

***Manuale di coltivazione e prima lavorazione  
del lino e altre piante da fibra***



Dicembre 2007



La pubblicazione fa parte dei risultati di un progetto finanziato dall'Amministrazione regionale sui Fondi Docup ob.2, anni 2000-2006.



**Responsabile Del Progetto:**

Giampiero Maracchi

**Coordinamento:**

Laura Bacci  
Alfonso Crisci  
Antonio Raschi

**Gruppo Di Lavoro:**

Laura Bacci  
Silvia Baronti  
Francesca Camilli  
Alessandra Colombo  
Alfonso Crisci  
Marco Morabito  
Antonio Raschi  
Massimo Viti

**Ideazione, Coordinamento e Realizzazione Dei Testi**

Laura Bacci  
Silvia Baronti  
Luciana Angelini  
Nicola di Virgilio

*La Regione Toscana non è responsabile dei testi e di quant'altro inserito dagli autori e curatori nella presente pubblicazione*

*Pubblicazione collegata alla Collana:*

**RICERCA TRASFERIMENTO INNOVAZIONE**

Settore delle politiche regionali dell'innovazione e della ricerca

*Dirigente responsabile:*

Simone Sorbi

Regione Toscana

Giunta regionale

Tiratura copie: 500

Distribuzione gratuita

Mese e anno di pubblicazione: Dicembre 2007

Progetto Grafico e Impaginazione: **fpDESIGN** di Fabio Pisacane

**ISBN 978-88-95597-07-2**



## PREFAZIONE

*L'industria tessile rappresenta una delle più lunghe e più complesse catene produttive nel settore manifatturiero. Partendo dai recenti risultati economici del tessile italiano, non è difficile delineare uno scenario futuro che metterà sempre più in difficoltà il sistema delle piccole e medie imprese tessili italiane. La concorrenza dei paesi emergenti diventa, infatti, sempre più accesa e lo sviluppo delle nuove tecnologie di comunicazione fa facilmente prevedere una loro penetrazione capillare nei nostri mercati. Nei prossimi anni lo scenario che si delinea sposta le produzioni di massa a basso valore aggiunto verso quei paesi dove il costo del lavoro è quasi trenta volte più basso rispetto a quello dell'Europa. Tale dato rende evidente la necessità di indirizzarsi verso produzioni ad alto valore aggiunto dove il marchio, la tracciabilità e l'innovazione costituiscano un'alternativa forte, sul lato della qualità, a tali prodotti a basso costo. D'altro canto gli scenari a quindici o venti anni evidenziano che nei paesi industrializzati sta aumentando la richiesta di materiali naturali, derivati dalle fibre vegetali, non pericolosi per la salute e riciclabili. Le fibre naturali possono, quindi, offrire all'industria nuove opportunità e nuove scelte. Il loro carattere "innovativo" e la loro immagine positiva hanno risvegliato l'interesse di un gran numero d'aziende nei più svariati settori dell'economia. Anche la relativa possibilità di creare nuovi posti di lavoro nel settore primario non è da trascurare: oggi, infatti, l'agricoltura deve affrontare problemi di sovrapproduzione dei prodotti agricoli a destinazione alimentare, con prezzi in discesa libera. La produzione di fibre naturali rinnovabili offre nuove opportunità senza dover correre dei rischi sconosciuti. In linea generale, infatti, è noto, come coltivare le piante da fibra locali, poiché la loro produzione è stata abbandonata solo da qualche decennio. È per tale motivo che nell'ambito del progetto Lamma-test è iniziata la realizzazione di una serie di manuali sulla coltivazione e lavorazione delle piante da fibra che possono risultare utili prima di tutto per i coltivatori ma anche per gli enti pubblici e privati interessati ad investire nel settore. La scelta di percorrere la strada di ricostruzione o realizzazione ex-novo di una filiera tessile deve necessariamente essere accompagnata da altre valutazioni quali la possibilità di creare marchi "locali" che identifichino il capo di abbigliamento come proveniente da una filiera completamente svolta in un certo territorio e l'organizzazione e svolgimento di una diffusa attività di comunicazione perché nei consumatori la consapevolezza già sviluppata nel settore alimentare si estenda anche al settore tessile.*

IL RESPONSABILE DEL PROGETTO  
(Prof. Giampiero Maracchi)





## SOMMARIO

PREFAZIONE.....	3
<b>IL LINO</b> .....	9
2. BIOLOGIA E MORFOLOGIA.....	14
3. ESIGENZE PEDO-CLIMATICHE .....	17
4. COLTIVAZIONE.....	18
4.1 Germoplasma disponibile .....	18
4.2 Tecnica colturale.....	19
4.3 Semina .....	20
4.4 Controllo delle infestanti e lotta ai parassiti .....	21
4.5 Allettamento.....	22
4.6 Produzione sementiera.....	22
4.7 Valutazioni ambientali .....	22
5. RACCOLTA E PRIMA LAVORAZIONE.....	24
5.1 Aiuti UE alla trasformazione .....	27
6. CARATTERISTICHE E QUALITA' DELLA FIBRA.....	28
7. ASPETTI ECONOMICI .....	30
7.1 Valutazione socio-territoriale .....	33
7.2 Mercato del lino biologico.....	33
8. PRODOTTI REALIZZABILI .....	35
8.1 Prodotti tessili per l'abbigliamento.....	35
8.2 Usi in campo alimentare e della cosmesi.....	36
8.3 Usi fitoterapici.....	36
8.4 Usi in campo artistico-pittorico .....	37
8.5 Usi in campo industriale .....	37
8.6 Altri usi.....	37
BIBLIOGRAFIA.....	38
SITI INTERNET CONSULTATI .....	39



<b>KENAF .....</b>	<b>41</b>
1. CENNI STORICI.....	43
2. BIOLOGIA E MORFOLOGIA.....	44
3. ESIGENZE PEDO-CLIMATICHE .....	46
4. COLTIVAZIONE.....	47
4.1 Lavorazioni e semina.....	47
4.2 Scelta varietale .....	47
4.3 Irrigazione.....	48
4.4 Fertilizzazione.....	49
4.5 Controllo delle infestanti e malattie.....	49
5. RACCOLTA E PRIMA LAVORAZIONE.....	51
5.1 Resa .....	52
6. CARATTERISTICHE E QUALITA' DELLA FIBRA.....	53
7. ASPETTI ECONOMICI .....	54
7.1 Valutazioni ambientali .....	55
8. PRODOTTI REALIZZABILI .....	56
BIBLIOGRAFIA.....	57
SITI INTERNET CONSULTATI.....	59



<b>RAMIE'</b> .....	61
1. CENNI STORICI .....	63
2. BIOLOGIA E MORFOLOGIA .....	64
3. ESIGENZE PEDO-CLIMATICHE .....	66
4. COLTIVAZIONE .....	67
4.1    Tecnica colturale .....	67
4.2    Scelta varietale .....	68
4.3    Irrigazione .....	68
4.4    Fertilizzazione .....	69
4.5    Controllo delle infestanti e malattie .....	69
5. RACCOLTA .....	70
5.1    Resa .....	71
6. ESTRAZIONE E PRIMA LAVORAZIONE .....	73
6.1    Uso tessile .....	73
6.2    Caratteristiche della fibra .....	74
6.3    Pasta da cellulosa .....	75
7. PROGETTI DI RICERCA .....	76
8. PRODOTTI REALIZZABILI .....	77
8.1    Prodotti tessili per l'abbigliamento .....	77
8.2    Produzione di fibra tecnica .....	77
8.3    Produzione di cellulosa e carta .....	77
8.4    Altri usi .....	78
BIBLIOGRAFIA .....	79
SITI INTERNET CONSULTATI .....	80





1151-1161

Aveva bellissimi fiori blu, morbidi come le ali di una falena,

...La gente dice che io sto molto bene» esclamava il lino «e che diventerò

(Fiaba di Hans Christian Andersen)







## 1. CENNI STORICI

### La coltura antica, il declino e le prospettive

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. I Fenici, celebri mercanti e grandi navigatori, acquistavano il lino in Egitto per esportarlo in Irlanda, in Inghilterra e in Bretagna. Durante il periodo romano, la coltura e la lavorazione di questa fibra si sviluppò in tutto l'Impero, ed i Romani furono i primi ad utilizzarlo oltre che per l'abbigliamento anche per la casa. Con il Rinascimento, il gusto per uno stile di vita raffinato rafforzò la presenza del lino nella vita quotidiana per produrre lenzuola e camicie.

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 Italia, possedere capi di lino nel corredo della biancheria da portare in dote al matrimonio.

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). Furono dati forti incentivi alla



produzione e fu varato un programma di ammodernamento del settore che prevedeva la preparazione di tecnici ed operatori, la realizzazione di nuovi opifici e un'intensificazione dell'attività sperimentale genetica e agronomica. Furono anche avviati accordi nazionali fra industriali e agricoltori, in cui era concordata la superficie da coltivare, il prezzo, l'approvvigionamento del seme e l'assicurazione contro la grandine. Questo impegno non mancò di dare i suoi frutti, e nell'arco del sessennio 1935-1940 la produzione di paglia di lino passò da 3.550 a 24.500 t, mentre le superfici investite raggiunsero complessivamente i 15.000 ha (fibra + olio). Riveste un grande interesse l'impulso che venne dato in quel periodo alla ricerca scientifica. Le tecniche di coltivazione vennero messe a punto con molto successo. La sperimentazione varietale fu intrapresa in numerosi ambienti della Penisola, anche in quelli non tradizionali per il lino, e si avviarono programmi di miglioramento genetico. Questi successi non riuscirono tuttavia ad impedire il nuovo declino, che cominciò dopo la guerra, e che portò la coltura sull'orlo dell'estinzione.

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. 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.



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 (tabella 1). La produzione di fibra di lino, sempre a livello europeo, è stata per il triennio 2000-2002 di 302 t x10<sup>3</sup> (dati FAO) su un totale a livello mondiale di 651 t x10<sup>3</sup> (tabella 2). Attualmente i principali produttori di lino da fibra nell'Unione Europea sono Francia, Germania, Belgio e Olanda.

**Tab. 1.** Superficie coltivata (ha x 10<sup>3</sup>) 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. 2.** Produzione delle principali colture da fibra (t x 10<sup>3</sup>) 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)



## 2. BIOLOGIA E MORFOLOGIA

Conosciuta 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.

Nel caso di bassa densità di piante, il diametro alla base può superare i 3 mm e si possono sviluppare delle ramificazioni basali, che compromettono la qualità della fibra.

La radice è un corto fittone. Le foglie sono allungate e sessili, con tre nervature (Foto1).



**Foto 1.** Foglie  
(Tratto da: [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx))

Sono inserite sul fusto secondo una disposizione a spirale, formata da tre eliche a partire dalla terza foglia; le prime due foglie hanno una disposizione opposta e alterna rispetto ai cotiledoni. Presenta un indice fillotassico di 3/8: cioè per trovare due foglie successive situate sulla stessa generatrice bisogna fare tre giri attorno al fusto e contare otto intervalli fogliari. Su un fusto si sviluppano da 80 a 100 foglie. Il fiore presenta cinque petali e altrettanti sepali (Foto 2).



