

***Alma Mater Studiorum – Università di Bologna***

**DOTTORATO DI RICERCA**

**Scienze Ambientali: tutela e gestione delle risorse naturali**

**Ciclo XX**

**Settore scientifico disciplinare di afferenza: AGR/02**

**TITOLO TESI**

**Strategie di sviluppo sostenibile: studio e applicazione della metodologia di analisi degli scenari in campo agro-ambientale**

**Presentata da: Dott.ssa Elena Balducci**

**Coordinatore Dottorato**

**Prof. Carlo Ferrari**

**Relatori**

**Prof. Luigi Bruzzi**

**Prof. Enrico Bonari**

**Esame finale anno 2008**



## ***Ringraziamenti***

Ringrazio il Prof. Luigi Bruzzi per essersi preso la briga di seguirmi durante questi anni di lavoro, ringrazio sentitamente il Prof. Enrico Bonari per essersi fatto carico di questo importante ruolo nell'ambito del corso di dottorato. Un ringraziamento particolare va al Prof. Marco Mazzoncini per la passione che mi ha trasmesso e per il suo apporto sia scientifico che morale.

Ringrazio la Dott.ssa Mariassunta Galli per gli utili consigli che è sempre stata pronta a darmi, assieme agli altri colleghi del Laboratorio Land Lab della Scuola Superiore Sant'Anna per il calore che mi hanno dimostrato durante il periodo più critico del dottorato, in particolare, la Dott.ssa Marta Debolini, la Dott.ssa Elisa Marraccini e il Dott. Davide Rizzo.

Ringrazio l'ARSIA – Regione Toscana nella persona del Dott. Riccardo Russo per avermi dato fiducia nella realizzazione della ricerca sulla coesistenza degli OGM in Toscana e per aver reso disponibili i dati necessari al completamento del lavoro.

Ringrazio l'Istituto Nazionale di Agronomia Francese (INRA - sede di Grignon, Paris) nelle persone di Antoine Messéan, Frédérique Angevin e Mathieu Leclaire per aver reso possibile l'applicazione del modello di simulazione MAPOD alla realtà toscana.

Ringrazio il Dott. Alessandro Santucci per il fondamentale contributo alla messa a punto del modello di simulazione di scenari “toscano”.

Volevo, inoltre, ringraziare le colleghe dell'ENEA di Bologna, nelle persone della Dott.ssa Caterina Rinaldi, Dott.ssa Alessandra Zamagni e Dott.ssa Patrizia Buttol, per aver reso possibile la realizzazione dello studio LCA.

Infine, ma non per importanza, un ringraziamento speciale a Simone per il suo fondamentale contributo sia sul piano scientifico-professionale che affettivo, che è stato sempre presente nei momenti più difficili.



