetativo sia il più lungo possibile. Nelle condizioni pedoclimatiche del Sud Europa, il

kenaf può essere seminato a partire da fine aprile a fine maggio, in base alle specifiche condizioni locali. In buone condizioni il seme emerge in circa 5 giorni. La densità di semina ottimale è tra 20 e 30 piante per m², con una distanza tra le file tra i 25 e i 50 cm. Il kenaf è una specie soggetta ad autodiradiazione. Densità più alte porterebbero ad una moria delle piante durante il ciclo colturale oltre che ad una diminuzione dell'altezza e del diametro finale. La densità sembra, invece, non influenzare il rapporto corteccia/midollo. Densità troppo basse produrrebbero piante eccessivamente ramificate che potrebbero dare problemi in fase di raccolta e produrre fibra di bassa qualità. La densità d'impianto dipende anche dall'utilizzo del prodotto: per la produzione di fibra a destinazione tessile e cordami investimenti alti assicurano steli sottili e non ramificati. Tuttavia potrebbero creare problemi di allestimento.

La scelta varietale rivolta alla selezione della tipologia che meglio si adatta alle condizioni locali è fondamentale al fine di ottenere un ritorno economico. Le varietà di kenaf si dividono in precoci e tardive, in base al periodo di fioritura, momento in cui le piante smettono anche di accumulare biomassa. Negli ambienti mediterranei le varietà precoci fiorirebbero a partire da metà luglio, con una riduzione del ciclo vegetativo che sarebbe di 75-105 giorni o 105-120 giorni per le varietà semi-precoci. Le varietà tardive nelle regioni mediterranee non fioriscono prima della fine di settembre ed il seme non raggiunge la maturità a causa dell'abbassamento delle temperature. Il ciclo vegetativo si allunga a 120-140 giorni, ottenendo delle produzioni di biomassa più elevate. Il kenaf ha un comportamento opportunistico nei riguardi della disponibilità di acqua, con un alto tasso di traspirazione fogliare quando l'acqua è disponibile, e con una forte riduzione della traspirazione, addirittura accartocciando le foglie, se l'acqua nel suolo è scarsa. Diversi studi hanno dimostrato una relazione diretta tra apporto idrico e produzione secca degli steli (Manzanares *et al.*, 1993; Mambelli *et al.*, 1995). Anche se in alcuni casi lo stress idrico può contribuire a migliorare la qualità della fibra, esso porta a piante basse, ridotta area fogliare, steli e foglie sottili. In generale, 500-600 mm di pioggia per un periodo di 5-6 mesi o precipitazioni da 90 a 275 mm mensili durante il ciclo colturale portano a delle produzioni quantitativamente e qualitativamente ottimali.

Il kenaf è coltivato principalmente per la produzione di fibra estraibile dallo stelo; negli ambienti mediterranei il seme non raggiunge la maturità. Pertanto un eventuale programma di fertilizzazione deve rivolgersi al soddisfacimento delle sole esigenze dell'accrescimento vegetativo. Il kenaf ha un accrescimento veloce, in condizioni ottimali la coltura è in grado di coprire la fila in circa 5 settimane. La lotta alle infestanti va effettuata all'inizio del ciclo colturale, con gli erbicidi in pre o post-emergenza più comuni.

Il kenaf (Figura 4.2-34) può essere raccolto in diversi momenti del ciclo colturale senza che ci siano differenze sostanziali nella qualità della fibra. Anche se in generale il momento migliore è nel periodo della fioritura, la scelta dell'epoca e della modalità di raccolta sono fortemente influenzate dalla tipologia di prodotto e dal percorso successivo di lavorazione. Nella coltivazione del kenaf come coltura da fibra esistono due tipologie di raccolta: una verde, con pianta in fioritura, in cui lo stelo è intatto con ancora una buona porzione di foglie attaccate; ed un'altra invernale, dopo la morte delle piante per il freddo, gli steli sono privi di foglie e degradati dagli agenti atmosferici e biologici. Nel primo caso, gli steli possono venire sfalciati, portati via dal campo in bacchette o anche in rotoballe (Figura 4.2-35)



Figura 4.2-33 Campo di kenaf ad inizio fioritura nei pressi di Bologna.
(Foto N. Di Virgilio)

Devono essere defogliati e stigliati per separare la corteccia contenente le fibre. La stigliatura in alcuni casi può anche essere fatta direttamente in campo. L'estrazione della fibra dalla corteccia può avvenire per via chimica o attraverso una macerazione biologica. Si ottiene fibra di buona qualità destinabile all'industria tessile e del cordame.

Nel caso in cui la coltura venga lasciata in campo durante l'inverno, gli steli privi di foglie possono essere sfalciati e rotoimballati o addirittura trinciati in campo e direttamente caricati. La macerazione naturale in campo può diminuire la qualità della fibra o dare un prodotto disomogeneo, si elimina però la necessità di dover organizzare una macerazione.



Figura 4.2-34 Raccolta. Tratto da www.pc140.narcc.affrc.go.jp

I livelli produttivi del kenaf possono variare molto, in base all'interazione tra condizioni climatiche locali, gestione colturale, densità d'impianto e mortalità. Produzioni che variano da 9 a 22 t ha⁻¹ di biomassa secca sono spesso stati riscontrati. Allontanandosi dai climi secchi ed alte latitudini verso areali umidi e basse latitudini, come nel sud-est degli Stati Uniti, il kenaf può produrre da 3 fino a 5 volte più fibra per anno rispetto al pino, comunemente usato per la produzione di pasta di cellulosa (USDA, 1993). Nel sud Europa sono state riscontrate produzioni di 20 t ha⁻¹ di stelo secco fino a livelli di 26 t ha⁻¹ in prove sperimentali condotte in Italia ed in Grecia negli anni '90 (Mambelli e Grandi, 1995; Alexopoulou et al. 1999).

Resa e qualità della fibra

La fibra corticale rappresenta il 35-40 % del peso secco della pianta matura. Il contenuto in fibra della corteccia è di circa 50-55 %. La resa in fibra grezza è del 10-15% sul peso secco degli steli. La quantità di fibra prodotta ad ettaro è di 1-2,5 t. La fibra di kenaf è simile per caratteristiche generali alle altre fibre vegetali estraibili dallo stelo (canapa, lino, etc.). Le cellule fibrose, organizzate in gruppetti di cellule (*bundles*), derivano prevalentemente dall'accrescimento secondario delle cellule comprese tra la parte più esterna della corteccia ed il cambio (Figura 4.2-36). Le pareti cellulari contengono molta cellulosa, accompagnata anche da lignina in quantità maggiore rispetto alle fibre di origine primaria della canapa o di altre specie da fibra. La presenza di lignina può rappresentare un fattore peggiorativo dell'elasticità della fibra, rendendola meno adatta, rispetto a quella di canapa e di altre piante da fibra, alla destinazione tessile. In generale le caratteristiche qualitative soddisfano i requisiti dell'industria della carta, cordame e della fibra tecnica per la costruzione di pannelli e biocompositi. La lunghezza delle fibre in media è di circa 2,5 mm con un diametro di 20-35 µm ed formata da: α-cellulosa (58 – 63%), emicellulosa (21-24%) e lignina (12-14%) (Stout, 1989)

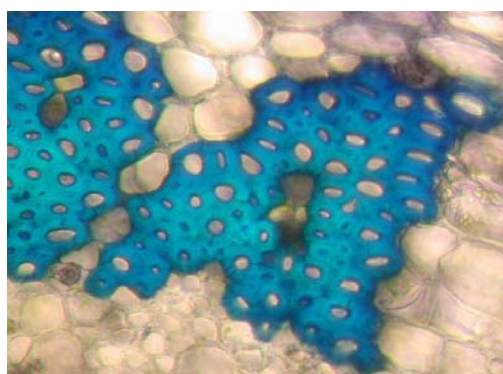


Figura 4.2-35 Cellule fibrose di kenaf al microscopio (ingrandimento 20X)
Foto: N. Di Virgilio

Prodotti realizzabili

- Materiale assorbente (kenapulo e midollo centrale)
- Lettieria per animali (kenapulo)

- Pannelli isolanti (fibre liberiane)
- Corde, sacchi, filati (fibre liberiane)
- Carta e pasta da cellulosa (fibre liberiane e del midollo)
- Biocompositi con materiale plastico (fibre liberiane)
- Substrato colturale per piante e fiori (kenapulo)
- Materiale per processi termochimici come combustione, gasificazione e pirolisi (kenapulo) per la produzione di energia.