**Foto 2. Fiore**  
(Tratto da: [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx))

L'impollinazione è prevalentemente autogama e i casi di allogamia sono molto rari. La fioritura è scalare e la fecondazione avviene subito dopo l'apertura del fiore: al mattino, infatti, quando il fiore di lino si apre, il polline provvede a impollinare immediatamente lo stamma e i petali cadono in giornata. La fase di fioritura dura, secondo le condizioni ambientali, dai 10 ai 20 giorni. A seguito della fecondazione, dal fiore si origina una capsula con cinque logge, contenenti due semi ciascuna, separate da una falsa parete glabra o più o meno cigliata (Foto 3).



**Foto3. Capsula**  
(Tratto da: [www.unitus.it](http://www.unitus.it))



A maturazione le capsule sono per lo più indeiscenti, almeno nelle varietà coltivate. Il seme è liscio, piatto, lucido, normalmente di colore bruno-rossiccio o tendente al giallo e termina con un becco leggermente ricurvo. Esso è piccolo e leggero; il peso di 1.000 semi varia da 4 a 7 g (Foto 4).



**Foto 4.** Seme  
(Tratto da: [www.arqueomurcia.com](http://www.arqueomurcia.com))

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. Sembrerebbe ipotizzabile una correlazione negativa tra la brevità del ciclo vegetativo e l'altezza dello stelo ed il portamento eretto dei tipi da fibra: non però nei tipi da seme che presentano un più lungo ciclo biologico.





### 3. ESIGENZE PEDO-CLIMATICHE

#### Distribuzione geografica

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 cultivar 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.

#### Esigenze climatiche

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. Abbassamenti della temperatura nei primi giorni di vegetazione possono provocare un momentaneo arresto dello sviluppo e l’emissione di ramificazioni basali, che riducono la qualità della fibra

Per quanto riguarda i regimi idrici, il lino sopporta male condizioni di carenza idrica soprattutto nella prima metà del ciclo. Il lino da taglio, infatti, riesce bene nei paesi a clima temperato-fresco; infatti, le migliori produzioni si ottengono nelle Fiandre ed in Irlanda, dove, sotto l’influenza di una temperatura moderata e di un cielo piovoso e nebbioso, le piante crescono molto in altezza e producono un taglio fine, abbondante, morbido, e di notevole pregio.

#### Terreno

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. Un terreno particolarmente ricco in sostanza organica, seppure favorevole alla coltura in linea di massima, può tuttavia risultare rischioso per i residui eccessivi di azoto minerale o facilmente mineralizzabile. Gli eccessi di azoto possono favorire l’allettamento. Terreni soggetti a stagnazione sono da evitare, poiché le radici del lino non sono vigorose e le piante tendono ad allettare. Le buone terre alluvionali di media consistenza non umide e permeabili, con falda freatica ad idonea profondità e sufficientemente dotate di azoto, fosforo, potassio e calcio sono quelle in grado di dare i migliori risultati.



## 4. COLTIVAZIONE

### 4.1 Germoplasma disponibile

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. Per queste ricerche vengono impiegate anche nuove tecnologie biologiche quali la manipolazione genetica, la coltura di tessuti, di embrioni e di protoplasti (Fontana, 1998). Per quanto riguarda la resistenza al freddo si mira ad ottenere uno "zero di vegetazione" inferiore a quello già accertato per alcune varietà, che varia da 5 a 9 °C.

In Europa la gamma delle varietà è molto ampia (tabella 3) ed i criteri di scelta dipendono dalle condizioni specifiche di coltivazione, tenendo presente i problemi delle malattie da funghi nel terreno e la natura dei suoli.

Le varietà si differenziano per il colore dei fiori, la lunghezza del ciclo, la precocità di fioritura, la resistenza alle avversità, la resistenza all'allettamento, la produttività in fibra e la qualità della fibra.



**Tab 3.** Elenco delle varietà di lino da fibra più conosciute, con indicate alcune caratteristiche botaniche e agronomiche

<b>Varietà</b>	<b>Origine</b>	<b>Colore dei petali</b>	<b>Maturazione</b>	<b>Suscettibilità a <i>Fusarium spp.</i></b>	<b>Sensibilità a carenza di zinco</b>
<b>Belinka</b>	Olanda	Bianco	semi-precocce	molto sensibile	mediamente sensibile
<b>Opaline</b>	Francia	Bianco	semi-precocce	molto sensibile	mediamente sensibile
<b>Regina</b>	Olanda	Bianco	semi-precocce	sensibile	-
<b>Silva</b>	Francia	Azzurro	semi-precocce	mediamente sensibile	-
<b>Wiera</b>	Olanda	Bianco	semi-precocce	sensibile	-
<b>Ariae</b>	Francia	Azzurro	semi-tardiva	resistente	mediamente sensibile
<b>Fibra</b>	Olanda	Bianco	semi-tardiva	sensibile	-
<b>Hera</b>	Olanda	Bianco	semi-tardiva	sensibile	-
<b>Saskia</b>	Olanda	Azzurro	semi-tardiva	mediamente resistente	sensibile
<b>Viking</b>	Francia	Azzurro	semi-tardiva	resistente	mediamente sensibile
<b>Laura</b>	Olanda	Bianco	tardiva	mediamente resistente	mediamente sensibile
<b>Marina</b>	Olanda	Azzurro	tardiva	resistente	mediamente sensibile
<b>Natasja</b>	Olanda	Azzurro	tardiva	mediamente sensibile	sensibile

(Tratto da: Fontana ,1998)

## **4.2     Tecnica colturale**

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.

I lavori di preparazione del terreno devono realizzare un letto di semina che assicuri una germinazione rapida, regolare e un buon sviluppo del sistema radicale delle giovani piantine. E' comunque da evitare la lavorazione di suoli non in tempera, con umidità eccessiva e lavorazioni tardive. Bisogna evitare, inoltre, di coltivare il lino dopo una coltura che può lasciare una superficie irregolare del suolo o volumi elevati di materia organica indecomposta, come ad esempio il mais. Le esperienze suggeriscono di non far tornare il lino sullo stesso terreno prima di 5-6 anni, per evitare la stanchezza del terreno e l'insorgenza delle malattie dovute ai funghi terricoli, al quale il lino è particolarmente sensibile.



La concimazione viene realizzata con quantitativi molto bassi di fertilizzante facilmente assorbibile e deve essere studiata tenendo conto del breve ciclo vegetativo del lino. La dose massima di azoto da apportare è circa 20 Kg /ha nel caso di terreni ricchi e 40 Kg/ha in quelli meno ricchi. In ragione dell'asportazione, 70 Kg/ha di fosforo ed altrettanti di potassio sono sufficienti sia se dati interamente in autunno che suddivisi in 2/3 in autunno e la rimanenza alla preparazione del letto di semina (Cremaschi, 1999; Cremaschi *et al.* 1996).

Il taglio del lino ottenuto con abbondanti concimazioni azotate è secco, folto e debole; l'eccesso di fosforo porta ad uno sviluppo troppo veloce della coltura, nocivo alla qualità del taglio.

E' una specie che non ama le consociazioni, tuttavia in Italia, nel passato, ne sono state provate alcune con mais, barbabietola, ricino, tabacco, trifoglio, ma non hanno incontrato il favore dei linicoltori (Cremaschi, 1999).

### **4.3     Semina**

Come è stato più volte rilevato per il lino da olio (Marras e Scarpa, 1996; Cremaschi, 1996), anche per le varietà di lino da fibra la densità di semina riveste un ruolo primario, dal momento che la maggior disponibilità di luce nella coltura induce la ramificazione con effetti negativi sulla produzione e qualità della fibra.

La semina del lino va realizzata su un suolo ben preparato e deve assicurare la migliore uniformità, tanto con riferimento alla distribuzione spaziale che alla profondità. Per limitare i rischi dell'allettamento e ottenere una produzione prossima a quella massima, la semina si effettua con file distanti 8-10 cm e con una quantità di seme necessaria ad ottenere 1.800-2.000 piante/m<sup>2</sup>. Tale fittezza è in relazione all'ottenimento di steli singoli, sottili, alti e di idonea flessibilità con buona resistenza all'allettamento. Il buon seme deve essere brillante, molto scorrevole (tanto da scivolare in mezzo alle dita stringendone una manciata) ed avere un peso di 65-70 Kg ad ettolitro.

La quantità di seme da impiegare dipende dal peso dei 1.000 semi e dalla germinabilità di 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. Nel nostro Paese la scelta non può essere unica, perché il lino deve essere seminato in epoche diverse per le differenze climatiche tra Nord e Sud. Occorre anticipare il più possibile la semina nelle



aree in cui sono da temersi periodi siccitosi sia in primavera che all'inizio dell'estate.

#### 4.4 Controllo delle infestanti e lotta ai parassiti

L'ottenimento di un prodotto pulito dalle infestanti deve essere un obiettivo costante dell'agricoltore, sia perché le infestanti competono con la coltura e ne ostacolano il pieno sviluppo, sia perché si possono ritrovare nelle paglie. Siccome la stigliatura non può eliminarle, esse si ritrovano mischiate a stoppe e a fibre lunghe, deprezzando il valore del prodotto. Il diserbo chimico diventa quindi indispensabile e l'uso mirato dei prodotti può contribuire a limitare i costi dell'operazione. Sono da preferire i diserbi in pre-emergenza realizzabili con *linuron* e *lenacil* (assorbibili sia per via radicale sia attraverso le foglie); tuttavia i prodotti risultati più efficienti sono quelli impiegati in post-emergenza allo stadio di 15-20 cm di altezza della coltura. Sono possibili miscele tra prodotti diversi con azione simile e in alcuni casi può risultare utile un doppio intervento.

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. Gli insetti più frequenti e dannosi sono le altiche (conosciuti come pidocchi, provocano danni rilevanti fino a 5 cm di sviluppo delle piantine) e i tripidi (piccolissimi insetti simili a mosche, visibili alla sommità dello stelo). Le forti piogge possono temporaneamente eliminare i parassiti. Vari funghi possono attaccare il lino a diversi stadi vegetativi; la loro azione può essere ricondotta a due tipi di effetto: attacco precoce sulle giovani piantine e attacco tardivo con il disseccamento degli steli. Al primo gruppo appartengono *Botrytis cinerea*, agente del marciume grigio, il più dannoso dei parassiti, al secondo gruppo appartengono gli agenti della bruciatura o scottatura *Pythium sp.*, *Asterocystis radialis* e *Thielaviopsis basicola*.

Infine vanno ricordati oidio e sclerotina. Il primo si riconosce per il feltro bianco ed è favorito dalle semine tardive e dal secco primaverile, la sclerotina, invece, si distingue per il micelio bianco che si sviluppa lungo il fusto e si può manifestare anche nel corso della macerazione, sotto l'andana, in condizioni di umidità eccessiva.

In Francia esiste il "linometro", un bastone centimetrato che viene piantato in campo e che indica i possibili interventi necessari, come segue:

- 2cm – trattamento allo zinco
- 7cm – diserbante per dicotiledoni
- 20 cm – diserbante per graminacee
- 50 cm – fungicida



#### 4.5 Allettamento

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. Con l'allettamento si favorisce anche l'insorgere di *Sclerotinia sclerotiorum*.

I mezzi di lotta sono soprattutto preventivi e riguardano: la scelta varietale (le varietà hanno diversa sensibilità all'allettamento), l'ottenimento di un investimento massimo di 1.800-2.000 piante/m<sup>2</sup> e con file distanti 8-10 cm e concimazioni azotate contenute.