## INDICE

<b>Premessa .....</b>	<b>4</b>
<b>Introduzione .....</b>	<b>5</b>
1. Il concetto di sviluppo sostenibile .....	5
2. Le leggi della sostenibilità.....	7
3. L'obiettivo del lavoro: l'analisi degli scenari come metodologia di studio e applicazione dello sviluppo sostenibile .....	12
<b>PARTE PRIMA: ASPETTI METODOLOGICI.....</b>	<b>14</b>
<b>La metodologia di analisi degli scenari</b> .....	<b>14</b>
1. Origine e significato del termine .....	14
2. Il campo di analisi mediante scenari e gli sviluppi nei vari settori.....	17
2.1 Sviluppi della metodologia nel settore strategico-militare e delle relazioni internazionali .....	17
2.2 Sviluppi in campo tecnologico, economico e delle strategie aziendali.....	18
3. Le caratteristiche degli scenari .....	19
3.1 L'argomento dello studio di scenario .....	19
3.2 La scala temporale.....	20
3.3 La scala spaziale .....	20
3.4 La natura dei dati .....	21
3.5 Metodi di raccolta dati.....	21
3.6 La natura delle risorse.....	22
3.7 La natura delle condizioni istituzionali.....	22
3.8 Il livello di integrazione.....	22
4. La costruzione degli scenari .....	22
4.1 La progettazione dello scenario .....	23
4.2 La stesura dello scenario.....	25
4.3 La valutazione dello scenario .....	30
5. Limiti e controversie della metodologia.....	31
6. I punti di forza della metodologia .....	33
7. Le linee di sviluppo della metodologia .....	34
<b>PARTE SECONDA: APPLICAZIONI .....</b>	<b>36</b>
<b>Analisi degli scenari delle possibilità di sviluppo di filiere agro-industriali non-food in Toscana</b> .....	<b>37</b>
1. Principali colture, impieghi e politiche dell'agricoltura non-food .....	37
2. Le filiere non-food in Toscana .....	39
3. Gli obiettivi dello studio .....	41
4. La metodologia di analisi: obiettivi e strumenti .....	42
4.1 Le filiere e gli stakeholders: le griglie analitiche e i tavoli di filiera .....	45
5. L'analisi delle filiere non-food .....	55
6. Analisi degli scenari .....	63
6.1 Le "variabili di scenario".....	63
6.2 Gli "scenari" .....	64
6.3 L'analisi di scenario .....	65
6.4 I risultati .....	65
7. Analisi dei vincoli e delle opportunità.....	66
7.1 Filiera biocarburanti .....	66
7.2 Filiera biolubrificanti.....	76
7.3 Filiera delle biomasse lignocellulosiche a destinazione energetica .....	80
7.4 Filiera dei biopolimeri .....	87
7.5 Filiera dei coloranti naturali .....	91
7.6 Filiera delle fibre vegetali.....	98
7.7 Filiera dei fitofarmaci di origine vegetale.....	102
8. Individuazione delle ipotesi strategiche attuabili per ciascuna filiera in relazione ai diversi scenari .....	107

9. Sviluppo delle linee di intervento: orientamento della ricerca, delle iniziative politico-istituzionali e dei soggetti portatori di interesse .....	116
9.1 Uno scenario favorevole: percezione dei cambiamenti climatici e prezzi del petrolio.....	116
9.2 Il vincolo dei prezzi di mercato .....	117
9.3 Orientamenti nelle colture e nelle politiche del non-food in Toscana .....	117
10. Proposte strategiche per lo sviluppo delle filiere non-food in Toscana.....	127
10.1 Accordi quadro di filiera .....	128
10.2 Posizionamento sul mercato .....	128
10.3 Riduzione dei costi di produzione agricola e di prima lavorazione.....	129
10.4 Politiche di comunicazione e formazione.....	130
10.5 Politiche di marchio e certificazione .....	130
10.6 Adeguamento degli aspetti normativi e dei regolamenti .....	131