4.1.9 RAMIÉ

Introduzione

Il ramié è una delle più antiche fibre tessili impiegate dall'uomo. I primi scritti riguardanti questa coltura risalgono al periodo compreso tra il 5000-3000 a.C. nella civiltà egizia, dove questa fibra veniva impiegata per vestire le mummie delle caste più elevate. In Oriente fino al 1300, epoca in cui fu introdotto il cotone, rappresentava la maggiore fonte di fibre vegetali per uso tessile. In Europa e nei paesi mediterranei se ne ebbe una certa diffusione soltanto a partire dalla seconda metà del XVII. In Italia notizie relative alla coltivazione di questa *Urticacea* risalgono al 1786 quando, in provincia di Bologna, fu realizzato il primo tentativo seguito da numerosi altri in varie regioni. Nel primo dopoguerra, dopo un periodo di abbandono, la coltura fu ripresa, e furono realizzate delle coltivazioni in Sicilia.

Da sempre il maggiore produttore mondiale di fibra di ramié è la Cina, che la utilizza soprattutto per un consumo interno, mentre la restante quota è esportata in Giappone, Germania, Francia, Gran Bretagna, Italia e USA (De Mastro, 1999).

Caratteristiche generali della pianta

Il genere *Boehmeria*, appartenente alla famiglia delle *Urticaceae*, comprende all'incirca 50 specie di cui la *Boehmeria nivea* (L.) Gaud., chiamata comunemente ramié, è la specie maggiormente coltivata per uso tessile. La fibra ottenuta dai fusti della *B. nivea* è conosciuta coi nomi di seta vegetale, China-grass, Ramia, Ramié. Sembra che quest'ultima denominazione derivi dalla parola Rameh con la quale gli indigeni delle isole della sonda chiamano tale pianta (Angelini, 1965).

La *Boehmeria nivea* è pianta monoica, perenne, con steli semplici, non ramificati, cilindrici, flessibili, dotati di ampio midollo spugnoso di colore bianco che possono raggiungere altezze di 2-3 metri con diametri di 0,7-1,2 cm (Bruno, 1938; Angelini, 1965). Essi rappresentano la materia prima da cui estrarre la fibra (Figura 4.2-37).



Figura 4.2-36 Steli di ramié. (Foto L. Angelini)

Il ramié è originario dell'Estremo oriente. Le condizioni climatiche più favorevoli alla coltivazione di ramié si ritrovano negli ambienti a clima sub-tropicale, non soggetti a gelate nel periodo della vegetazione e protetti dai venti, con precipitazioni annue intorno ai 1000 mm uniformemente distribuite durante l'anno.

Coltivazione e Raccolta

Per quanto sia possibile realizzare un nuovo impianto di ramié (Figura 4.2-38) a partire dal seme, appare più largamente diffuso l'impiego di talee e rizomi, poiché risulta essere una tecnica più semplice e rapida, che garantisce maggiore capacità di attecchimento, produzioni più elevate ed uniformi, e maggiori rese in fibra. Le operazioni di piantumazione delle talee o di trapianto delle giovani piantine possono essere realizzate a mano oppure con trapiantatrici meccaniche.



Figura 4.2-37 Coltivazione di ramié presso il DAGA di Pisa. (Foto L. Angelini)

La preparazione del suolo risulta molto importante per il buon esito della coltura. Infatti dovendo la piantagione durare molti anni (anche fino a 15 anni) sullo stesso terreno occorre che i lavori preparatori siano eseguiti con molta cura e che si faccia, sempre prima dell'impianto, una concimazione abbondante, anche eventualmente con sovesci di leguminose, poiché in seguito, il terreno si potrà concimare solo in copertura. Per quanto riguarda la densità di impianto, diversi sono i pareri circa la distanza da impiegare. Generalmente si tende a credere che impianti molto fitti permettano di ottenere piante più alte e soprattutto rese e qualità di fibra superiori. Alcuni autori ritengono ottimale, indipendentemente dal metodo di propagazione, un investimento di circa 66.000 piante/ha con sesti di 0,6 x 0,25m, anche se nei paesi orientali risulta ancora molto diffusa la tendenza ad investimenti più radi con sesti di 0,8 x 0,5 m. In Italia la coltivazione del ramié è condotta solo su scala sperimentale e non esistono varietà selezionate per i diversi ambienti del nostro paese. L'irrigazione risulta essere indispensabile negli ambienti al limite dell'areale classico di coltivazione, quali appunto quelli dell'Italia meridionale. Esperienze del passato in ambienti siciliani indicano la necessità di ricorrere, subito dopo il primo taglio (metà giugno) fino a poco prima dell'ultimo (primi di ottobre) a 3-4 interventi irrigui mensili per conseguire produzioni ottimali. La coltura presenta in generale una buona capacità di controllo delle infestanti grazie all'elevato numero di steli prodotti per unità di superficie.

L'epoca di raccolta assume una significativa importanza nell'ottica della produzione di fibra di ottima qualità da destinare all'industria tessile. Infatti, se l'operazione viene effettuata in ritardo, la lignificazione dello stelo porta ad una difficile decorticazione che potrebbe riflettersi sulla qualità della fibra ottenuta. L'epoca ottimale per la raccolta coincide con l'imbrunimento dell'epidermide nei primi 20-30 cm basali del fusto (Romagnoli, 1944). L'operazione di raccolta prevede: taglio degli steli (Figura 4.2-39), successiva defogliazione e rimozione delle cime.



Figura 4.2-38 Raccolta presso il DAGA di Pisa. (Foto L. Angelini)

Nelle aree sub-tropicali è possibile effettuare fino a 5 raccolti l'anno mentre nelle zone temperate si effettuano 2-3 raccolti con produzioni medie di biomassa totale pari a 45-60 t ha⁻¹ per anno, di cui il 60% è rappresentato da steli. Nelle zone di origine, le produzioni unitarie in ogni singolo taglio sono inferiori a quelle rilevate nelle zone temperate, ma le produzioni stagionali sono simili, in conseguenza al maggior numero di

raccolti annui. Complessivamente quindi, le produzioni annuali ottenute nelle zone temperate non risultano differenti da quelle ottenute nelle zone sub-tropicali (Dempsey, 1975; Angelini e Maffei, 2000).

La produzione del primo anno, senza valore commerciale per impiego tessile (Bally, 1957), viene utilizzata come foraggio e, a seconda del numero dei tagli, può andare dalle 25 fino alle 50 t ha⁻¹ di biomassa fresca.

E' importante precisare che di tutta la biomassa raccolta verde un 10% è scarto (fusti immaturi o eccessivamente corti), un 50% è costituito da fusti verdi, la cui resa in fibra secca decorticata è pari al 6-8%, ed il restante 40% da foglie e da cime che possono avere un uso zootecnico.

In Italia il ramié è stato sperimentato negli anni '20 in Sicilia, ove si realizzavano mediamente 3 tagli all'anno (metà giugno, metà agosto, fine ottobre), con produzioni di 60-80 t/ha di biomassa verde, pari a 12-16 t/ha di steli secchi e a 1,3-1,7 t/ha di fibra degommata e imbianchita. Dagli inizi degli anni '90 la coltura di ramié viene sperimentata a Tarquinia (VT) presso i Vivai Marcelli e a sud di Pisa presso l'azienda Sperimentale del Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema (DAGA).