#### 4.6 Produzione sementiera

Le rilevanti esigenze di sementi (120-140 Kg/ha) dovute all'alta densità di semina, e le contenute produzioni di granella inducono a considerare con attenzione la produzione specializzata di semente. Le tecniche colturali da adottarsi per la produzione di semente di lino sono assimilabili a quelle di altre colture autunno-vernine. E' necessario isolare la coltivazione da altre specie, in modo da evitare incroci indesiderati. Non è facile ottenere isolamento perfetto anche per specie prevalentemente autogame come il lino. La legge che regola la coltivazione per la produzione di lino da seme certificato (DPR 1065, 8 Ottobre 1973) non prevede per il lino una distanza minima di sicurezza. La densità di semina deve essere inferiore rispetto alla densità ottimale per il lino da fibra. In generale, infatti, una diminuzione della densità di semina rispetto a quella utilizzata per il tradizionale obiettivo produttivo, induce un aumento della produzione di seme per pianta e, di conseguenza, della resa per unità di superficie. La produzione di seme per pianta tende però a crescere sino ad un livello massimo a cui si stabilizza (Marras, 1999). La densità ottimale è tra 600 e 800 piante a m<sup>2</sup> (Cremaschi, 1996), ottenendo così una produzione media di seme di 0,9 t/ha (al 12% di umidità) con valori compresi tra 0,5 e 1,5 t/ha (Reyneri *et al.*, 2001).

#### 4.7 Valutazioni ambientali

Il lino, così come la canapa, è una specie da considerarsi a basso impatto ambientale. Non solo richiede ridotte concimazioni, ma la robustezza della sua fibra allunga il ciclo di vita dei prodotti ottenuti e anche alla fine del ciclo, essendo 100% naturali, sono totalmente biodegradabili.



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 4 e 5, 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.** 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. 5.** 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*



## 5. RACCOLTA E PRIMA LAVORAZIONE

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).

Tuttavia, ci sono delle varietà che mantengono le foglie anche a maturazione fisiologica e altre che le perdono a fine fioritura. Un metodo empirico, che può essere adottato solo dopo aver acquisito una certa esperienza, consiste nello sfibrare manualmente qualche fusto e valutare la facilità con la quale si staccano le fibre. Può risultare opportuna anche una verifica della somma termica corretta (STC) che dovrebbe raggiungere i 900-1.000 °C, corrispondenti ai gradi utili accumulati dalla pianta durante tutto il suo ciclo vegetativo. Un ritardo eccessivo nella raccolta comporta una fibra più dura e di minor pregio.

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. Per evitare contaminazioni con sementi estranee è necessario effettuare una profonda pulizia della macchina prima della raccolta in campo. La semente di lino per essere commercializzata deve avere purezza specifica del 99% (in peso), tenore massimo di semi di altre specie di 0,1%, facoltà germinativa minima del 92% (Bravi *et al.*, 1997).

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.** Nel caso si pratichi la macerazione a terra, le piante estirpate sono lasciate sul terreno in andane, gli steli sono disposti parallelamente fra di loro e perpendicolarmente alla direzione di avanzamento della macchina. Un'operazione fondamentale è il rivoltamento (consistente nel rivoltare l'andana per esporre alla luce la parte della pianta rimasta a contatto con il terreno) eseguito mediante apposite macchine. Ha lo scopo di rendere omogenea la macerazione e può essere effettuato a diversi stadi di macerazione, a seconda delle condizioni e degli obiettivi. Il primo passaggio può essere fatto anche precocemente (5-7 giorni dopo la raccolta) nel caso di piante verdi.

La raccolta delle andane si realizza alla conclusione della macerazione mediante apposite macchine imballatrici. La fine della macerazione a terra viene stabilita in maniera empirica analizzando a mano la facilità di separazione delle fibre e con un giudizio visivo sulla omogeneità del processo dell'intera massa. Il grado





di macerazione può essere valutato meglio con la stigliatura di un campione di 15-20 Kg di paglia.

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 tonnellate ad ettaro, 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 tabella 6, 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. 6** Resa (%) nei vari componenti della paglia macerata e loro impieghi.

<b>Componente</b>	<b>Impiego</b>
lino lungo taglio 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.



## **5.1 Aiuti UE alla trasformazione**

L'aiuto è concesso ai primi trasformatori riconosciuti in funzione del quantitativo di fibre specifiche effettivamente ottenute dalla paglia oggetto di un contratto di compravendita.

L'importo di tale aiuto è il seguente:

Per le fibre lunghe di lino:

- 200 EUR per tonnellata a decorrere dalla campagna di commercializzazione 2006/2007 (era di 160 EUR per tonnellata per le campagne di commercializzazione dal 2002/2003 al 2005/2006)

Per le fibre corte di lino e per le fibre di canapa (contenenti al massimo il 7,5% di impurità e di canapuli o capecchi):

- 90 EUR per tonnellata per le campagne di commercializzazione da 2001/2002 a 2005/2006

A determinate condizioni, gli Stati membri possono parimenti concedere l'aiuto per le fibre corte di lino contenenti una percentuale di impurità e di canapuli o capecchi compresa tra il 7,5% e il 15% e per le fibre di canapa contenenti una percentuale di impurità e di canapuli o capecchi compresa tra il 7,5% e il 25%. L'aiuto alla trasformazione è concesso per un quantitativo massimo garantito (QMG) per campagna di commercializzazione pari a 80.823 tonnellate per le fibre lunghe di lino e di 146.296 tonnellate per le fibre corte di lino e le fibre di canapa. Tali quantitativi sono ripartiti tra gli Stati membri in quantitativi nazionali garantiti (QNG).

Al fine di sostenere la coltivazione tradizionale di fibre lunghe di lino in alcune zone dei Paesi Bassi, del Belgio e della Francia, è concesso un aiuto complementare transitorio ai primi trasformatori riconosciuti.

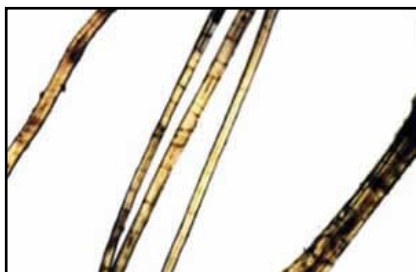
L'attuale bilancio per l'OCM del lino e della canapa ammonta solamente a circa 20 milioni di Euro.



## 6. CARATTERISTICHE E QUALITA' 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) (Foto 5).



**Foto 5.** Fibra di lino al microscopio  
(Tratto da: [www.sicurfad.it](http://www.sicurfad.it))

La fibra (Foto 6) 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%.



**Foto 6.** Fibra di lino lunga.  
(Tratto da: [www.classactfabrics.com](http://www.classactfabrics.com))

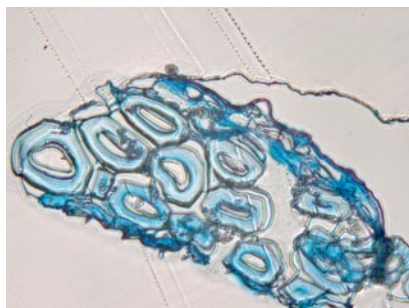


E' una fibra con basso nerbo (i tessuti di lino si sgualciscono facilmente e non riprendono la piega se non dopo la stiratura), conduce bene il calore: di qui la sensazione di fresco che danno al tatto i tessuti di lino (mano fredda e scivolosa).

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 micron. I filamenti sono lunghi da 30 cm ad 1 metro. 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 (Foto 7) presenta contorni poco regolari poligonali con una zona centrale corrispondente al lume.



**Foto 7.** Immagine a microscopio elettronico (Foto CE.ME.- CNR di Firenze)



## 7. ASPETTI ECONOMICI

In Italia, al momento, esistono principalmente parcelle sperimentali coltivate a lino pertanto i conti economici seguenti sono puramente indicativi e si riferiscono alla realtà Toscana. Tali conti sono stati eseguiti nell'ambito del progetto Natural-Tex "Le fibre naturali nella filiera tessile toscana" (Docup ob.2, anni 2000-2006) finanziato dalla regione Toscana.

A livello agricolo, il settore delle piante da fibra può beneficiare della recente riforma della PAC, che ha previsto la scomparsa dell'aiuto specifico alle colture. Ciò permette agli agricoltori di decidere per quali colture optare in base sia a parametri economici che agronomici. In Toscana tale aiuto può essere stimato in €250/t.

Prevedendo un raccolto pari a 3,5 t/ha di paglia secca macerata (sono state considerate due irrigazioni a pioggia per favorire la macerazione), vendibile ad un prezzo di €210,00/t, l'utile netto ad ettaro risulta negativo per €161. Per ottenere un utile netto positivo il prezzo della paglia di lino dovrebbe essere di €260/t (tabella 7).


**Tab. 7. Conto culturale del lino**

<b>RICAVI (A)</b>	<b>unità</b>	<b>€/unità</b>		
paglia (t/ha)	3,50	210,00	735,00	
contributo UE			250,00	<b>985,00</b>
<b>COSTI DIRETTI (B)</b>	<b>unità</b>	<b>€/unità</b>		
<b>Lavorazione del terreno</b>				
aratura	1	100,00	100,00	
erpicazione	1	30,00	30,00	<b>130,00</b>
<b>Semina</b>				
seme (kg)	100	2,10	210,00	
semina a file	1	35,00	35,00	<b>245,00</b>
<b>Diserbo</b>				
post-emergenza	5	3,00	15,00	
distribuzione	1	15,00	15,00	<b>30,00</b>
<b>Concimazione</b>				
concime (20-10-10)	100	0,35	35,00	
distribuzione	1	10,00	10,00	<b>45,00</b>
<b>Raccolta</b>				
Estirpazione	1	60,00	60,00	
Irrigazione	2	60,00	120,00	
Rivoltatura	2	40,00	80,00	
Rotoimballatura	10	8,75	87,50	
Carico camion	10	2,00	20,00	
Trasporto	10	12,20	122,00	<b>489,50</b>
<b>TOTALE COSTI DIRETTI (B)</b>				<b>939,50</b>
<b>COSTI INDIRETTI (C)</b>				
Quota di manutenzione			1,5%	<b>14,09</b>
Quota di ammortamento			3,0%	<b>28,19</b>
Spese generali			13,0%	<b>122,14</b>
Oneri finanziari e fiscali			3,0%	<b>28,19</b>
Altri costi indiretti			1,5%	<b>14,09</b>
<b>TOTALE COSTI INDIRETTI (C)</b>				<b>206,69</b>
<b>UTILE NETTO (A-B-C)</b>				<b>-161,19</b>

Elaborazione CNR –Ibimet (Istituto di Biometeorologia)



Ipotizzando una coltivazione più intensiva, pertanto con una seconda applicazione di diserbante, una maggiore concimazione e l'uso dell'irrigazione, anche ipotizzando una resa pari a quella francese di 6,8 t/ha, si ottiene ugualmente un utile netto negativo di €95/ha. Bisogna sottolineare che sia in Francia che in Belgio, nelle regioni che hanno una lunga tradizione nella coltivazione del lino da fibra, i coltivatori beneficiano di un aiuto pari a €120,00/ha nelle regioni del nord e €50,00/ha nelle regioni del sud. Considerando inoltre che per la macerazione non c'è bisogno di alcun intervento, si potrebbe già ipotizzare un risparmio di oltre €240, che porterebbe l'utile in attivo.