## Analisi degli scenari di coesistenza tra colture convenzionali e colture Geneticamente Modificate (GM) in Toscana 133

1. Il quadro di riferimento .....	133
2. Stato dell'arte sulla coesistenza.....	134
2.1 Opinione pubblica e del consumatore .....	135
2.2 Influenze economiche.....	138
2.3 Impatto sugli organismi non-target.....	141
<u>Trasferimento genetico orizzontale</u> .....	142
<u>Impatto dei transgeni vegetali sulle api</u> .....	143
<u>Impatto che le api possono avere sui transgeni vegetali "pollen and gene flow"</u> .....	147
<u>Trasferimento genico trasversale</u> .....	148
3. Le sperimentazioni di campo .....	148
3.1 Materiali e metodi .....	148
<u>Fase di impianto e coltivazione</u> .....	148
<u>Controllo finale</u> .....	150
3.2 Risultati delle prove anno 2005 .....	151
3.3 Risultati delle prove anno 2007 .....	161
4. Analisi della coesistenza .....	170
4.1 Il concetto di coesistenza.....	170
4.2 Analisi della coesistenza a livello aziendale.....	171
<u>La filiera ed i soggetti coinvolti</u> .....	171
<u>Fase sementiera</u> .....	173
<u>Fase agricola</u> .....	174
<u>Fase di stoccaggio</u> .....	180
<u>Fase di trasformazione</u> .....	181
<u>Fase di allevamento</u> .....	182
4.3 Analisi della coesistenza a livello territoriale.....	183
<u>Applicazione del modello di simulazione di scenari "MAPOD" alla realtà toscana</u> .....	187
<u>Un nuovo modello di simulazione per la determinazione degli scenari relativi alla diffusione dei pollini GM</u> .....	191
5. Analisi del monitoraggio della coesistenza .....	196
5.1 Il sistema dei controlli OGM in Toscana.....	196
<u>Il ruolo di ARSIA</u> .....	196
<u>Il ruolo del Servizio Sanitario</u> .....	197
<u>Il ruolo di ARPAT</u> .....	198
5.2 Analisi economica dei metodi di monitoraggio degli OGM.....	199
<u>Metodi per la rilevazione delle proteine</u> .....	199
<u>PCR</u> .....	199
6. Analisi comparativa e classificazione dei costi della coesistenza .....	200
7. Applicazione dello strumento di analisi LCA – Life Cycle Assessment all'analisi della coesistenza .....	207
7.1 Il campo di applicazione della LCA .....	207
7.2 La struttura di una LCA.....	208
7.3 L'analisi degli impatti di una LCA .....	208
7.4 Il contesto applicativo: la comparazione degli impatti ambientali del mais convenzionale rispetto al mais GM.....	209
8. Analisi degli impatti della coesistenza .....	217
8.1 Analisi degli impatti della coltivazione di colture GM su ecosistemi e agroecosistemi.....	217
<u>Inquinamento genetico</u> .....	217

<u>Interazione con le catene trofiche degli ecosistemi e agroecosistemi</u> .....	218
Azione delle tossine.....	218
Azione degli inibitori di proteasi.....	220
8.2 Indicatori di impatto ambientale per il monitoraggio degli OGM.....	222
<b>Considerazioni conclusive</b> .....	<b>225</b>
<b>Bibliografia consultata</b> .....	<b>226</b>
1. Introduzione .....	226
2. Parte prima: aspetti metodologici.....	226
3. Parte seconda: applicazioni .....	229
3.1 Caso studio filiere non-food .....	229
<u>Filiera biocarburanti</u> .....	229
<u>Filiera biolubrificanti</u> .....	238
<u>Filiera biomasse lignocellulosiche a destinazione energetica</u> .....	240
<u>Filiera biopolimeri</u> .....	244
<u>Filiera coloranti naturali</u> .....	246
<u>Filiera fibre vegetali</u> .....	249
<u>Filiera fitofarmaci di origine vegetale</u> .....	252
3.2 Caso studio coesistenza OGM.....	254
<u>Rassegna bibliografica dello stato dell'arte sulla coesistenza</u> .....	254
<u>Riferimenti bibliografici del testo</u> .....	262
4. Pubblicazioni scaturite dal lavoro di tesi (in ordine temporale) .....	265

## Premessa

L'obiettivo del lavoro svolto nell'ambito del ciclo di dottorato è stato quello dell'applicazione della metodologia di analisi degli scenari, nell'ottica dello studio e applicazione di un metodo di analisi integrato e multidisciplinare che consenta individuare strategie di sviluppo sostenibile in relazione alla questione indagata.

Lo studio sviluppato nel corso del dottorato è stato impostato su presupposti forniti dalla Regione Toscana (in entrambi i casi di studio trattati), che ha finanziato, attraverso la sua Agenzia Regionale per lo Sviluppo e Innovazione in ambito Agricolo (ARSIA), due Progetti di ricerca volti all'individuazione di strategie di sviluppo sostenibile concernenti due tematiche di particolare interesse in ambito regionale: lo sviluppo di coltivazioni non-food (biocarburanti, biomasse da energia, biopolimeri, biolubrificanti, fibre vegetali, coloranti naturali, fitofarmaci di origine vegetale) e la valutazione della possibilità di coesistenza tra colture convenzionali (non Geneticamente Modificate) e colture GM, in relazione alla Raccomandazione della Commissione 2003/556/CE che afferma che deve essere garantita la coesistenza tra colture transgeniche, convenzionali e biologiche, ovvero che devono essere presenti le condizioni per cui ciascun metodo di coltivazione possa poter essere adottato e praticato in UE.