Resa e qualità della fibra

Gli steli del ramié sono caratterizzati dall'avere uno strato xilematico interno (ramirulo) di natura legnosa con fibre corte ed uno corticale con fibre riunite in fasci. Dal processo di separazione delle fibre liberiane è possibile ottenere circa un 68% di ramirulo e un 28% di taglio, di cui un 23,2% costituito da fibre corte e residui (De Mastro, 1999). In generale, mentre il ramirulo e la frazione di taglio corto trovano applicazione nella preparazione di pasta da cellulosa per la carta, la fibra lunga è apprezzata per le sue caratteristiche tessili. L'impiego del ramié nel settore tessile prevede una prima fase di estrazione della fibra dalla pianta e nella fattispecie dagli steli. La fibra degommata subisce un primo lavaggio seguito da un trattamento chimico di candeggio e uno di ammorbidimento. Successivamente la fibra viene lavata per la seconda volta, essiccata ed infine pettinata, in modo da ottenere un prodotto il più idoneo possibile alla filatura (Jarman et al., 1978). Le fibre di ramié a taglio lungo (Figura 40) vengono filate con le stesse macchine impiegate per le fibre di lino di medesimo taglio. Le fibre vengono fatte passare in macchine, stenditrici, che formano un nastro utilizzando fibre della stessa lunghezza. I nastri formati possono così attraversare una serie di rulli assottigliandosi, fino a formare uno stoppino adatto al processo di filatura, che conferendogli il grado di torsione finale, lo trasforma in filo (Corbman, 1983).



Figura 4.2-39 Fibra sbiancata (sinistra) e fibra grezza (destra). (Foto L. Angelini)

La fibra, destinata ad impieghi tessili, costituita quasi esclusivamente da cellulosa (84%) e con il 15% di emicellulosa e pectine e l'1% di lignina è caratterizzata da avere sezione ellittica irregolare, diametro variabile tra i 10 e i 100 micron (il cotone arriva a circa 30 µm.), lunghezza compresa tra i 60 e 270 mm (risulta la più lunga e larga tra le fibre vegetali). Ha una resistenza alla trazione circa 8 volte superiore a quella del cotone. E' lunga, sericea, sottile, lucente, morbida al tatto, lavabile, facilmente colorabile, igroscopica; mischiata ad altre fibre (lana, cotone, rayon, lino, canapa, etc.) le migliora. Ha una tenacità intermedia tra quella della juta e quella della canapa.

Progetti di ricerca

Le informazioni relative alla possibilità di coltivare il ramié nel nostro paese sono piuttosto scarse e la ricerca agronomica ha affrontato solo in tempi relativamente recenti lo studio dei principali aspetti dell'agrotecnica di questa coltura; inizialmente, all'interno del progetto PRisCA (Progetto Nazionale di Ricerca sulla Colture

Alternative del MiPaf negli anni 1992-1997), dove essa è stata oggetto di preliminari valutazioni relative alla sua capacità di adattamento alle condizioni pedoclimatiche (Lazzeri, 1998; De Mastro, 1999; Angelini et al., 2000), e, più recentemente, all'interno di un progetto finanziato dalla regione Lazio (Progetto Pral "Filiera della Boehmeria nivea Gaud. (ramié): meccanizzazione della raccolta del ramié e sperimentazione correlata all'impiego dei suoi prodotti in ambito agricolo ed industriale", anni 2007-2008).

La specie non è presente negli altri Paesi Europei.

Prodotti realizzabili

Del ramié niente va perduto: dalla parte esterna (corteccia) si ricava la fibra tessile; con la parte interna si produce cellulosa per carta estremamente pregiata; le porzioni terminali fresche dei fusti e le foglie forniscono un prodotto molto nutritivo per uso zootecnico.

- *Prodotti tessili per l'abbigliamento.* I due principali prodotti, fibra lungo taglio e stoppe, formano i due settori del mercato tessile. Quello più pregiato (fibre lungo taglio) è per l'80% impiegato nella produzione di filati destinati all'abbigliamento, quindi condizionato dalla moda, il restante 20% è impiegato nella biancheria da casa. Le applicazioni sono diverse: teli, tende, sacchi, reti, corde, etc.
- *Produzione di fibra tecnica.* L'utilizzo delle fibre di ramié, può trovare impiego nel settore dei materiali compositi anche per impieghi automobilistici, con il vantaggio di ottenere prodotti biocompatibili e biodegradabili.
- *Produzione di cellulosa e carta.* La materia prima usata per la fabbricazione di carta è comunque un sottoprodotto della lavorazione della fibra lunga. Le maggiori prospettive di utilizzazione del ramié come fonte di materia prima per l'industria cartaria sono rivolte, grazie all'introduzione di processi ad alta resa, all'impiego di paste di ramirulo arricchito di fibre corticali corte o al solo impiego di fibre corticali provenienti dalla prima cardatura del ramié (Oggiano et al., 1997).
- *Altri usi.* Il ramié può risultare una pianta importante anche in campo foraggero. Il valore nutritivo del ramié è stato paragonato a quello dell'erba medica. Nell'ottica di uno sfruttamento totale della pianta è importante questa possibilità di utilizzare i sottoprodotti della lavorazione della fibra per uso zootecnico.

4.2 LE FIBRE ANIMALI

Le fibre animali, costituite dai peli ricavati dal vello di alcuni mammiferi (pecora, cammello, capra etc) o da lunghi filamenti prodotti dalla secrezione ghiandolare di particolari insetti (ad esempio il baco da seta) sono composte da proteine. Le proteine sono delle sostanze organiche complesse che risultano dalla combinazione di quattro elementi chimici semplici: carbonio, idrogeno, ossigeno e azoto. La loro struttura, tipicamente macromolecolare, è caratterizzata dalla unione di unità più piccole o monomeri (molecole di amminoacidi) collegati tra loro a formare lunghe catene o macromolecole. L'aspetto microscopico filamentoso delle fibre animali, come del resto di tutte le fibre, è appunto la conseguenza di questo tipo di struttura microscopica.

Le principali fibre animali sono: la **lana** e la **seta**.

4.2.1 LA LANA

Descrizione generale

La lana è una fibra tessile naturale che si ottiene dal mantello di ovini (pecore e di alcuni tipi di capre), conigli, cammelli ed alcuni tipi di lama. Essa si ottiene attraverso l'operazione di tosatura, taglio del pelo, che per le pecore avviene in primavera. Questa lana viene definita lana vergine. Un altro metodo per ricavare la lana, avviene dopo la macellazione. La lana che se ne ricava si chiama *lana di concia*. L'industria inoltre riutilizza la lana ricavata dagli scarti di produzione, si parla in questo caso di lana rigenerata.

Gli animali da cui si ricava principalmente la lana sono:

- La pecora merinos: razza selezionata in Spagna intorno al XII secolo. Attualmente è allevata in modo estensivo in Australia, America meridionale e Sudafrica. Produce una lana molto fine e pregiata;
- La pecora di razze indigene, hanno un pelo più grossolano, usato tradizionalmente per la confezione di materassi;
- La capra d'angora allevata in Turchia, Sudafrica, Stati Uniti, dalla quale si ottiene la lana mohair;

- La capra del Cashemere originaria del Kashmir (Tibet) diffusa anche in India, Cina, Iran, Afghanistan e dalla quale si ricava una lana molto pregiata;
- L'alpaca e la vigogna, due tipi di lama che vivono sulle Ande;
- Il cammello sia quello asiatico sia i dromedari africani;
- Il coniglio d'angora.



Figura 4.2-1 Pecora di Zeri. (Foto S. Baronti)

Esiste inoltre anche la lana refino, di origine britannica, dotata di notevole elasticità, calore e traspirabilità. Altre razze ovine che danno lane meno pregiate sono le razze incrociate o indigene. Le razze incrociate, in altre parole derivate da incroci tra la pecora merino e razze locali, forniscono lane con fibre di media lunghezza, meno fini e poco ondulate, destinate alla produzione di tessuti ruvidi come il tweed. Le razze indigene, in altre parole locali, producono una lana ordinaria, con fibra piuttosto lunga e setolosa destinata alla fattura di tappeti artigianali e materassi.