La valutazione economica ipotetica della trasformazione del lino da fibra, ha preso come base i costi di stigliatura e pettinatura corrispondenti alla canapa.

**Tab. 8.** Utile di trasformazione (€/t di paglia)

	Lino
<b>RICAVI (A)</b>	
<i>prezzo fibra (€/kg)</i>	€ 2,50
Fibra	€ 500,00
Stoppe	€ 32,00
Semi	€ 10,00
Resti	€ 39,20
Sussidio UE (fibra lunga)	€ 40,00
Sussidio UE (fibra corta)	€ 9,00
	€ <b>630,20</b>
<b>COSTI DIRETTI (B)</b>	
Paglia (€/t)	€ 210,00
Stigliatura	€ 150,00
Pettinatura	€ 225,00
	€ <b>585,00</b>
<b>UTILE NETTO (A-B)</b>	€ <b>45,20</b>

Elaborazione CNR –Ibimet (Istituto di Biometeorologia)

Analizzando la tabella 8 si può desumere che se venisse tolto il sussidio UE, il lino riporterebbero un utile negativo; per avere un utile positivo, il prezzo della fibra di lino dovrebbe aumentare del 2% cioè arrivare a € 2,55/kg.





## 7.1 Valutazione socio-territoriale

Il lino è l'unica pianta da fibra coltivata industrialmente su larga scala in Europa, la cui produzione è mirata principalmente al settore dell'abbigliamento. Per questo motivo è interessante notare l'importanza della sua filiera a livello europeo (tabella 9).

Tab. 9. Filiera del lino in Europa

	SEMINATIVO (ha)	PRODUZIONE (t)	LAVORATORI (n)	VOLUME D'AFFARI (€)
COLTIVAZIONE	120.000	720.000 di paglia	10.000	340.000
TRASFORMAZIONE		150.000 di fibra di lino	2.600	
FILATURA		28.000 filato di lino	5.000	240.000
TESSITURA		100 milioni metri di tessuto principal. lino	6.000	750.000

(Tratto da : CELC)

Dalla tabella 9 possiamo notare che la filiera del lino ha un maggior impatto a livello dei coltivatori, coinvolgendo ben 10.000 lavoratori, mentre il volume d'affari è in proporzione molto minore rispetto ai settori della filatura e della tessitura. Possiamo spiegare questo dato con le caratteristiche intrinseche dell'agricoltura, quali l'alta frammentazione, le basse economie di scala, il minor valore aggiunto, la diversificazione culturale.

## 7.2 Mercato del lino biologico

A differenza del cotone, il mercato del lino biologico - sia dal punto di vista della produzione della fibra che su quello del capo d'abbigliamento finito - sembra ancora trovarsi ad uno stadio embrionale. La produzione di linee in lino biologico risulta, infatti, per il momento, un fenomeno marginale, legato all'azione estemporanea di aziende isolate.

Analogamente, la produzione di lino biologico a livello agricolo è tuttora sul piano sperimentale, nel senso che sono ancora in corso ricerche agronomiche



volte ad individuare le tecniche e le varietà migliori. Il lino, tuttavia, presenta numerose potenzialità che lo rendono un ottimo candidato ad affiancare il cotone nel mercato del tessile biologico, soprattutto in Italia.

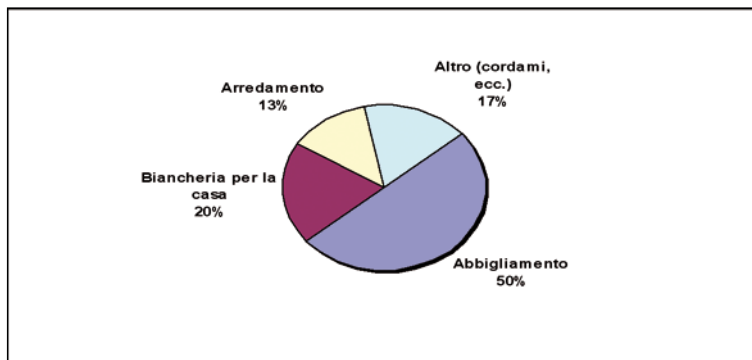
Innanzitutto, la normale coltivazione del lino richiede un impiego di pesticidi e diserbanti cinque volte inferiore al cotone.

In secondo luogo, 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 tonnellate prodotte nel 2004; Associazione Tessile Italiana, 2004), il che la candiderebbe naturalmente a diventare un centro di sperimentazione per questa fibra.

## 8. PRODOTTI REALIZZABILI

La distribuzione percentuale della fibra di lino nei diversi impieghi dell'industria tessile europea è mostrata in figura 1.

**Fig.1** . Principali impieghi del lino nell'industria tessile europea (2005, valori percentuali)



### 8.1 Prodotti tessili per l'abbigliamento

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 (fibre 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.

- **Lino per abbigliamento** In virtù della sua intrinseca eleganza, il lino è molto richiesto nel campo della moda, specialmente per i capi da indossare nel tempo libero. Il lino è usato anche nella confezione di accessori come valigie, borse e scarpe, non solo per la sua bellezza ma anche per la durata.
- **Lino per arredamento** Il lino si sta sempre più affermando nell'architettura d'interni. I rivestimenti murali in lino sono apprezzati perché possono essere applicati direttamente sugli intonaci grezzi ed anche su vecchie carte da parati. In questo campo, si rendono particolarmente apprezzabili le sue proprietà insonorizzanti ed isolanti. Il lino inoltre, si sporca meno di altri tessuti ed essendo antistatico non attira la polvere. Il lino è molto usato anche per tende e controsoffitti.



- **Biancheria per la casa** Particolarmente apprezzata è la biancheria da letto, da tavola (Foto 8) e da bagno in Puro lino o Misto lino. I canovacci in lino si distinguono perché, usati per asciugare le cristallerie, non lasciano “peli”.



Foto 8. Canovacci in lino.  
(Tratto da: [www.lavo.it](http://www.lavo.it))

## 8.2 Usi in campo alimentare e della cosmesi

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.

## 8.3 Usi fitoterapici

In farmacia 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.



## **8.4 Usi in campo artistico-pittorico**

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, corposità e durata.

## **8.5 Usi in campo industriale**

Gli scarti della lavorazione del lino vengono usati per la creazione di pannelli per l'isolamento termoacustico (Foto 9).



**Foto 9.** Pannello di fibra di lino.  
(Tratto da: [www.pentasrl.net](http://www.pentasrl.net))

## **8.6 Altri usi**

Gli scarti della lavorazione (la parte legnosa dello stelo) sono utilizzati per la lettiera di animali, soprattutto cavalli. Un esempio importante è fornito dalla società "ECOLit" leader in Francia in questo settore (Foto 10).



**Foto 10.** Lettiera per cavalli.  
(Tratto da: [www.ecolit.com](http://www.ecolit.com))



## BIBLIOGRAFIA

- BRAVI R., SOMMOVIGO A.**, 1997. *Produzione e certificazione delle sementi del lino*. Sementi elette, XLIII, 2: 5-8.
- CREMASCHI D.** 1999. *Lino da fibra*. In "Colture da fibra". A cura di Venturi G. e Amaducci M.T. Edagricole- Ed. agrarie, Bologna, 98-112.
- CREMASCHI D.** 1996. *Produzione di seme e confronti varietali per il lino da olio e tessile*. L'informatore agrario. 45/96: 30-31.
- CREMASCHI D., MATRANGA M.G., VENDER C.** 1990. *Lino da fibra e da olio: una coltura alternativa per la Comunità Europea?* Giornale di Agricoltura, 6: 34-37.
- DONA' DALLE ROSE A.** 1951. *Linicoltura: coltivazione del lino da fibra e del lino da olio*. Ed "Dante Alighieri", 193-196.
- DONÀ' DALLE ROSE A.** 1943. *Il lino*. Editoriale agricoltori, Roma, pp. 62.
- FONTANA F., FILA G., MAESTRINI C., GOVONI F.** 1998. *Lino da fibra: aspetti bioagronomici e produttivi*. L'informatore agrario 11: 55-59.
- MARRAS G. F., SCARPA G.M.** 1996. *Produzione e moltiplicazione del seme di lino*. Sementi Elette, 2: 9-15.
- REYNERI A., ABBATE V., CASA R., CAVALLERO A., COPANI V., DAVÌ., DE MASTRO G., FILA G., FONTANA F., FURNARI G., LOMBARDO V., LO SAVIO N., MARRAS G., MARZI V., RONDÌ G., ROSSIGNI F., SCARPA G.M., VENTRELLA D.** 2001. *Produzione, qualità e analisi della filiera produttiva del lino da fibra in Italia*. Rivista Agronomica, 35: 230-239.
- VENTURI G., AMADUCCI M.T.** 1999. *Le colture da Fibra*. Ed agricole, Bologna, pp. 147.
- VENTURI G.** 2005. *Le colture da fibra: situazione attuale e prospettive*. Agroindustria, Vol 4, 2: 145-153.



## SITI INTERNET CONSULTATI

Portale di informazioni utili sul lino da fibra

[www.lino.it](http://www.lino.it)

Società ECOLit, leader in Francia nella produzione di lettiera per cavalli in lino

[www.ecolit.com](http://www.ecolit.com)

Interactive European Network for Industrial Crops and their Applications

[www.ienica.net](http://www.ienica.net)

Penta srl: isolanti e sistemi per l'edilizia

[www.pentasrl.net](http://www.pentasrl.net)

Azienda che si occupa di prodotti erboristici

[www.aboca.it](http://www.aboca.it)

The IUPUI Department of Mathematical Sciences

[www.math.iupui.edu](http://www.math.iupui.edu)

Università della Tuscia

[www.unitus.it](http://www.unitus.it)

Portal de arqueología con noticias

[www.arqueomurcia.com](http://www.arqueomurcia.com)

Organismo di promozione del lino europeo di qualità per l'abbigliamento, l'arredamento e la biancheria per la casa.

[www.mastersoflinen.com](http://www.mastersoflinen.com)







## KENAF

*Vi basterà, o dive, che questo abbia cantato il vostro poeta,  
mentre siede e con il sottile ibisco intreccia un cestello*  
(da "Le Ecloghe" di Virgilio)







## 1. CENNI STORICI

### Origine e coltivazione del kenaf

Il kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) vede l'origine della sua coltivazione a partire dal 4000 a.C. Si ritiene sia stato addomesticato per la prima volta nelle regioni dell'Africa occidentale ed identificato con una grande varietà di nomi attribuitagli dalle tribù africane. 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: le foglie e i fiori erano considerati commestibili, i semi usati per la produzione di olio e diverse parti della pianta utilizzate in medicina o durante riti di superstizione (Wilson and Menzel, 1964). Successivamente è stato introdotto nell'Asia del sud all'incirca nel 1900 a.C., con i maggiori areali di produzione localizzati in Cina ed India. La fibra di kenaf arriva per la prima volta in Europa all'inizio del XX secolo (1901-1902) nel mercato di Londra.

Gli USA iniziarono ad interessarsi al kenaf nel 1940 al fine di utilizzarlo come un sostituto della juta. Nel 1960 fu selezionato dal Dipartimento di Agricoltura degli USA (USDA) tra le 500 specie più promettenti per la produzione di fibra erbacea corticale e nel 1995, circa 1000 ha di kenaf furono impiantati per scopi commerciali.

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.