La sostenibilità delle situazioni studiate è stata valutata fornendo informazioni non solo per la situazioni attuali, ma anche per possibili evoluzioni future, così come richiesto dai principi dello sviluppo sostenibile. A tal proposito, occorre applicare metodologie di analisi che consentano di poter identificare obiettivi strategici in funzione dei cambiamenti che potrebbero essere registrati, in corrispondenza dell'evolversi delle diverse situazioni nel tempo. La metodologia di analisi in grado di soddisfare questi requisiti può essere identificata nell'analisi di scenario (*scenario analysis*), che si configura come uno strumento di analisi strategica in grado di riassumere numerose informazioni e dati riferiti agli attori, agli obiettivi, agli strumenti, alle cause ed agli effetti indotti da un cambiamento che potrebbe essere provocato da uno o più fattori contemplati nel corso dell'analisi. Questo metodo di analisi rappresenta un'importante strumento di ausilio alla definizione di politiche e strategie, che si rende particolarmente utile nel campo della *public choice*, come dimostrato dalle applicazioni presentate nel corso del lavoro.



## Introduzione

### *1. Il concetto di sviluppo sostenibile*

Il concetto di sviluppo sostenibile è stato ufficialmente introdotto nel 1987 dalla Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo (WCED), conosciuta come Commissione Brundtland, per la quale lo sviluppo è sostenibile “qualora assicurati il soddisfacimento dei bisogni delle generazioni presenti senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri”. Questo concetto si concretizza in un percorso da compiere per migliorare la qualità della vita e l'equità tra le generazioni, impedendo l'impovertimento delle generazioni future e arrestando il degrado ambientale, tenendo sempre presente la capacità di carico della Terra per mantenere l'equilibrio tra le risorse e i consumi, secondo le tre diverse dimensioni dello sviluppo: economica, ecologica e sociale.

Il principio dello sviluppo sostenibile secondo la Commissione Brundtland può essere riassunto secondo lo schema proposto nella figura sottostante.

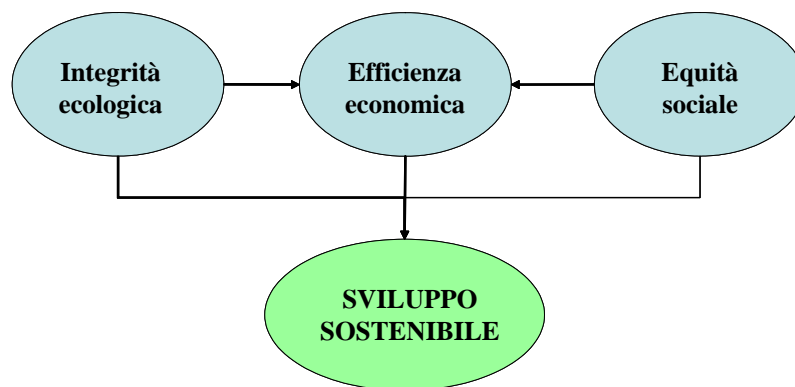


Fig. 1- Principio dello sviluppo sostenibile secondo la Commissione Brundtland.

Da quanto esposto, emergono alcune importanti considerazioni (Ferlaino, 2005), sulle quali è utile riflettere:

1. la ricerca della sostenibilità assume il benessere della specie umana ed il soddisfacimento dei suoi bisogni come elemento centrale di riferimento;
2. la sostenibilità introduce un soggetto non ancora formalizzato in ambito giuridico, ovvero un diritto delle generazioni future e quindi una forma di cittadinanza potenziale;
3. la sostenibilità ha una dimensione globale irrinunciabile: il locale non può che rapportarsi al globale, con cui intrattiene relazioni per la soddisfazione dei bisogni attuali e futuri;
4. la sostenibilità introduce una legge di conservazione: alla popolazione umana devono essere date in futuro le stesse possibilità di oggi.