La lana di prima qualità è quella che ricopre il dorso dell'animale; essa è morbida, composta da fibre sottili, resistenti ed elastiche.

La filatura e la tessitura della lana si svilupparono dopo quelle delle fibre vegetali. Da ritrovamenti archeologici, risalenti a circa 5000 anni fa, risulta che la lavorazione della lana era diffusa in diversi luoghi, dalle Ande all'Egitto, dall'Asia Minore all'Europa Settentrionale. Roma importava lana grezza dalla Grecia, dalle Gallie e dall'Africa per lavorarla nelle fabbriche dell'impero. La Spagna fu un grande centro di produzione e tessitura della lana e l'allevamento della pecora merino durante il XIV secolo segnò una grossa svolta nell'industria laniera. La morbidezza e la struttura sottilissima della fibra merino permetteva di realizzare stoffe damascate bellissime e resistenti. Questa razza fu introdotta in Francia ed in Inghilterra alla fine del Settecento, mentre in America arrivò solo dopo il 1800. In Italia, Firenze divenne la capitale tessile, ma fu la Francia il centro mondiale della lana, dove la fiera che si teneva a Champagne attirava venditori ed acquirenti da tutte le nazioni.

Storicamente la lavorazione della lana avveniva attraverso numerosi passaggi che coinvolgevano un numero elevato di artigiani. La prima operazione cui era sottoposta la lana era la *smistatura*, ossia la scelta e la separazione delle diverse parti del vello di pecora; a seconda del tipo di tessuto che si doveva produrre, infatti, si impiegavano diverse qualità di lana.



Figura 4.2-2 Aprile 2005: Cumiana (TO), tosatura primaverile

Tratto da: <http://www.latineola.it/ana.htm>

La fase successiva era il *lavaggio*.



Figura 4.2-3 Linea di lavaggio (Pettinatura Italiana, Vigliano B.se)

Tratto da: <http://www.latineola.it/ana.htm>

Dopo essere stata fatta asciugare all'ombra, la lana tornava alla bottega del lanaiolo che la spediva presso altri artigiani addetti ai passaggi prima della filatura; la *sgrassatura*, ottenuta immergendo i fiocchi in bagni di orina e la *battitura*, eseguita a mano a colpi di bastone. A questo punto la lana era pronta per essere consegnata agli scardassieri o cardatori, che sfilacciavano i fiocchi in fili di varie lunghezze; i fili più corti sarebbero stati impiegati nel produrre i filati utilizzati come *trama* e quelli più lunghi per quelli impiegati come *ordito* durante il successivo processo di tessitura, perciò questi ultimi venivano sottoposti anche alla *pettinatura*, eseguita con pettini muniti di denti metallici, che rendevano le fibre più lisce ed omogenee, eliminando quelle di misura inferiore alla lunghezza richiesta. Il lavoro dei cardatori e dei pettinatori era un passaggio molto importante in questo processo di trasformazione perché era quello che consentiva alla materia grezza di diventare un prodotto semilavorato. La filatura era in genere assegnata alle donne, che lavoravano in casa; il processo di filatura consisteva in due operazioni eseguite contemporaneamente, la *torsione* e la *stiratura* del filo, che veniva avvolto a spirale e messo in tensione usando i fusi e le rocche.



Figura 4.2-4 Cardatura della lana con metodi artigianali (Foto S.Baronti)

Il fuso era un piccolo bastone in ferro o in legno con una parte ingrossata al centro, ad esempio una rotella, sul quale si disponevano le fibre, imprimendo un movimento rotatorio continuo che lo faceva girare su stesso, torcendo e distendendo i fili; la *rocca* serviva a reggere le fibre da filare, si trattava di un bastone più lungo tenuto in genere tra il braccio ed il fianco della filatrice.



Figura 4.2-5 Fuso (Foto S. Baronti)

Le tecniche di filatura si evolsero rapidamente per cui già alla fine del '200 si diffuse il *filatoio a puleggia*, munito di una ruota azionata manualmente e posta su una piattaforma alla cui estremità era attaccato il fuso, su cui prima si torceva e poi si avvolgeva il filato; solo alla fine del '400 comparve il *filatoio ad alette* che consentiva una filatura continua grazie ad un dispositivo a forma di U, che ruotando intorno al rocchetto riusciva sia a torcere che ad avvolgere il filato senza più interruzioni.



Figura 4.2-6 Filatura ad alette

Tratto da: <http://quarini.scuole.piemonte.it/filatoio.htm>

Gli incaricati della consegna e del ritiro del filato erano chiamati *stamaioli*, che lo passavano direttamente ai tessitori, disposti in coppia al telaio; la tessitura consisteva nell'intrecciare i filati più lunghi, detti appunto ordito, disposti parallelamente nei licci, con quelli più corti, detti trama, inseriti per mezzo di una *navetta* o spola, negli spazi tra un filo di ordito e l'altro. Le combinazioni d'intreccio possibili, dette *armature*, potevano essere infinite, ma quella più semplice e comune era la tela, ottenuta separando gli orditi pari dai dispari e facendovi passare sotto il filo di trama.



Figura 4.2-7 Fusi e rocche

Tratto da: <http://it.wikipedia.org/wiki/Lana>

Quando le pezze di panno erano state tessute venivano riconsegnate alla bottega del lanaio, ma il lavoro non era ancora finito: le pezze intessute dovevano essere riviste per eliminare eventuali nodi o impurità, lavate nuovamente con acqua bollente e sapone e stese ad asciugare per poi passare alla gualchiera, in uno dei tanti stabilimenti costruiti sul fiume (in Toscana, l'Arno), che sfruttavano l'energia dell'acqua per muovere dei macchinari che battevano e pressavano le pezze. Le pezze pressate erano poi condotte al

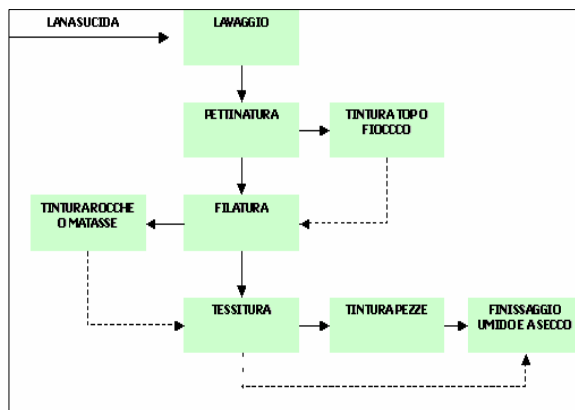
tiratoio, dove venivano nuovamente stese e tirate. L'ultima fase era la tintura, che poteva comunque essere eseguita su richiesta del lanaiolo anche in una delle fasi precedenti.

Nelle operazioni di lavorazione della lana attualmente si ricorre all'aiuto della meccanizzazione. Dopo la tosatura dell'animale, avviene la separazione dei bioccoli di lana più fini e regolari del dorso, fianco e collo, da quelli meno pregiati del ventre e delle gambe. I bioccoli vengono battuti e aperti per togliere le impurità superficiali e poi lavati. Dopo l'asciugatura, il fiocco di lana viene controllato, cardato, filato e tessuto. Il tipo di tessuto dipende dal filato usato, cardato o pettinato. Il filato cardato ha fibre lunghe e corte disposte irregolarmente in tutte le direzioni, per cui è più soffice e rigonfio. Il filato pettinato ha fibre di lunghezza uniforme, disposte parallelamente in modo omogeneo, successivamente stirate e ritorte, in modo da formare un filo regolare, liscio e resistente. Il tessuto cardato sarà soffice, rigonfio, ma anche un po' ruvido, mentre quello pettinato sarà morbido, liscio e compatto. Le lane merino sono destinate alla filatura pettinata, mentre le lane incrociate sono più usate nella filatura cardata.