## 2. BIOLOGIA E MORFOLOGIA

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). Appartiene alla famiglia delle Malvaceae, la stessa del cotone. Il genere *Hibiscus* è molto diffuso ed include circa 200 specie annuali e perenni.

Gli steli di kenaf sono generalmente rotondi, e, in base alla varietà, con la presenza di piccole spine. Il colore dello stelo varia da verde a bordeaux, tende a crescere come singolo stelo, anche se si sviluppano facilmente delle ramificazioni laterali con densità basse di semina (circa 100.000 – 200.000 piante per ettaro). 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 cellulosica che costituiscono la fibra. Fibre sono contenute anche nel midollo, costituite da molta più lignina e meno cellulosa.

La forma delle foglie del kenaf dipende fortemente dalla varietà, inoltre è possibile individuare due categorie di foglie, quelle palesemente lobate, simili alle foglie della canapa, e quelle palmate o intere, simili a quelle del cotone. Nei primi stadi di crescita, le foglie sono in tutti i casi a forma intera e con un contenuto di proteine che va dal 18 al 30% sul peso secco.

Il fiore del kenaf (Foto 1) 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. La pianta rimane nello stadio vegetativo fino al momento in cui la luce giornaliera scende sotto le 12 ore e 30 minuti. Al fine, quindi, di evitare riduzioni della crescita, che comporterebbero una perdita di biomassa, è importante che la semina sia effettuata in modo tale da sfruttare al massimo il periodo con la lunghezza del giorno superiore a questo valore. La fioritura può durare 3 o 4 settimane, mentre il singolo fiore fiorisce per un solo giorno, aprendosi presto al mattino ed incominciandosi a chiudere nel tardo pomeriggio. Le antere rilasciano il polline appena dopo l'apertura del fiore e lo stamma emerge immediatamente dopo. Il fiore di kenaf attrae un grande numero di insetti che provvedono ad aiutare l'impollinazione. Il kenaf è considerata una specie auto impollinante, anche se ultimamente è riconosciuto un certo livello di impollinazione incrociata (Vannini e Venturi, 1994).



I semi si sviluppano in 5 capsule globulari, le quali rimangono indeiscenti ed intatte per diverse settimane anche dopo la maturità, soprattutto quelle delle specie addomesticate. Il seme è piccolo (1.5-3.3 grammi per 100 semi), di colore scuro, rassomiglia vagamente al dente di uno squalo, di forma più o meno triangolare, talvolta reniforme, con angoli più o meno acuti. Contiene un olio edule simile a quello del cotone, con un contenuto più basso in acido linoleico e privo di gossipolo, un pigmento polifenolico tossico che causa l'imbrunimento dell'olio. Il contenuto di olio nel seme varia mediamente, in Italia, fra il 16% ed il 22%. Il seme del kenaf, come quello della canapa, perde facilmente germinabilità (circa 8 mesi in condizioni normali) per l'alto contenuto in olio.

Il kenaf ha radici fittonanti e relativamente profonde, con una larga presenza di radici laterali, che lo rendono abbastanza tollerante alla siccità e un efficiente utilizzatore dei nutrienti residui di colture precedenti.



**Foto 1.** Stelo (con separazione tra corteccia e midollo), semi e fiore di kenaf.  
(Foto N. Di Virgilio)



### 3. ESIGENZE PEDO-CLIMATICHE

#### Distribuzione geografica

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. Poiché ha una crescita rapida raggiungendo altezze elevate, forti venti possono provocare problemi di allettamento.

#### Esigenze climatiche e pedologiche

La coltivazione è raccomandata nelle aree tropicali e sub-tropicali. Le migliori produzioni sono raggiunte in suoli caldi, temperature medie giornaliere atmosferiche tra 20 e 22°C, sufficiente umidità (precipitazioni mensili da 90 a 275 mm), umidità relativa abbastanza alta (65-85%) (Dempsey, 1975).

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.



## 4. COLTIVAZIONE

### 4.1 Lavorazioni e semina

Il seme di kenaf richiede un buon contatto con il suolo per poter germinare, per cui la preparazione di un buon letto di semina, fine e abbastanza umido, è una condizione necessaria. Il seme può essere posizionato ad una profondità di 3-4 cm con seminatrici da grano o simili, che assicurano una buona omogeneità di distribuzione. Suoli caldi ed umidi sono l'ideale. In buone condizioni il seme emerge in circa 5 giorni. La coltivazione del kenaf in terreni sotto il regime di zero lavorazioni è sostenibile solo se la presenza delle erbe infestanti è limitata e le risorse idriche non sono scarse.

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.

La densità di semina ottimale è tra 20 e 30 piante per m<sup>2</sup>, con una distanza tra le file tra i 25 e i 50 cm. Il kenaf è una specie soggetta ad autodiradazione. 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 allettamento.

Essendo una coltura annuale primaverile può essere inserita in una rotazione nelle aree che sono state coltivate a monocoltura; inoltre l'apparato fittonante è adatto ad utilizzare la fertilità residua delle colture precedenti.

### 4.2 Scelta varietale

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.

Le varietà commerciali sono molte. Oltre che a diversificarsi per la lunghezza del giorno, sono diverse anche per esigenze pedoclimatiche, resistenza all'allettamento, tolleranza a nematodi e antracnosi, qualità e produzione della fibra.

Negli USA, tra le 240 varietà riconosciute, solo 10 sono coltivate per scopi commerciali, tra le quali le più famose sono Everglades41 e Everglades71, Tainung1 e Tainung2 (tutte tardive), Cuba2032. Queste sono le più coltivate anche nelle zone mediterranee. In piccole quantità è coltivata anche la Guatemala4, foto-insensibile (Taylor, 1995).

Lavori di ricerca condotti in Arizona, Grecia ed Italia riportano i livelli produttivi più alti per Everglades71 (20-24 t ha<sup>-1</sup> di biomassa secca) e Tainung2 (21-24 t ha<sup>-1</sup> di biomassa secca) (Webber III, 1993; Petrini *et al.*, 1994; Mc Millin *et al.*, 1998). Nuove varietà, come la *Bowling* e *Gregg*, sembrano avere migliori prestazioni da un punto di vista di produzione della fibra, resistenza ad allettamento e alla presenza di nematodi nel terreno.

### 4.3 Irrigazione

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 può essere coltivato in suoli salini se l'acqua di irrigazione è di buona qualità. Nei climi mediterranei gli interventi irrigui possono essere ridotti al minimo, anche solo come interventi di soccorso in caso di prolungati periodi di siccità.





#### 4.4 Fertilizzazione

Il kenaf è coltivato principalmente per la produzione di fibra estraibile dallo stelo, inoltre 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. Le radici fittonanti del kenaf riescono a sfruttare i nutrienti residui di colture precedenti. Questo diminuisce drasticamente il fabbisogno di nutrienti minerali (e di fertilizzanti). Inoltre, alcune tecniche colturali prevedono il disseccamento invernale della coltura in campo. Le foglie, cadendo, restituiscono al suolo quantità significative di azoto, calcio, magnesio, fosforo e potassio. Per questi motivi il kenaf è considerata una coltura poco esigente. Una fertilizzazione in pre-impianto di circa 100 kg N ha<sup>-1</sup> si può considerare sufficiente all'ottenimento di livelli produttivi adeguati.

#### 4.5 Controllo delle infestanti e malattie

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. La possibilità di eliminare l'utilizzo di erbicidi in previsione di una coltivazione a basso impatto ambientale, si può ottenere controllando meccanicamente le infestanti. In questo caso la distanza tra le file deve essere tale da poter permettere il passaggio delle macchine. File troppo distanti potrebbero aumentare il tempo necessario alla copertura della fila, rendendo necessari più passaggi. Il diserbo meccanico deve essere fatto quando le piantine sono alte almeno 15 cm e le infestanti hanno almeno due foglie formate.

Riguardo alle malattie ed insetti a cui il kenaf è sensibile, i maggiori problemi sono dati dalla presenza di nematodi come *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne arenaria* (Ibrahim *et al.* 1982), particolarmente dannosi nei suoli sabbiosi a causa della facilità di movimento nel suolo. Un efficiente programma di rotazioni colturali e l'utilizzo di specie tolleranti riducono fortemente il problema.

Una malattia seria per il kenaf è l'antracnosi, causata da *Colletotrichum hibisci*. Tuttavia molte varietà disponibili in commercio sono resistenti a questa malattia.

La maggior parte dei problemi legati agli insetti si riscontrano in fase di emergenza e crescita delle plantule. Tutti gli insetti con apparato masticatore/succhiatore possono creare danni alle giovani foglie. In generale, però, il kenaf



è abbastanza tollerante alla maggior parte degli insetti. Inoltre, essendo il prodotto che interessa solo la biomassa per la fibra, il livello di protezione nei confronti degli insetti può essere molto più basso di quello applicato ad altre colture commerciali.

Muffe e batteri attaccano lo stelo durante l'inverno (muffa grigia) degradando la corteccia, processo che se controllato può essere sfruttato per facilitare la separazione delle fibre.



## 5. RACCOLTA E PRIMA LAVORAZIONE

Il kenaf (Foto 2) 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. Fondamentalmente, 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 (Foto 3)



**Foto 2.** 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. Per la trinciatura si possono utilizzare macchine come per il "ceroso" tipo *John Deer* o similari con l'accortezza di



tenere sul macchinario una fila di coltelli sì e una no e di spostare la piastra controcoltello tutta indietro, al fine di ottenere un cippato da 7 a 12 cm che viene poi trasportato, mediante rimorchi e ribaltabili, da bordo campo nei luoghi di raccolta. La fibra, trinciata con il kenapulo, dopo la separazione attraverso un sistema di setacci ed aspiratori a livello industriale, è utilizzabile nella filiera della fibra tecnica. Nel caso della raccolta invernale il materiale ha un tenore inferiore di umidità, riducendo i problemi in fase di stoccaggio.



Foto 3. Raccolta (Tratto da: [www.pc140.narcc.affrc.go.jp](http://www.pc140.narcc.affrc.go.jp))

## 5.1 Resa

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<sup>-1</sup> di biomassa secca sono spesso stati riscontrati commercialmente. 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<sup>-1</sup> di stelo secco fino a livelli di 26 t ha<sup>-1</sup> in prove sperimentali condotte in Italia ed in Grecia negli anni '90 (Mambelli e Grandi, 1995; Alexopoulou *et al.* 1999). La fibra corticale rappresenta il 35-40 % del peso secco della pianta matura. Il contenuto in fibra della corteccia è di circa 50-55 %.



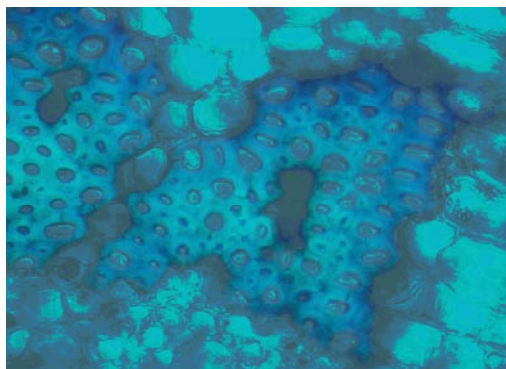
## 6. CARATTERISTICHE E QUALITA' DELLA FIBRA

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 (Foto 4). Le pareti cellulari contengono molta cellulosa, accompagnata anche da lignina in quantità maggiore rispetto alle fibre di origine primaria della canapa. 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 ed formata da:  $\alpha$ -cellulosa (58 – 63%), emicellulosa (21-24%) e lignina (12-14%) (Stout, 1989) (tabella 1).