Il quarto postulato pone l'attenzione su cosa deve essere conservato nel tempo; se si ipotizza che la formazione del benessere si basi su diversi capitali (capitale naturale rinnovabile e non rinnovabile, capitale sociale, capitale umano, capitale tecnologico e capitale inteso come *know how*, conoscenze), allora la legge di conservazione riguarda la sommatoria dei diversi tipi di capitale a disposizione delle generazioni umane, che nel tempo deve essere costante, altrimenti può considerare ogni singolo capitale come importante e centrale per l'equilibrio socio-ambientale.

La *sostenibilità debole* sostiene il primo punto di vista, che può essere espresso con la seguente formula:

$\begin{aligned} & \textit{capitale naturale} + \textit{capitale sociale} + \textit{capitale tecnico e artificiale} + \textit{capitale conoscitivo} \\ & + \textit{ecc.} = \textit{costante} \end{aligned}$
---

mentre la *sostenibilità forte* può essere espressa con la formula:

$$\textit{capitale naturale} = \textit{cost. 1}$$

$$\textit{capitale sociale} = \textit{cost. 2}$$

.....

$$\textit{ecc.} = \textit{cost. n}$$

In pratica, mentre nel primo caso le diverse forme di capitale sono sostituibili, nel secondo, si considerano insostituibili.

E' chiaro che in base al riferimento teorico assunto si hanno definizioni diverse di sostenibilità che, partendo dalla centralità dei bisogni umani, giungono a risultati del tutto differenti. Non solo, la questione diviene ancora più complessa in base agli indicatori stabiliti per il mantenimento dell'equilibrio. Infatti, è chiaro, che se il riferimento quantitativo, ovvero la costante, è rappresentata dal PIL (Prodotto Interno Lordo) per un abitante degli Stati Uniti o della Svizzera o quello dell'India, si hanno diverse situazioni e si possono, o meno, giustificare interventi economici, sociali, ambientali, sia alla scala locale che globale. Il campo di valutazione cambia se al posto del PIL prendiamo in considerazione un indice come il *Genuine Progress Indicator* (GPI) o l'*Human Development Index* (HDI) o ancora l'*Index of Economic Well-being* di Osberg, ecc., vale a dire indicatori non fondati esclusivamente su variabili economiche.

Sostenibilità forte e debole, che come abbiamo visto assumono entrambe il benessere della specie umana come elemento centrale di riferimento, si differenziano soprattutto nel fatto che la prima ritiene il capitale naturale sostituibile dal capitale umano prodotto, mentre la seconda afferma che il capitale naturale non è sostituibile. La sostituibilità o meno del capitale naturale implica conseguentemente la sostituibilità o meno dei "servizi naturali" che questo svolge e che sono vitali per la sopravvivenza della specie umana: cattura

dell'energia solare e sua successiva messa a disposizione sotto forma di biomassa, regolazione del clima, dei flussi idrici, dell'ossigeno e della CO<sub>2</sub> dell'atmosfera, ecc..

La differenziazione tra sostenibilità forte e debole non è marginale in quanto implica una serie di conseguenze diverse delle politiche e delle azioni orientate alla preservazione dell'ambiente. Se, infatti, il capitale naturale è sostituibile, le politiche e le azioni di preservazione ambientale saranno certamente orientate a ridurre gli impatti derivanti dall'opera di trasformazione e a mitigarne gli effetti attraverso opportune tecniche e progetti ad hoc.

La sostenibilità debole è tuttavia molto “debole” scientificamente in quanto (Ferlandino, 2005):

1. presuppone una crescita zero;
2. presuppone che qualità diverse di capitali siano sempre sostituibili e questo può non essere vero per ogni tempo e per ogni luogo e per le varie forme di capitale.