Il tessuto ottenuto dalla tessitura necessita di una serie di operazioni di finitura, dette finissaggio, che servono a migliorarne il rendimento e l'aspetto. I trattamenti antistatici, anti-infeltrenti, idrorepellenti, o antipiega aumentano le qualità originarie del tessuto rendendolo sempre più rispondente alle esigenze attuali.

Le fasi di lavorazione della lana possono essere riassunte con il seguente schema:

Figura 4.2-8 Ciclo produttivo del settore tessile laniero.



Caratteristiche e qualità della fibra

Nell'analisi microscopica, si può notare che longitudinalmente la fibra si presenta con delle caratteristiche scagliette che ne ricoprono la superficie esterna, mentre la sua sezione è di tipo circolare (Figura 4.3-10).

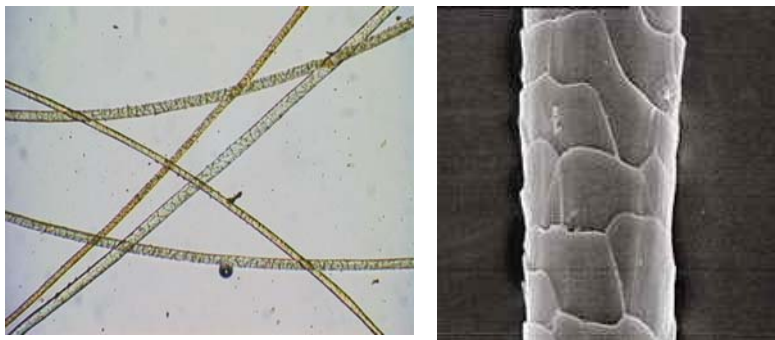


Figura 4.2-9 Fibra di lana a microscopio
Tratto da: <http://www.latineola.it/caratteristiche.htm>

La struttura esterna della lana è un rivestimento di scaglie sovrapposte fra loro come le tegole di un tetto, fatte di una sostanza proteica detta cheratina (quasi la stessa sostanza presente anche nei capelli e nelle unghie). Sotto il rivestimento esterno, le cellule formano una struttura detta a mattoni e calce, perché ricorda molto da vicino quella dei muri. Struttura che rende la fibra molto robusta. Alcune lane di minor finezza, oltre alla cuticola esterna e alla corteccia interna, contengono un midollo centrale molto poroso; la fibra che ne risulta è più leggera e assai più gonfia, ed è chiamata medullata.

La lana presenta una modesta tenacità, che diminuisce ad umido; essa inoltre è dotata di un buon allungamento che può variare dal 30 al 45%. La lana è idrorepellente ed ha un'alta ripresa elastica, che ai fini pratici, determina gonfiezza, termocoibenza, resistenza all'usura, ripresa alle gualciature, ma soprattutto resilienza e duratura. Caratteristica meccanica molto importante è la sua capacità di infeltrimento, esclusiva solo della lana. Tale operazione avviene quando la fibra viene sottoposta a delle forze meccaniche cicliche, in presenza di acqua. L'infeltrimento è un'operazione progressiva e irreversibile.

La lana è un prodotto dotato di alta termocoibenza, non solo isola dal freddo ma anche dal caldo, cosa che spesso non è nota. Alcune popolazioni africane la usano di giorno per ripararsi dal caldo e la sera dal freddo. La lana è la fibra più igroscopica che esista, cioè è in grado di assorbire vapore acqueo fino ad un terzo del suo peso senza dare la sensazione di bagnato. Questo succede perché la fibra è composta di aminoacidi in grado di attrarre ed incorporare molecole di acqua nella struttura della fibra stessa, a differenza per esempio della spugna, che ha un assorbimento di natura capillare. In caso di clima umido o di intensa sudorazione, la lana attiva un processo di traspirazione per cui assorbe l'umidità e la restituisce all'ambiente.

La lana si rivela resistente allo sporco, soprattutto alla polvere. Ciò è dovuto alla sua scarsa elettricità statica: cioè ne accumula poca e di conseguenza attira poca polvere.

Il calore provoca la degradazione della fibra della lana. Una prima degradazione che si manifesta con un impercettibile ingiallimento può cominciare attorno ai 70°C; a 130°C inizia la vera e propria decomposizione; a 170°C si ha uno sviluppo di ammoniac. Tuttavia la lana può rimanere esposta per brevi tempi senza soffrire degradazione anche a una temperatura di 200°C: questa proprietà viene sfruttata dalle industrie per l'operazione di termofissaggio. La lana è relativamente resistente alla fiamma ed è dotata di termoplasticità.

La lana, una volta lavata, ha una tinta che va dall'avorio al bianco. La sua lucentezza è data dalla sezione circolare e dalle scaglie. La lana è una fibra che si tinge molto facilmente. Questo deriva dal fatto che la lana presenta un carattere anfotero, cioè si comporta come una base in presenza di coloranti acidi, mentre si comporta come un acido, in presenza di coloranti basici.

Settori di impiego

Per la sua origine, la lana è usata tipicamente per il vestiario, ma ha soprattutto sbocchi sul mercato dei tessuti per arredamento. Non viene impiegata nei tessuti tecnici ed industriali. Spesso però, essa viene impiegata in mischia con altre fibre: con la seta, per capi di pregiata fattura, con cotone e lino, per la produzione di maglieria intima, con il poliestere, per indumenti estivi, con fibre acriliche per produrre filati di maglieria.

Diffusione e produzioni della lana nel mondo ed in Italia

Dalla seconda metà del Novecento la produzione di lana fu superata prima dal cotone e da altre fibre di origine vegetale, poi dalle fibre artificiali e sintetiche.

I maggiori produttori di lana sono Australia, Nuova Zelanda, Argentina. L'Australia è il maggior produttore ed esportatore mondiale di lana, in particolare di lana merino. Nel 2006 vi erano in Australia circa 100 milioni di ovini, con una produzione di 519.660 tonnellate di lana e 41.000 tonnellate di carne di agnello e montone. Circa metà della lana australiana è prodotta negli stati del Nuovo Galles del Sud e dell'Australia Occidentale. I maggiori produttori di cashmere invece sono Cina, Iran e Mongolia.

La lana rappresenta l'8% tra le principali fibre utilizzate in Europa.

Sebbene l'industria tessile sia largamente diffusa in Italia, a causa di motivazioni storiche, sociali ed economiche, le imprese sono per la maggiore parte concentrate in distretti ben definiti. In Italia i distretti specializzati nella produzione di filati e tessuti in lana sono quello di Biella, Vercelli e Prato (EURATEX,2002).

Nel 2004 la produzione tessile-laniera si è assestata a poco meno di 4,4 miliardi di euro (scesa a 4 miliardi di euro nel 2005), contribuendo per il 10.3 % al fatturato totale dell'industria tessile-abbigliamento italiana.

Nella tabella di seguito sono riportati i dati di produzione, espressi in tonnellate, degli anni 2003, 2004 e 2005.