**Tab.1** Alcuni parametri della fibra di kenaf

Caratteristica	Valore
Fibra s.s. ( $t\ ha^{-1}$ )	1 - 2.5
Fibra grezza nello stelo (%)	10 -15
Cellulosa (% s.s.)	30 - 50
Emicellulosa + pectina (% s.s.)	22 - 33
Lignina (% s.s.)	8 -19
Lunghezza fibra (mm)	2.5
Larghezza fibra ( $\mu m$ )	20 - 35

(Tratto da: Venturi, 2005)



**Foto 4.** Cellule fibrose di kenaf al microscopio (ingrandimento 20X)  
(Foto N. Di Virgilio)



## 7. ASPETTI ECONOMICI

In Italia la coltivazione del kenaf non è una realtà molto diffusa, esistono tuttavia delle aziende trasformatrici che, attraverso dei contratti di coltivazione, si impegnano a fornire il seme ed a ritirare il prodotto. I contratti, in questo caso, sono di due tipologie; uno per gli agricoltori residenti in regione ed un altro per gli agricoltori che dovrebbero consegnare il materiale da località più lontane. Tali contratti differiscono nelle modalità di consegna. Nel contratto sono definiti i requisiti qualitativi del prodotto ed il prezzo deciso all'inizio della campagna colturale. Qui di seguito è riportato un esempio di conto economico applicato ad un'azienda produttrice di pannelli isolanti con fibra di kenaf. I valori sono da considerarsi come un esempio e strettamente legati alla realtà del territorio in cui l'azienda si muove (tabella 2).

**Tab.2.** Conto colturale semplificato previsionale del kenaf per l'anno 2006

<b>COSTI ESPLICITI (A)</b>				
	Quantità materie prime (Kg/U)	Prezzo unitario (Euro)	Costi di lavorazione (Euro)	Costi totali (Euro)
<b>Preparazione del terreno</b>				
aratura	1	68,00	68,00	
erpatura	1	62,00	62,00	
sezione scoline				
sarchiatura	1	30,15	30,15	<b>160,15</b>
<b>Fertilizzazione</b>				
urea (46% N)	200	0,25	50,00	
distribuzione ha/	1	32,00	32,00	<b>82,00</b>
<b>Semina</b>				
seme	13	12,50	162,50	
semina a file ha/	1	31,00	31,00	<b>193,50</b>
<b>Irrigazione</b>				
irrig. di soccorso estive ha/	2	68,00	136,00	<b>136,00</b>
Cippatura in campo	1	155,50	155,50	
Trasporto a bordo campo		36,50	36,50	
Carico camion	1	42,00	42,00	<b>234,00</b>
<b>TOTALE COSTI ESPLICITI (A)</b>				<b>805,65</b>
	Quantità ton/ha	Prezzo unitario	Totale	
Resa	15	81,00	1.215,00	<b>1.215,00</b>
<b>MARGINE (B-A)</b>				<b>409,35</b>
Aiuto UE set-aside Euro/ha			431,24	431,24
				<b>840,59</b>

(Tratto da: [www.kenaf-fiber.com/it/conti-colturali.asp](http://www.kenaf-fiber.com/it/conti-colturali.asp))



## 7.1 Valutazioni ambientali

Il kenaf è stato introdotto dalla Unione Europea tra le colture a destinazione non alimentare coltivabili in terreni a regime di "set-aside", per la produzione di fibra a destinazione industriale (EC Reg. 1765/92 della Commissione del 30 aprile 1992 e EC Reg. 334/93 della Commissione del 15 febbraio 1993).

Il kenaf può essere considerata una coltura non alimentare altamente produttiva di crescente interesse in Europa in quanto:

- Coltura con molteplici destinazioni produttive che può fornire materiale grezzo per numerose applicazioni industriali ed energetiche. Il 30-40% dello stelo (la corteccia) può essere utilizzato per le diverse applicazioni della fibra, mentre la restante parte, il midollo legnoso, tra le diverse utilizzazioni, può essere sottoposto a processi termochimici (combustione, pirolisi e gasificazione) per la produzione di energia.
- Alti livelli produttivi potenziali e bassi input agronomici. Produzioni sopra le  $26 \text{ t ha}^{-1}$  di secco sono state riportate in diversi lavori sperimentali. In condizioni semi-aride come quelle prevalenti nelle regioni mediterranee, il kenaf raggiunge livelli produttivi significativi con 250-400 mm di pioggia, quantità di molto inferiori a quelle richieste da colture tradizionali. Inoltre, considerando il basso fabbisogno di N richiesto ( $50\text{-}100 \text{ kg N ha}^{-1}$ ), questa coltura è considerata una valida possibilità nelle aree degradate e poco fertili.
- Offre la possibilità di un uso alternativo del suolo e può essere inserita nelle rotazioni colturali, inserimento molto importante in aree tradizionalmente coltivate a monocultura (cereali).
- Essendo una coltura erbacea annuale, è molto simile nella gestione alle colture convenzionali. Inoltre, essendo annuale, non richiede lunghi investimenti di uso del suolo.



## 8. PRODOTTI REALIZZABILI

- ✱ Materiale assorbente (kenapulo e midollo centrale) (Foto 5).
- ✱ 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.



**Foto 5** Fibra grezza e kenapulo dopo la stigliatura degli steli macerati in campi.  
(Foto N. Di Virgilio)





## BIBLIOGRAFIA

- ALEXOPOULOU, E., CHRISTOU, M., MARDIKIS, M., CHATZIATHANASSIOU A.** 1999. *Growth and yields of kenaf in central Greece*. Proc. Of the 6<sup>th</sup> Symposium on Renewable Sources.
- ANGELINI, L.G., MACCHIA, M., CECCARINI, L., BONARI, E.** 1998. *Screening of kenaf (Hibiscus cannabinus L.) genotypes for low temperatures requirements during germination and evaluation of feasibility of seed production in Italy*. Field Crops Research, 59: 73-79.
- DEMPSEY, J.M.** 1975. *Fibre crops*. The University Press of Florida. Gainesville, Florida, 457 pages.
- FAHMY, R., ABOUSHOBA, L., HELLA, A.M., ABDEL SALAM, S.A.** 1985. *The effect of plant population levels on growth, yield, and fiber quality of kenaf*. Agricultural Research Review, 63: 137-145.
- FAO.** 1994. 1993 production yearbook. United Nations, Rome.
- GRAHAM, J.W., BLADWIN B.S.** 1999. *Effect of plant population and row spacing on the bast:core ration of kenaf*. In: Proceedings of the second annual conference of the American Kenaf Society, 1: 58-62.
- HIGGINS, J.J., WHITE, G.A.** 1970. *Effects of plant population and harvest date on stem yield and growth components of kenaf in Maryland*. Agronomy Journal, 62: 667-668.
- IBRAHIM, I.K.A., REZK, M.A., KHALIL H.A.A.,** 1982. *Reaction of fifteen malvaceous plant cultivars to root-knot nematodes, Meloidogyne spp.* Nematol. Medot. 10, 135-139.
- MAMBELLI, S., GRANDI, S.** 1995. *Yield and quality of kenaf (Hibiscus cannabinus L.) stem as affected by harvest date and irrigation*. Industrial Crops and Products, 4: 97-104.
- MANZANARES, M., TENORIO, J.L., MANZANARES, P., AYEBRE, L.** 1993. *Yield and development of kenaf (Hibiscus cannabinus L.) crop in relation to water supply and intercepted radiation*. Biomass and Bioenergy, 5: 337-345.
- MC MILLIN, J.D., WAGNER, M.R., WEBBER III, C.L., MANN, S.S., NCHOLS, J.D., JECH, L.** 1998. *Potential for kenaf cultivation in south-central Arizona*. Industrial Crops and Products, 9: 73-77.



- NAFFES, M.K., SHAH, P.** 1983. *Effect of plant population on green stalk and fibre yields of jute and kenaf varieties*. Pakistan J. Agri. Res., 4: 111-115.
- PETRINI, C., BAZZOCCHI, R., MONTALTI, P.** 1994. *Yield potential and adaptation of kenaf (Hibiscus cannabinus L.) in North-Central Italy*. Industrial Crops and Products, 3: 11-15.
- STOUT, H.** 1989. *Jute and kenaf*. In: Handbook of fiber science and technology: Fiber Chemistry. Edited by Menachem Lewin and Eli M. Pearce. CRC Press, 701-726.
- TAYLOR, S.** 1995. *Kenaf*. New Crio FactSHEET.  
[www.hort.poudu.edu/newcrop.CropFactSheet/kenaf.html](http://www.hort.poudu.edu/newcrop.CropFactSheet/kenaf.html)
- VANNINI L., VENTURI G.** *Il Kenaf: materia prima per l'industria*. 1994. Ed. L'informatore Agrario, ISBN 88-7220-071-7.
- VENTURI G.** 2005. *Le colture da fibra: situazione attuale e prospettive*. Agroindustria, 4: 145-153.
- WEBBER III, CH.L.** 1993. *Yield components of five kenaf cultivars*. Agronomy Journal, 85: 533-535.
- WHITE, G.A., ADAMSON, W.C., HIGGINS J.J.** 1971. *Effect of population levels on growth factors in kenaf varieties*. Agronomy Journal, 63: 233-235.
- WILSON F.D. AND MENZEL, M.Y.** 1964. *Kenaf (Hibiscus cannabinus L.), roselle (H. sabdariffa)*. Economy Botany, 18(1): 80-91.



## SITI INTERNET CONSULTATI

BioMat Net: data base piante

[www.biomatnet.org/secure/Crops/S605.htm](http://www.biomatnet.org/secure/Crops/S605.htm)

Produttore di semi di varietà diverse di kenaf

[www.kenafseed.com](http://www.kenafseed.com)

K.E.F.I spa. Azienda produttrice di pannelli isolanti con fibra di kenaf

[www.kenaf-fiber.com](http://www.kenaf-fiber.com)

Interactive European Network for Industrial Crops and their Applications

[www.ienica.net](http://www.ienica.net)

Progetto BIOKENAF

[www.cres.gr/biokenaf](http://www.cres.gr/biokenaf)





## **RAMIE'**

“Se potessi avere mille lire al mese...”  
le banconote da mille lire  
negli anni '20 erano in ramié





## 1. CENNI STORICI

### Origine e coltivazione del ramié

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 particolare fu introdotta per la prima volta in Europa a Lipsia, nel 1753 e da quel momento numerosi furono i tentativi di acclimatazione, in Francia, Olanda e Germania, risultati, però, alquanto infruttuosi per la scarsa resistenza della coltura alle basse temperature invernali. Nel continente americano si ebbero segnali di prime attività produttive sul ramié, dapprima in Florida, nel 1855, e successivamente in Messico. 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 nell'Italia meridionale, in Sicilia. La possibilità di introdurre questa coltura in Europa era vincolata all'utilizzazione industriale della fibra, quasi sconosciuta fino al 1800. All'inizio del XX secolo, numerose furono le iniziative in Germania prima, e poi in Francia, Austria ed Italia per la messa a punto di un processo industriale capace di estrarre e lavorare la fibra (Strobino, 1933). A questo periodo di entusiasmo seguì un lungo periodo di abbandono della coltura, ripresa, nel primo dopoguerra, da un suo convinto sostenitore, il Prof. Francesco Bruno del Regio Giardino Coloniale di Palermo, il quale giunse a considerare favorevoli, per una sua coltivazione, gli ambienti irrigui meridionali ed insulari (Bruno, 1938). La politica autarchica di quel periodo enfatizzò la reale possibilità di coltivazione del ramié in alcuni ambienti italiani, ma, al pari di quanto avvenuto per altre fibre tessili, il totale abbandono di questa coltura dipese più da politiche agricole che da una reale difficoltà tecnica.