Dall'altro lato, anche la sostenibilità forte è “debole” scientificamente, in quanto è una costruzione platonica che, nelle forme più estreme, non ammette cambiamento sociale ed economico, ma solo conservazione dell'esistente o, peggio, del pre-esistente. Nella realtà dei fatti, la protezione ambientale dovrebbe essere impostata e realizzata cercando, da un lato, di conservare l'esistente riducendo gli impatti e, dall'altro, di ottimizzare i processi rendendoli più efficienti e migliorando la gestione degli stessi da parte dell'uomo.

## ***2. Le leggi della sostenibilità***

Il “ciclo” relativo alla sostenibilità riesce a chiudersi se vengono rispettate alcune leggi di conservazione, elaborate dall'economista e ambientalista Herman Daly:

1. *principio della capacità di carico*: il peso complessivo deve essere riportato al livello in cui non supera la capacità di carico della natura;
2. *principio del rendimento sostenibile*: il prelievo di risorse rinnovabili non dovrebbe superare la loro velocità di riproduzione;
3. *principio della capacità di assorbimento*: lo scarico di emissioni nell'ambiente non dovrebbe superare la capacità di assorbimento dei ricettori;
4. *principio di sostituzione*: il prelievo di risorse non rinnovabili dovrebbe essere compensato dalla produzione di una pari quantità di risorse rinnovabili che a lungo termine siano in grado di sostituirle.

Questi principi, in realtà, fanno da corredo ad un unico principio che definisce l'equilibrio tra prelievo e rigenerazione. Si tratta di una logica sistemica in cui gli input sono rappresentati dai prelievi di capitale naturale e l'output dalle emissioni, dai rifiuti, ovvero dagli scarti del sistema in genere. Se la struttura è sostenibile, non accumula output nel tempo, dato che esiste un meccanismo di retroazione tale per cui gli scarti, ossia il carico ambientale, divengono risorse e le emissioni vengono riassorbite dalla biocapacità del sistema.

Per poter entrare nel dettaglio delle leggi della sostenibilità occorre analizzare la figura seguente.

La fase di trasformazione del capitale naturale è scomponibile in tre sottofasi distinte e interconnesse tra loro dalle leggi di conservazione.

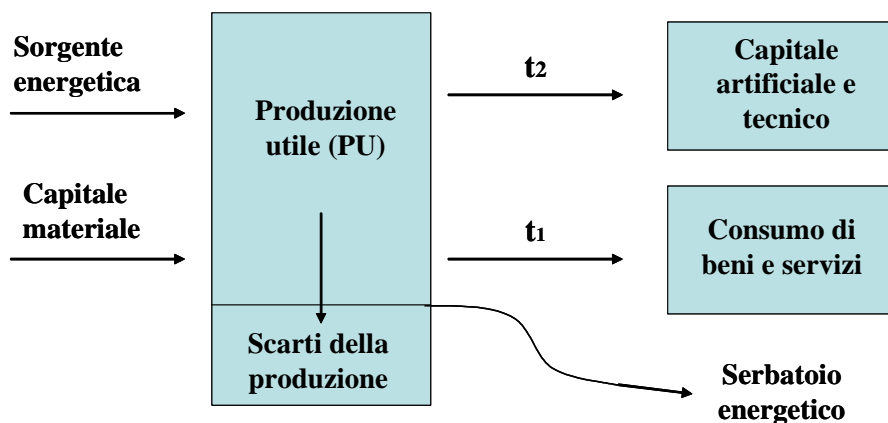


Fig. 2– Rappresentazione delle leggi della sostenibilità (fonte: Ferlaino, 2005)

Analizzando la figura, possiamo notare che la produzione utile si trasforma o in consumo di beni e servizi oppure va a costituire capitale artificiale e tecnico, che incrementa il capitale fisso di una determinata collettività e che, come ha messo ben in evidenza l'economista indiano Partha Dasgupta (2004), esprime la ricchezza effettiva della trasformazione produttiva delle risorse da parte dell'uomo.