Figura 4.2-10 Produzione annua in tonnellate dell'Industria Laniera italiana

COMPARTO	2003	2004	2005
Pettinatura	175.293	162.378	146.452
Filatura pettinata	197.927	185.490	167.406
Filatura Cardata	147.211	156.687	149.784
Tessitura	109.223	115.333	109.740
Tessuti pettinati e semipett.	51.000	52.365	48.947
Tessuti cardati	58.223	62.968	60.792

ECONOMIA BIELLESE 2004, Biella 2005 – **Fonte dati:**Sistema Moda Italia

Nella tabella seguente sono riportati i dati relativi alle tonnellate di prodotti lanieri importate ed esportate relative agli anni 2004 e 2005, e la relativa variazione %

Figura 4.2-11 Principali importazioni ed esportazione italiani di prodotti lanieri – anni 2004 e 2005 espressi in tonnellate

PRODOTTI	IMPORTAZIONI			ESPORTAZIONI		
	2004	2005	Variaz. % '04-'05	2004	2005	Variaz. % '04-'05
NASTRO	49.296	45.843	- 7,0	25.174	19.981	- 20,6
Di lana e peli pettinati	44.157	40.745	- 7,7	13.572	13.378	- 1,4
FILATI PER L'INDUSTRIA	45.933	44.257	- 3,6	83.672	71.985	- 14,0
Di lana e peli fini cardati	2.842	2.823	- 0,7	17.675	16.868	- 4,6
Di lana e peli fini pettinati	21.043	21.929	-4,2	25.685	23.059	- 10,2
TESSUTI	8.502	8.277	- 2,6	70.387	65.744	- 6,6
Di lana cardata	3.229	3.267	- 1,2	40.852	37.372	- 8,5
Di lana pettinata	4.473	4.173	- 6,7	22.827	21.951	-3,8

ECONOMIA BIELLESE 2005, Biella 2006 **Fonte dati:**Sistema Moda Italia

Impatti sull'ambiente

L'impatto ambientale della produzione della lana è collegato da un lato all'impatto degli allevamenti degli animali da lana, e dall'altro, e principalmente, dai prodotti utilizzati durante le varie fasi della lavorazione. Vengono, infatti, impiegati una serie di prodotti chimici atti a regolare ed ottimizzare le operazioni chimico – fisiche fondamentali per l'attuazione del processo di lavaggio della lana, filatura, tessitura e dei processi di nobilitazione. Per i primi tre processi, i prodotti chimici più utilizzati appartengono a categorie piuttosto limitate (detergenti, tensioattivi, ammorbidenti, candeggianti, chimici di base, antistatici, prodotti oleanti, etc.); sono invece le fasi di nobilitazione (tintura, stampa e finissaggio) quelle in cui si ha il consumo più significativo di sostanze.

Il consumo di acqua risulta estremamente elevato, soprattutto nelle fasi di tintoria e finissaggio, e rappresenta un aspetto che caratterizza tutte le principali lavorazioni tessili.

Anche il consumo di energia nelle diverse fasi di lavorazione, in particolare di energia termica legata alle fasi di lavaggio e tintoria, risulta essere elevato. L'energia elettrica è impiegata, oltre che per l'illuminazione dei

locali, per il funzionamento di impianti e attrezzature di tipo esclusivamente meccanico presenti nei reparti di pettinatura, filatura, tessitura; l'energia termica è utilizzata per il controllo della temperatura dell'acqua nei lavaggi, nella tintura e nel finissaggio in generale.

I rifiuti prodotti consistono principalmente nei fanghi di depurazione dei reflui, negli imballaggi, nonché, in alcune aziende, nei residui non pericolosi delle fasi di lavorazione (come ad esempio rifiuti da fibre tessili grezze o lavorate). Tra i rifiuti pericolosi si evidenziano in particolare quelli contenenti solventi organici o alogenati e derivanti dalle fasi produttive di finitura-finissaggio. I carboni attivi esauriti derivano dalle fasi di depurazione degli effluenti acquosi e/o dalla depurazione delle emissioni in atmosfera. E' importante tener presente che parecchi scarti sono considerati dalle aziende stesse dei sottoprodotti e non dei rifiuti perché vengono venduti ad altre aziende, prevalentemente tessili, che li riutilizzano all'interno del loro ciclo produttivo; sono quindi residui che hanno un valore commerciale. La maggior parte dei rifiuti, in media l'86%, è destinata ad operazioni di recupero, mentre il restante 14% dei rifiuti va allo smaltimento. Le percentuali di recupero variano, però, da azienda ad azienda da un minimo del 23% ad un massimo di 100%.

L'industria tessile, caratterizzata da un'ampia gamma di prodotti chimici utilizzati nelle diverse fasi del ciclo produttivo, comporta particolari esposizioni e potenziali rischi per l'ambiente ed i lavoratori. Esistono diverse tecniche di depurazione e possibilità di utilizzo di sostanze alternative che permettono di ridurre l'impatto ambientale dell'industria della lana. A riguardo, e per maggiori approfondimenti sull'impatto ambientale, si rimanda al testo "ANALISI DEL CICLO PRODUTTIVO DEL SETTORE TESSILE LANIERO di Elena Foddanu, Silvia Boeris Frusca, Emanuela Patrucco, Cristina Merlassimo (ARPA Piemonte) consultabile all'indirizzo web: www.apat.gov.it/Media/cicli_produttivi/tessile_lana/Tessile_lana.pdf.

4.2.2 LA SETA

Caratteristiche generali

La seta è una fibra naturale proteica di origine animale con la quale si possono ottenere tessuti molto pregiati. La seta viene prodotta da alcuni insetti della famiglia dei lepidotteri e dai ragni. La seta utilizzata per realizzare tessuti si ottiene dal bozzolo prodotto dai bachi, nella maggior parte, del genere *Bombyx mori*. Il *Bombyx mori* è una specie di farfalla della famiglia Bombycidae, la cui larva è conosciuta come baco da seta. L'allevamento del baco per la produzione di seta è detta bachicoltura.

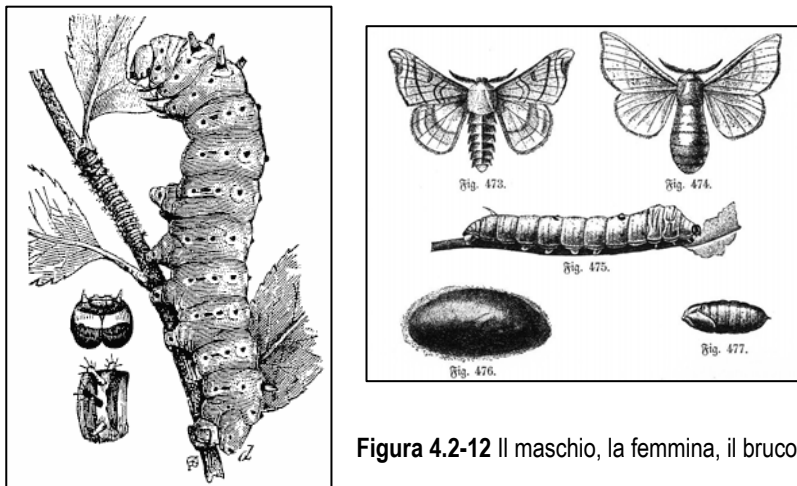


Figura 4.2-12 Il maschio, la femmina, il bruco, il bozzolo, la pupa

Figura 4.2-13 *Bombyx mori*, ordine Lepidoptera.

La scoperta della produzione della seta dal baco *Bombyx mori* avvenne intorno al 2700 a.C.. Secondo la tradizione cinese, la sposa dell'Imperatore Huang Ti, una ragazza di 14 anni di nome Hsi Ling Shi, inventò la prima filatura della seta. L'allevamento del baco da seta si diffuse in tutta la Cina, facendo della seta un bene di consumo molto ricercato da altri Paesi. Già nel 139 a.C. si era aperta la rotta commerciale più lunga, che andava dalla Cina dell'Est al Mare Mediterraneo. Fu chiamata la Strada della Seta, dal suo prodotto più prezioso. Entro il 300 d.C. la produzione della seta aveva raggiunto l'India e il Giappone.

La manifattura della seta raggiunse infine anche l'Europa e l'America. Durante il XVIII e XIX secolo gli europei progredirono nella sua produzione. Già nel XVIII secolo l'Inghilterra era all'avanguardia in Europa, in conseguenza alle innovazioni nel settore tessile. Queste innovazioni includevano migliori telai, telai elettrici e stampanti a rullo. Nella metà dell'800 furono portate a termine numerose ricerche sui bachi da seta che aprirono la strada ad un approccio più scientifico verso la produzione della seta.

La produzione della seta ai giorni nostri è un misto di tecniche moderne e antiche.