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).



## 2. BIOLOGIA E MORFOLOGIA

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 questa 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, vivace, 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 (Foto1).



**Foto 1.** Steli di ramié. (Foto L. Angelini)

Le foglie, lunghe 12-30 cm, sono alterne, picciolate, ovate e con margini dentellati; sono di colore verde scuro sulla pagina superiore e di colore bianco argenteo su quella inferiore, da cui probabilmente deriva il nome nivea.

I fiori, unisessuali e monoici, sono piccolissimi, di colore bianco-verdastro, riuniti in capolini (Foto 2).

Il frutto è un achenio non deiscente di piccole dimensioni che contiene un solo seme: generalmente in 1 g se ne possono contare circa 11.000-12.000.





**Foto 2.** Foglie e fiori.  
(Tratto da: [www.ortobotanico.unina.it](http://www.ortobotanico.unina.it))

L'apparato radicale è costituito da radici rizomatose e da radici capillari. Le prime sono di colore rosso cuoio e tendono ad accrescersi in numero elevato in senso orizzontale; le seconde si differenziano dai rizomi ed hanno un accrescimento verticale che può superare il metro di profondità.

Sui rizomi si formano numerose gemme da cui si originano germogli e fusti il cui numero tende ad aumentare con l'età.



### 3. ESIGENZE PEDO-CLIMATICHE

#### Distribuzione geografica

Il ramié è originario dell'Estremo oriente, quell'area che comprende alcuni Paesi dell'Asia sud-orientale, alcune regioni della Cina, Hong Kong, Singapore, lo stato della Malesia e l'isola di Taiwan. Nel Giappone, dove è conosciuta con il nome di Karamusi, cresce allo stato spontaneo nella provincia di Hi-Zen, nell'isola Nippon, a Formosa, dove viene coltivata nella provincia di Yetsi-Go.

#### Esigenze climatiche e pedologiche

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. Quando la coltura è sviluppata i fabbisogni idrici diminuiscono, poiché la fitta vegetazione esplica un'azione di copertura sul terreno e le foglie assorbono l'umidità dall'aria (Dempsey, 1975). Il ramié ha uno zero di vegetazione di 11-12 °C e risulta essere sensibile a decorsi stagionali sia freddi, con temperature prossime agli 0°C letali per la coltura, sia particolarmente caldi, tali da indurre una fioritura continua a discapito dello sviluppo dei fusti e della resa stessa della fibra.

Il ramié può prosperare in ogni suolo, ma buone prospettive produttive si hanno in suoli argilloso-silicei, profondi, permeabili, ben dotati di sostanza organica e con un pH di 5,5-6,5.

## 4. COLTIVAZIONE

### 4.1 Tecnica colturale

Per quanto sia possibile realizzare un nuovo impianto di ramié (Foto 3) 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.

Per la preparazione di talee e rizomi possono essere utilizzati impianti di due o tre anni da cui è possibile ottenere rizomi maturi in quantità economicamente conveniente. È stato calcolato come da un impianto di ramié di due anni si possano ottenere talee per impiantare circa otto ettari; da uno di tre anni gli ettari salgono a 50-60 (De Mastro, 1999).

Una volta selezionati i rizomi maturi e più vigorosi, si procede alla preparazione di talee tagliate in porzioni di 10-15 cm. In generale questa operazione deve essere realizzata a fine inverno-inizio primavera e deve essere prontamente seguita dal loro trapianto su terreno opportunamente preparato, in modo da realizzare un primo taglio utile a partire dal primo anno.

Le operazioni di piantumazione delle talee o di trapianto delle giovani piantine possono essere realizzate a mano oppure con trapiantatrici meccaniche.



**Foto 3.** 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.

La preparazione del terreno avviene mediante aratura profonda a 40 cm per interrare i fertilizzanti precedentemente distribuiti e sistemandolo in maniera tale da permettere l'eliminazione dell'acqua in eccesso. A questa operazione seguiranno erpicature allo scopo di affinare il terreno (Dempsey, 1975).

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. Nelle prove condotte in Toscana su terreni freschi e profondi e senza l'ausilio dell'irrigazione, sono state poste a confronto due densità di impianto pari a 50.000 e 33.300 piante/ha (utilizzando un sesto di impianto di 0,5 x 0,4 m e 0,6 x 0,5 m rispettivamente) le quali si sono dimostrate entrambe ottimali. Inoltre, a partire dal secondo anno di produzione, le colture hanno fornito livelli produttivi non statisticamente diversi tra di loro (Angelini e Maffei, 2000; Toloni, 2002). Nelle prove condotte a Tarquinia, in coltura irrigua e su pacciamatura, si è invece adattata una densità di investimento intorno a 20.000 piante/ha (Marcelli, 2000).

## **4.2 Scelta varietale**

In Italia la coltivazione del ramiè è condotta solo su scala sperimentale e non esistono varietà selezionate per i diversi ambienti del nostro paese. La maggior parte delle varietà coltivate nel mondo sono di origine orientale o sud-americana. Una raccolta di germoplasma comprendente circa 63 cultivar è disponibile in Brasile presso l'Istituto Agronomico di Campinas.

## **4.3 Irrigazione**

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. Altre ricerche

più recenti (De Mastro, 1999) definiscono come ottimale un volume irriguo stagionale di 2.000-2.500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> con turni di 15 giorni a partire dalla metà di giugno. Negli ambienti del centro-nord la coltura può essere condotta con interventi irrigui di soccorso, limitati al periodo dopo il taglio estivo per favorire la ricrescita nel caso di periodi estivi particolarmente siccitosi.

#### 4.4 Fertilizzazione

La coltura di ramié, con una produzione annua di circa 20 t ha<sup>-1</sup> di biomassa verde come somma di tre tagli annui, asporta circa 210 kg ha<sup>-1</sup> di azoto, 10 kg ha<sup>-1</sup> di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg ha<sup>-1</sup> di K<sub>2</sub>O (De Mastro, 1999). È pertanto necessario realizzare, nel primo anno e nelle annate successive, una concimazione di fondo con 100-120 kg ha<sup>-1</sup> di azoto, 30-40 kg ha<sup>-1</sup> di fosforo e 50-60 kg ha<sup>-1</sup> di potassio. È consigliata, inoltre, la distribuzione di 30-40 kg ha<sup>-1</sup> di azoto dopo ogni raccolto. Studi più recenti effettuati su colture di ramié nei primi sette anni dall'impianto realizzate nella Toscana litoranea, hanno messo in evidenza che, a fronte di una produzione secca di circa 11 t/ha/anno come somma di due tagli, la coltura asporta circa 180 Kg ha<sup>-1</sup> di azoto, 58 kg ha<sup>-1</sup> di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 220 kg ha<sup>-1</sup> di K<sub>2</sub>O. Le foglie e le cime sono responsabili del 69% della quantità totale di azoto asportata dalla coltura. La produzione di steli secchi intorno a 6 t/ha/anno comporta una asportazione del 55% e 62% del fosforo e del potassio totale asportato dalla coltura (Angelini e Maffei, 2000). In generale, relativamente alla resa in fibra, sembra che una buona disponibilità di azoto e fosforo contribuisca a determinare un incremento produttivo, mentre il potassio tende a migliorare la finezza (Kim e Chung, 1993).

#### 4.5 Controllo delle infestanti e malattie

Il ricorso a sarchiature consente un buon controllo della flora infestante, nella fase particolarmente critica compresa tra il trapianto e la chiusura dello spazio interfilare. La coltura presenta in generale una buona capacità di controllo delle infestanti grazie all'elevato numero di steli prodotti per unità di superficie. In ambiente sub-tropicale una delle avversità più dannose per la coltura è rappresentato dalle larve di *Cocytodes cerulea* Guen. che si alimenta delle foglie e quindi ne compromette la produzione. Attacchi fungini da *Cercospora brugiana* sono frequenti e abbastanza dannosi nelle aree dove la coltura è molto estesa (De Mastro, 1999). Nel nostro paese non sono state finora segnalate avversità biotiche e abiotiche di rilievo (Angelini, com. pers.)



## 5. RACCOLTA

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 (Foto 4), successiva defogliazione e rimozione delle cime.



**Foto 4.** Raccolta presso il DAGA di Pisa. (Foto L. Angelini)

Sono ancora in fase di sperimentazione macchine combinate che consentono l'effettuazione contemporanea delle operazioni di taglio, defogliazione ed eventuale decorticazione. La defogliazione è un'operazione fondamentale in quanto contribuisce ad incrementare il rendimento della fase di decorticazione, migliora la qualità della fibra decorticata e consente di ridurre le spese di trasporto. Può essere effettuata manualmente, o meccanicamente, oppure anche con trattamenti chimici.



## 5.1 Resa

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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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 ramiè 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 ramiè 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). Le prove condotte vicino a Tarquinia si sono svolte per circa 10 anni a partire dal 1993, su circa 1 ha di coltura e si sono rivolte soprattutto alla meccanizzazione della coltivazione del ramiè, condizione indispensabile allo sviluppo della coltura su scala aziendale. Inoltre sono state approfondite le conoscenze relative ai possibili usi dei diversi prodotti ricavabili dalla *urticea* e alle operazioni colturali necessarie per il suo sviluppo e l'entrata in produzione della coltura.

Le prove condotte dal DAGA su terreni profondi e freschi situati nella pianura della bassa valle dell'Arno hanno consentito di monitorare la coltivazione di ramiè per oltre un decennio. Lo sviluppo della coltura di ramiè è sempre stata tale da permettere l'esecuzione di due raccolti, uno estivo ed uno autunnale. La produzione epigeica annua nel periodo di maturità della coltura (dal secondo anno di impianto al settimo) è stata di circa 11 t/ha di biomassa secca di cui circa 6 t/ha di soli steli corrispondenti a una produzione corticale di 1,6 t/ha (Angelini e Maffei, 2000; Toloni, 2002). Questi risultati appaiono molto incoraggianti soprattutto se si considera che sono stati ottenuti in condizioni colturali di bassa intensificazione e senza l'ausilio dell'irrigazione (tabella 1).



**Tab. 1.** Valori medi ( $\pm$  dev. standard) relativi all'altezza delle piante, diametro basale, resa epigeica secca totale e divisa per steli, foglie e cime di *Boehmeria nivea* coltivata a Pisa presso l'azienda sperimentale del Dipartimento di Agronomia e Gestione dell' Agroecosistema (DAGA) dell'Università di Pisa nel periodo 1996-2002.