Il *capitale fisso* è fortemente legato ad un luogo e a un territorio definiti e costituisce la ricchezza di un determinato sistema locale. Esso rappresenta la somma di capitale naturale e dell'applicazione umana (Ferlaino, 2005).

L'*applicazione umana* si può distinguere, in prima approssimazione, in due grandi branche concettuali: la *tecnica*, cioè il sapere tecnico accumulato che costituisce un fattore determinante della conoscenza locale (l'"atmosfera industriale" di Alfred Marshall, piuttosto che il capitale umano disponibile, ecc.) e la *tecnologia*, ovvero l'applicazione della scienza e della tecnica al capitale fisso accumulato. I metodi attraverso cui la scienza e la tecnica si trasformano in capitale fisso sono studiati ampiamente da economisti, territorialisti, storici, ecc..

Il capitale fisso è pertanto il risultato di una attività umana complessa e collettiva in cui giocano un ruolo determinante gli scienziati e i formatori, lo Stato e la Pubblica Amministrazione, i lavoratori produttivi e dei servizi, gli imprenditori e tutti coloro che entrano nella produzione diretta o indiretta dello stesso. Il capitale fisso va a definire la ricchezza locale ed esprime la forma materiale dell'ordine sociale, mentre i consumi di beni e servizi hanno segno negativo, in quanto trasformano in scarti la ricchezza accumulata.

I consumi distruggono e creano entropia, mentre la produzione crea ordine o meglio neghentropia. Come dimostra la teoria delle “strutture dissipative” di Prigogine (1979), è possibile creare nuovo ordine, ovvero nuovo capitale e nuova ricchezza locale, solo se dissipa energia, cioè se si dispone di una sorgente di energia e di un serbatoio. Con le dovute approssimazioni, possiamo considerare “sorgenti” le varie forme di energia fornite dal capitale naturale (depositi petroliferi e di gas, energia solare, eolica, ecc.) e “serbatoi” i diversi scarti sia materiali (rifiuti) che energetici (calore immesso nell’ambiente). Si può affermare che più l’ordine sociale e territoriale è complesso, maggiore è la dissipazione di energia necessaria e pertanto maggiore è il consumo di capitale naturale energetico. Il problema della sostenibilità ambientale sarà allora quello di utilizzare un capitale naturale (materia ed energia) rinnovabile entro un tempo relativamente breve (una generazione). Ricapitolando, la produzione trasforma il capitale naturale, materiale ed energetico, in capitale fisso territoriale e in consumi per la popolazione. Anche il capitale fisso territoriale è un prodotto di consumo ma, a differenza dei consumi propriamente detti, esso ha alcune caratteristiche importanti: ha una componente collettiva che lo connota (strade, ponti e infrastrutture in genere) e, soprattutto, il suo consumo richiede tempi lunghi.

Il tempo  $t_{(1)}$  dei consumi di beni deperibili e servizi è un tempo corto che non sedimenta quindi sul territorio ricchezza. Questa forma di consumi enfatizza piuttosto la ricchezza personale e, nel brevissimo periodo, i beni e i prodotti si trasformano in scarto.

Diverso è il tempo  $t_{(2)}$  che è un tempo lungo di consumo e quindi di trasformazione dei beni in scarti. Tutto ciò che non è scartato (nelle tre diverse forme di rifiuti solidi, acque reflue ed emissioni) in un tempo relativamente breve esprime il capitale fisso, ovvero una particolare forma di ricchezza territoriale data dal capitale artificiale e tecnico. Esso costituisce il capitale strutturale locale che è fondamentalmente fatto da capitale costante produttivo, che corrisponde in maniera prevalente al patrimonio infrastrutturale (strade, ponti, vie di comunicazione, ecc.).