Il primo stadio della produzione della seta è l'incubazione delle uova dei bachi da seta in un ambiente controllato, come una scatola di alluminio. Le uova sono poi controllate per assicurarsi che siano prive di malattie. Le femmine depositano circa 300-400 uova alla volta. In un'area grande quanto una pagina A4, 50 falene possono depositare più di 20.000 uova, ognuna delle dimensioni di una testa di spillo. La femmina muore quasi immediatamente dopo aver depositato le uova, e il maschio vive solo poco più a lungo. Il baco adulto possiede una mandibola rudimentale e non mangia durante il breve periodo della maturità. Queste uova, che si è verificato siano prive di malattie, sono tenute a temperatura controllata in ambiente protetto. Sono incollate ad una superficie piatta da una sostanza gommosa prodotta dalla femmina. Le uova (dette semenza) si schiudono tra la fine di aprile e l'inizio di maggio, quando le foglie sugli alberi si sono completamente formate. La larva emerge in 10 giorni ed è lunga circa 6 mm. I piccoli bachi nati dalle uova sono alimentati con foglie di gelsi, piante del genere *Morus* (famiglia *Moraceae*), in particolare *Morus alba* (gelso bianco o comune) e *Morus nigra* (gelso nero), fresche e finemente trinciate. In 27-28 giorni, passando attraverso quattro dormite (quattro mute o cambi di pelle), i bachi crescono fino a diventare lunghi 7-8 centimetri. La quantità di cibo da fornire cresce fino a 600 kg di foglie per i bachi nati da 20.000 uova. A questo punto i bachi smettono di mangiare, cambiano colore e si attaccano ad una cornice, ramo, albero (salgono al bosco), cespuglio nelle case da allevamento, per filare i loro bozzoli in un periodo di 3-8 giorni, che gli servirà da protezione durante la metamorfosi in crisalide. In questo periodo le larve si chiamano "pupa".



Figura 4.2-14 Bozzoli di baco da seta

Tratto da: <http://it.wikipedia.org/wiki/Bachicoltura>

Il baco possiede quattro ghiandole situate due a due ai lati della bocca. Queste ghiandole emettono una bava sottilissima, un liquido proteico chiaro e viscoso, che fuoriesce attraverso delle aperture chiamate "filiere" che si trovano sulla mandibola della larva. Quando il liquido viene a contatto con l'aria si solidifica. Il diametro di apertura delle filiere determina lo spessore del filo di seta. Il liquido solidificato si dispone in strati formando un bozzolo di seta grezza, costituito da un singolo filo continuo di lunghezza variabile fra i 300 e i 900 metri. Il baco impiega 3-4 giorni per preparare il bozzolo formato da circa 20-30 strati concentrici costituiti di un unico filo. La quantità di bozzoli prodotta da bachi nati da 20.000 uova è di 35-40 kg. Bachi di razza diversa producono bozzoli di differente colore: bianco candido (i più pregiati), da giallini fino ad arancione (meno pregiati). Se la metamorfosi arriva a termine e il bruco si trasforma in falena, l'insetto adulto uscirà dal bozzolo tagliando il filo di seta che lo compone e rendendolo inutilizzabile. Di conseguenza, gli allevatori gettano i bozzoli in acqua bollente per uccidere l'insetto prima che questo avvenga. L'immersione in acqua bollente facilita anche il dipanamento del filo di seta.

La quantità di seta utilizzabile ricavata da ogni singolo bozzolo è relativamente piccola. Per ogni chilogrammo di seta grezza si impiegano circa 500 bachi, o 80 kg di bozzoli e 200 kg di foglie di gelso.

Due sono i metodi principali di produzione della seta, quello con filatura manuale, diffuso tra i piccoli allevatori in Tailandia, e quello industriale con filatura a macchina, più diffuso in Cina e Giappone. Il baco da seta thailandese si è adattato al clima tropicale e depone le uova almeno 10 volte all'anno. La seta del bruco thailandese viene lavorata a mano dal bozzolo immaturo.

La seta deve essere srotolata in fretta dal bozzolo, prima che la pupa cominci a putrefare e a dare un cattivo odore al filo. I bozzoli vengono ammorbiditi in acqua calda per rimuovere la sericina e liberare i capi dei filamenti di seta da srotolare o da filare. I singoli fili vengono immersi in ciotole di acqua e uniti per formare una matassa. Il filato viene teso tra diverse guide, e alla fine arrotolato su spole. Il filato viene poi asciugato, confezionato a seconda della qualità, e si ha così seta grezza pronta per il mercato.

La falena preferita in Cina e Giappone per la produzione della seta depone le uova una o due volte l'anno. Le uova entrano in una fase di sospensione dello sviluppo, e possono essere trattate per indurle la dischiusa al momento giusto dal punto di vista commerciale. I bozzoli sono grandi e si prestano ad essere filati a macchina, presentando un filo continuo della lunghezza di circa 1 o 2 km. Le falene adulte che vengono tenute per la riproduzione sono troppo grasse per volare, perché quelle che volano bene non producono la stessa quantità di seta. Le pupe morte di solito vengono usate per concimare gli alberi di gelso. Mentre i bachi tropicali preferiti dalla Tailandia sono esseri naturali, resistenti e capaci di vivere allo stato selvatico, le larve allevate per la produzione di massa impiegate in Cina e Giappone sono esemplari selezionati per ottenere la massima produzione con il minimo sforzo.

Ad un numero limitato di pupe è consentito completare il proprio ciclo di crisalidi. La falena che emerge è destinata all'allevamento, per deporre e fertilizzare le uova destinate a continuare future generazioni di bachi da seta. La falena del baco da seta è incapace di volare, risultato di una selezione che presumibilmente le ha fatto perdere gran parte delle sue caratteristiche originarie.

Caratteristiche e qualità della fibra

Il filamento di seta grezza è formato da due bavelle proteiche di fibroina (presente per circa l'80% in peso) avvolte da una gomma chiamata sericina (20% circa). Al microscopio la fibra ha un aspetto regolare molto simile a quello delle fibre sintetiche. La sericina può essere eliminata trattando il filo di seta con acqua calda (sgommatura): questo trattamento migliora la lucentezza, la flessibilità e la "mano" della fibra. A seconda della quantità di sericina eliminata possiamo avere:

- la seta sgommata o cruda, quando la sericina è stata rimossa del tutto;
- la seta raddolcita o "*souplé*", nella quale la sericina è stata tolta solo in parte.

Nel caso della seta cruda si può fare un trattamento di "caricatura" che serve a migliorare la resistenza della fibra, che era stata compromessa con il processo di sgommatura.

I fili di seta sono sottili e lunghi, raggiungono i 300-900 metri in lunghezza, rendendola la fibra animale più lunga che esiste. La seta ha una lucentezza e un lustro naturali e un colore bianco o crema. E' una delle fibre più forti: da 2,4 a 5,1 kg per denier. Quando è asciutta il suo allungamento (elasticità) varia dal 10 al 25%, e bagnata si allunga fino al 33-35%. Ha un naturale potere di recupero standard dell'11%. Al punto di saturazione il suo potere di recupero è del 25-35%.

I filati che si ottengono con la seta sono:

- **Organzino:** formato da un filo ritorto in un senso accoppiato e ritorto con un altro filo nel senso opposto (4 giri al centimetro), usato per l'ordito.
- **Crêpe:** simile all'organzino ma più fittamente ritorto (da 16 a 32 giri al centimetro), per tessuti *crêpe*, cioè increspati.
- **Ritorto per trama:** composto da uno o più fili e ritorto in un solo senso (da 8 a 16 giri al centimetro).
- **Ritorto singolo:** ritorto in un solo senso con un numero di torsioni variabili a seconda della qualità, per tessuti lisci e sottili.
- **Bourette:** ottenuto dai cascami cioè la peluria della parte esterna o interna del bozzolo viene filata dopo la cardatura. Il filato grosso e irregolare che se ne ottiene non ha le caratteristiche di finezza e lucentezza della bava.
- **Tussah:** si ricava dalla dipanatura dei bozzoli prodotti da bruchi che vivono allo stato selvatico.
- **Doppione:** bava di seta doppia, prodotta da due bachi che formano il bozzolo insieme, rarissima. E' il materiale che originariamente componeva lo shantung.
- **Shappe:** si produce con i bozzoli danneggiati (dove non è possibile avere la bava continua) e cascami di lavorazione.
- **Filaticcio:** filo che si ricava dai bozzoli sfarfallati, cioè bucati dall'uscita della farfalla.