Anno	Altezza (cm)	Diametro basale fusto (mm)	Resa epigeica totale secca	Resa steli (t ha <sup>-1</sup> peso secco)	Resa foglie (t ha <sup>-1</sup> peso secco)	Resa cime (t ha <sup>-1</sup> peso secco)
1996 anno di impianto	133,2 ( $\pm 22$ )	9 ( $\pm 0,2$ )	4,6 ( $\pm 0,1$ )	2,56 ( $\pm 0,1$ )	1,26 ( $\pm 0,1$ )	0,78 ( $\pm 0,01$ )
1997 - 2002	128,4 ( $\pm 4,2$ )	8,5 ( $\pm 0,1$ )	10,7 ( $\pm 1,1$ )	6,12 ( $\pm 0,6$ )	3,49 ( $\pm 0,2$ )	1,23 ( $\pm 0,06$ )

La durata economica di un impianto di ramiè varia dai 10 ai 15 anni con un periodo di massimo rendimento compreso tra il secondo e il quinto anno (De Mastro, 1999). Nei dati raccolti nella Toscana litoranea la produzione osservata nella coltura risulta essere coerente con quanto riportato dalla letteratura (Jarman *et al.*, 1978), dimostrando incrementi produttivi fino al quinto anno di crescita, dopodiché le rese diventano inferiori ai valori medi.. L'andamento produttivo osservato nell'ambiente considerato permette di ipotizzare una durata economica dell'impianto di circa 10 anni, nove dei quali economicamente validi, viene, difatti, escluso il primo anno di impianto al quale corrispondono produzioni qualitativamente e quantitativamente non idonee (Angeli e Maffei, 2000).



## 6. ESTRAZIONE E PRIMA LAVORAZIONE

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.

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.

### 6.1 Uso tessile

L'impiego del ramié nel settore tessile prevede una prima fase di estrazione della fibra dalla pianta e nella fattispecie dagli steli. In generale è possibile distinguere due fasi principali: la stigliatura (Foto 5) e la degommazione. La prima si realizza allo scopo di rimuovere lo strato corticale dallo stelo, mentre mediante la degommazione si allontanano le gomme e le sostanze pectiche che comprometterebbero la lavorabilità e la qualità della fibra (Carter 1939; Kirby, 1963; Whittemore, 1963).



**Foto 5.** Stigliatura presso l'Impianto di Ecocanapa a Comacchio  
(Foto S. Baronti)

Dalla stigliatura è possibile ottenere circa un 68% di ramirulo ed un 28% di sostanza corticale, di cui un 23,2 % rappresentato da fibre corte e residui di cellule epiteliali, parenchimatiche e del midollo (Petruska, 1977). Per facilitare i processi di stigliatura gli steli possono essere precedentemente sottoposti a macerazione chimica, microbiologica, enzimatica o semplicemente a macerazione in acqua calda (Kundu e Roy, 1962; Hoefer 1966).

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). Il processo di pettinatura separa le fibre corte da quelle lunghe, che vengono distese, parallelizzate e raccolte in nastri di pettinatura pronti per essere filati. Per il ramiè di finissima qualità questa operazione è fatta a mano, mentre per qualità meno pregiate la pettinatura viene effettuata meccanicamente. In entrambi i casi, nei vari stadi della pettinatura, vengono utilizzati pettini sempre più sottili (Atkinson, 1964).

Le fibre di ramiè a taglio lungo (Foto 6) 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).



Foto 6. Fibra sbiancata (sinistra) fibra grezza (destra). ( Foto L. Angelini)

## 6.2 Caratteristiche della fibra

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 micron), 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, ecc.) le migliora. Ha una tenacità intermedia tra quella della juta e quella della canapa.

### **6.3 Pasta da cellulosa**

Recentemente si è pensato ad una possibile coltivazione del ramié su vasta scala come pianta atta a produrre cellulosa ed essere quindi utilizzata nella fabbricazione di carta (Oggiano *et al.*, 1997).

Per quanto riguarda la produzione di paste da cellulosa è possibile pensare sia all'impiego del ramirulo arricchito di fibre corticali corte che al solo impiego di fibre corticali provenienti dalla prima cardatura del ramié. In entrambi i casi la materia impiegata costituisce un sottoprodotto della lavorazione della fibra lunga, e viene destinata ad un processo di triturazione a cui seguirà un pre-trattamento ad umido in una soluzione alcalina. Successivamente viene effettuata una spremitura per allontanare le sostanze solubilizzanti, seguita dalla cottura della pasta, dal raffinamento di quest'ultima ed infine da processi di imbiancamento (Fornazieri, 1991).

Le carte ottenute dalle paste del ramié mostrano, peraltro, caratteristiche di pregio tali da giustificare l'impiego nella fabbricazione di banconote e di carta per sigarette.



## 7. 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) 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 ed in Italia 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). Successivamente sono stati studiati alcuni aspetti della tecnica colturale come la densità di impianto, il livello produttivo nel tempo e la caratterizzazione della fibra in condizioni colturali differenti (Angelini e Maffei, 2000). Uno dei problemi messi in evidenza dalla sperimentazione è la necessità di meccanizzare la raccolta per poter ottenere fibra idonea all'utilizzazione tessile. Inoltre, analogamente ad altre colture da fibra, per l'avvio della filiera produttiva devono essere approfonditi sia aspetti tecnici che economici, quali la definizione di procedimenti di stigliatura e macerazione su scala aziendale che consentano di ottenere fibra di qualità per impieghi tessili a costi competitivi, congiuntamente alla valorizzazione dei co-prodotti e sottoprodotti.

## 8. 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 altamente nutritivo per uso zootecnico.

### 8.1 Prodotti tessili per l'abbigliamento

I due principali prodotti, fibra lungo taglio e stoppe, formano i due settori del mercato tessile liniero.

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.*

Essendo molto difficilmente soggetti a marcescenza i filati di ramié sono preferiti ad altri per la fabbricazione di vele, reti, gomene, per cucire le scarpe, ecc.

Non importa quante volte venga lavato, il colore del tessuto ramié non sbiadisce, e non importa quanto a lungo venga indossato, la lucentezza non scompare.

### 8.2 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. Le fibre vegetali potrebbero infatti costituire una alternativa interessante alle fibre attuali (soprattutto alle fibre minerali quali l'asbesto e le fibre di vetro) o quantomeno, affiancarsi a queste, in tutte quelle applicazioni per le quali sia necessaria una prestazione globale, valutabile in termini di *life cycle analysis* dei manufatti. Studi condotti a questo riguardo hanno mostrato che le fibre di ramié potrebbero essere impiegate nei manufatti compositi con rinforzo fibroso grazie alle loro buone caratteristiche meccaniche con una resistenza alla trazione di 950 MPa e con un modulo elastico di circa 65 GPa, che ben compete con quello delle fibre di vetro (70-90 GPa) (Angelini *et al.*, 2000).

### 8.3 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).

#### **8.4     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. In generale un buon foraggio di ramié contiene: proteine grezze (30%), fibra grezza (13,1%), lipidi (4,4%), ceneri (18,2%) ed estratti in azotati (34,2% sulla sostanza secca) (Marcelli, 2000).

Nell'ottica di uno sfruttamento totale della pianta è importante questa possibilità di utilizzare i sottoprodotti della lavorazione della fibra per uso zootecnico.

## BIBLIOGRAFIA

**ANGELINI F.** 1965. *Ramié*. In: Coltivazioni Erbacee vol.1, 540-544.

**ANGELINI L.G., LAZZERI A., G. LEVITA, D. FONTANELLI, C. BOZZI** 2000. *Ramie (Boehmeria nivea (L.) Gaud.) and Spanish Broom (Spartium junceum L.) fibres for composite materials: agronomical aspects, morphology and mechanical properties*. Industrial Crops and products, 11: 145-161.

**ANGELINI L.G., MAFFEI M.** 2000. *Improving cultivation of ramie (Boehmeria nivea Gaud.) under South European conditions: yield and nutrient uptake at different stand densities*. Proceeding 3<sup>rd</sup> International Crop Science Conference, Hamburg 17-22, August, p.143.

**ATKINSON R.R.** 1964. *Jute fibre to yarn*. Temple Press Book, London, pp.212.

**BRUNO F.** 1938. *Il problema nazionale delle materie prime tessili e le ricerche sulla ramia (Boehmeria nivea Hook)*. Lavori del R. Ist. Bot. E del R. Giar. Col. Di Palermo, vol XI, p.1-52.

**CARTER C.** 1939. *Ramie and its manufacture*. Ind. Fibres Rev, 4 : (2) :37-41.

**DE MASTRO G.** 1999. *Boehmeria o Ramié*. In “ Colture da fibra”. A cura di Venturi G. e Amaducci M.T. Edagricole- Ed. agrarie, Bologna, pp:26-32.

**DEMPSEY J.M.** 1975. *Ramie*. Fiber crops. Gainesville: University of Florida Press, pp.90-125.

**FORNAZIERI A.J.** 1991. *Rami uma urticacea de muitos predicados*. Icona editore, Sao Paulo, p.1-79.

**KIM S.G., CHUNG D.H., KWON B.S., LIM J.T.** 1993. *Growth and fibre yield affected by planting density in ramie*. RDA J. Agric. Sci., Upland and Industrial Crops, 35 (2): 137-140.

**KIRBY R.H.** 1963. *Vegetables fibres*. World Crop Books. Leonard Hill, Interscience Publishers, Inc. New York, pp.148-179.

**KUNDU A., ROY A.B.** 1962. *Degumming of ramie*. Jute Bull., 25, (5).



- HOEFER T.** 1966. *The ramie fibre today*. Melliand Textilber, 47, (6).
- IYENGAR R.L.N., BHUJANG K.S.** 1961. *Heard of ramié fibre?* Indian Farming, 11, (8): 12-14.
- JARMAN C.G., CANNING A.J., MYKOLUK S.** 1978. *Cultivation, extraction and processing of ramie fibre: a review*. Trop. Sci., 20 (2): 91-116.
- LAZZERI A.** 1998. *Boehmeria nivea (L.) Gaud.- Specie da fibra e cellulosa- Aspetti biologici, fisiologici e produttivi in prospettiva di una sua utilizzazione industriale*. Tesi di Laurea. Facoltà di Agraria, Pisa.
- MARCELLI A.** 2000. *Ramié, bella fibra e buon foraggio* Terra e Vita 49:74-76.
- PETRUSZKA M.** 1977. *Ramie fibre production and manufacturing*. Rep. Food Agric. Ind. Serv., Agr. Serv.Div., AGS: MISC/77/5. Rome: Food Agric. Organ., pp14.
- ROMAGNOLI M.** 1944. *La ramia. Relazione e monografie agrario-colonial-n.71*. Ist. Agron. Per l'Africa italiana. Firenze,p.1-253.
- TOLONI S.** 2002. *Ramié (Boehmeria nivea Gaud.) nuova coltura da fibra per impiego tessile. Caratteristiche produttive e proprietà fisico-meccaniche delle fibre in un confronto tra due densità di impianto*. Tesi di Laurea. Facoltà di Agraria, Pisa.
- OGGIANO N., ANGELINI L., CAPPELLETTO P.** 1997. *Pulping and paper properties of some fibre crops*. Industrial Crops and Products, 7: 59-67.
- WHITTEMORE H.D., BYROM M.H., HELLWIG R.E.** 1963. *Mechanical harvesting and ribboning of ramie fibres*. US Dep. Agric., Prod. Res. Rep., Agri. Res. Ser., 65, pp.26.

### SITI INTERNET CONSULTATI

Sito dell'orto botanico di Napoli  
[www.ortobotanico.unina.it](http://www.ortobotanico.unina.it)