Le caratteristiche di morbidezza, lucentezza, anallergenicità, piacevolezza al tatto, fanno sì che la seta resista alla concorrenza delle fibre sintetiche (Rayon).

I vari tessuti fatti con il filo di seta sono Taffetà, Georgette, Chiffon, Organza, Raso, Lampasso, Broccatello, Velluto, Damasco (tessuto), Broccato, Crêpe di Cina.



Figura 4.2-15 Bozzoli e fibra di

seta Tratto da: http://www.aurorasilk.com/fibers/spinning_silk.html

Settori di impiego

La seta è usata principalmente per produrre tessuti pregiati nei campi dell'arredamento (tende e tappezzerie), abbigliamento (cravatte, camicie, foulard e biancheria soprattutto femminile), arredo sacro e liturgico. Spesso viene mischiata con lana, rayon ed altre fibre sintetiche per migliorarne la qualità. Può essere tessuta al telaio o ai ferri.

Da alcuni anni la fibroina della seta viene anche studiata per possibili applicazioni in medicina, per la realizzazione di protesi ma anche per la riparazione di tessuti del corpo umano danneggiati.

La seta può essere tinta prima o dopo essere tessuta in una stoffa. La pittura su seta, se eseguita a mano, contrariamente agli articoli stampati, può donare risultati artistici notevoli, grazie anche al suo effetto double-face, praticata per decorare e personalizzare diversi accessori per l'abbigliamento e l'arredamento. La seta impiegata, di diverse caratteristiche, può essere di tipo Pongé, Crepe de Chine, Crepe Satin, Mussola, Shantung, etc.

Un altro prodotto, ora quasi interamente sostituito dal nylon, era l'intestino del baco da seta.

Subito prima della fase del bozzolo, le pupe venivano uccise per immersione in bagni acidi. I loro corpi venivano aperti e il filo che avrebbe dovuto essere usato per costruire il bozzolo veniva estratto dalle ghiandole. Questo "intestino" era preferito da chirurghi per i punti di sutura e dai pescatori per le canne da pesca.

Il baco da seta, inoltre, viene utilizzato dalla medicina tradizionale cinese nella forma di *Bombyx batryticatus* o "baco da seta rigido". Si tratta del corpo calcificato della larva della quarta o quinta età e morta di calcino, una malattia dovuta all'infezione da parte del fungo *Beauveria bassiana*. Il baco calcificato viene usato per risolvere problemi al ventre e di digestione, come aerofagia, mal di pancia, e sonnolenza.

Diffusione e produzioni della seta nel mondo ed in Italia

Bombyx mori è originario della Cina e fu introdotto in Europa e Asia nel VI sec d.C. e in Nord America nel XVIII sec.. Il *Bombyx mori* è stato allevato per molti secoli, e non si trova più allo stato selvatico.

La produzione della seta è quasi raddoppiata negli ultimi 30 anni, nonostante la disponibilità di fibre artificiali e rappresenta ancora un grande business. La Cina e il Giappone sono i maggiori produttori; insieme producono più della metà della produzione mondiale ogni anno. La seta cinese è molto apprezzata in tutto il mondo. Dal 1949 i metodi di fabbricazione della seta sono stati modernizzati, e di conseguenza la qualità della seta è migliorata. La produzione mondiale della seta nel 1940 era di 59 milioni di chili. Nel 1950 era scesa a 19 milioni di chili. Nella metà degli anni 80 è aumentata fino a circa 68 milioni di chili. Nel 2002 ha raggiunto la quantità sbalorditiva di 134 milioni di chili. La produzione annuale media di seta grezza per la Thailandia è di 26 kg/ha, per la Corea 80 kg/ha e per la Cina 125 kg/ha.

In Italia, soprattutto per Palermo e Catanzaro, dove la seta venne conosciuta grazie alle dominazioni bizantine, l'allevamento dei bachi fu un importante reddito di supporto all'economia agricola e la produzione e commercio di tessuti, assieme a quella della lana, un'industria molto redditizia che diede ricchezza e potere alle corporazioni che la praticavano. Con la rivoluzione industriale la bachicoltura ebbe un grande sviluppo soprattutto nel nord dell'Italia, per fornire di materia prima le nascenti filande industriali, in particolare nelle zone del comasco e del forlivese, quest'ultimo con la zona di Meldola, talmente importante da dare il nome ad un tipo di seta e testimoniato dalla presenza del Museo del baco da seta. Zone queste, insieme a San Leucio (Caserta), ancora ai vertici mondiali per i manufatti in seta.

La produzione di bozzoli in Italia comincia a declinare nel periodo tra le due guerre mondiali fino a scomparire dopo l'ultima, a causa di due fattori: la produzione di fibre sintetiche e il cambiamento dell'organizzazione agricola e concorrenza estera. La produzione di bozzoli in Italia è praticamente scomparsa e le tessiture e stamperie italiane, lavorano seta cinese, continuando a produrre, grazie alle tecnologie avanzate e all'alta qualità, dei prodotti destinati alla moda e all'arredamento. Attualmente, però, con l'industrializzazione dei paesi asiatici e l'aumento del loro livello tecnologico e qualitativo, la concorrenza è diventata insostenibile, per cui molti produttori italiani si limitano a commercializzare coi loro marchi prodotti interamente realizzati all'estero.

Impatti sull'ambiente

La sericoltura in generale è associata ad un basso impatto ambientale potenziale. Così come in altre attività legate alla produzione di fibra, ci possono essere alcuni impatti legati all'utilizzo di coloranti durante la fase di tinta della seta. Un altro effetto negativo può essere dato dal rischio sulla salute degli operatori nell'utilizzo della formaldeide durante il processo di bollitura dei bozzoli, ma facilmente minimizzabile attraverso un buon addestramento del personale.

L'impatto ambientale legato alla coltivazione del gelso non è importante, mentre possono essere presi in considerazione alcuni aspetti dell'allevamento del baco, come ad esempio l'utilizzo del metoprene. Tradizionalmente, al fine di mantenere vitali le larve, non c'è stato un utilizzo estensivo di pesticidi o fertilizzanti. Il pesticida metoprene però, attualmente, è spesso utilizzato come un ormone per rallentare l'accrescimento della larva, in maniera da estendere il periodo in cui produce la seta. Il metoprene, in combinazione con alcuni steroidi vegetali, è stato dimostrato aumentare la produzione di fibra. È da considerare anche l'attenzione dell'opinione pubblica sul fatto che i bachi vengano uccisi in acqua bollente prima della loro fuoriuscita al fine di non rovinare il filo. Tuttavia, esistono nuove metodologie di produzione della seta tali da poter parlare di seta organica e biodinamica, in accordo con gli standard della Comunità Europea (caso Alkena Textile).

La ricerca sull'allevamento dei bachi da seta, è stata condotta per secoli in tutto il mondo e continua ancora oggi. I ricercatori mirano a trovare una varietà di baco da seta che produca bozzoli a basso costo, che sia resistente alle malattie, alle alte temperature, che mangi di tutto e che dia una varietà diversificata di seta. Pertanto, come nell'allevamento di altri animali, anche in questo settore si è affermata la biotecnologia.

La filiera di produzione della seta richiede molta manodopera, questo potrebbe essere di supporto economico alle popolazioni rurali e soprattutto alle donne.