Questo capitale è estremamente importante, perché indica la ricchezza strutturale di un sistema territoriale, ovvero il suo capitale storico ma anche demografico, tecnico, organizzativo. Anch’esso produce degli scarti (vuoti urbani, vecchie tecnologie, vecchie infrastrutture) che necessitano di un processo di assorbimento e rigenerazione.

In generale, si può dire che il processo di trasformazione del capitale naturale si distingue quindi in tre fasi: la produzione, il consumo di breve periodo e il consumo di lungo periodo.

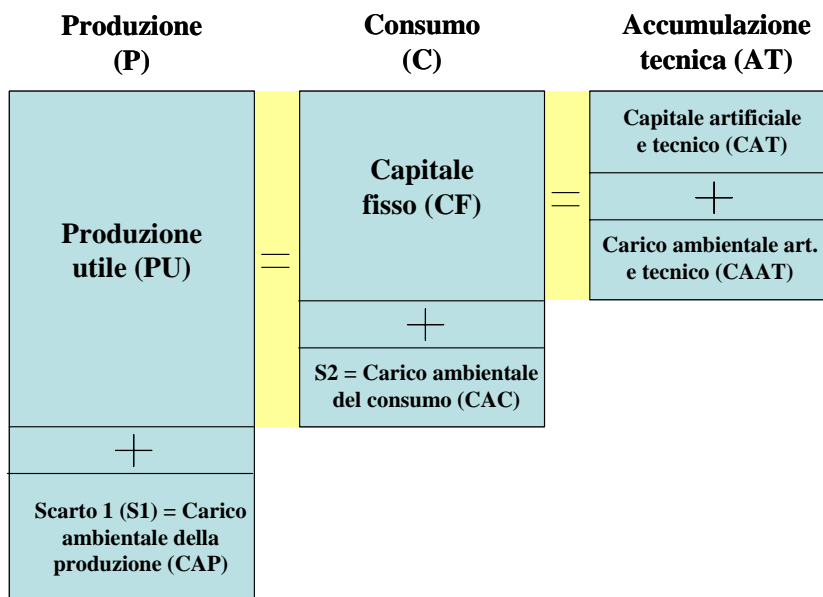


Fig. 3 – Fasi della trasformazione del capitale naturale (fonte: Ferlaino, 2005)

Conseguentemente a quanto esposto si hanno le seguenti leggi di conservazione:

$$I \quad (P) = (PU) + (CAP)$$

$$II \quad (PU) = (C) = (CF) + (CAC)$$

$$III \quad (CF) = (AT) = (CAT) + (CAAT)$$

$$IV \quad (CAT) + (CAAT) + Biocapacità = costante$$

$$V \quad (CAP) + (CAC) + (CAAT) = Capitale naturale rigenerato$$

La sottofase della produzione è scomposta in una produzione utile di beni, più una produzione di scarti, che costituiscono il carico ambientale dato dalla produzione. La produzione utile di beni si trasforma in consumo che sarà a sua volta formato da un capitale fisso più uno scarto. Lo scarto viene considerato nelle sue tre forme comunemente riconosciute: di acque reflue urbane, di rifiuti solidi urbani (RSU) e di emissioni (dovute principalmente al riscaldamento e al traffico). La formula (IV) indica che la somma del capitale tecnico e della biocapacità dovrebbe mantenersi costante. Le soglie di variazione della relazione tra biocapacità e capitale tecnico consumato sono in stretta relazione ai consumi di breve periodo. Se la capacità della biomassa resta costante nel tempo, non vengono generate biotecnologie in grado di incrementare la biocapacità del sistema e permettere la rigenerazione e il mantenimento dei processi di regolazione ambientale, allora un incremento del capitale territoriale, inteso come capitale artificiale tecnico (CAT), necessita di una diminuzione dei consumi della popolazione. Per capire meglio questo punto, occorre spiegare brevemente la differenza tra biomassa e biocapacità. La

*biomassa*, generalmente misurata in chilogrammi o in ettari, rappresenta in questo contesto la quantità di organismi viventi vegetali e animali, mentre la *biocapacità* è una misura energetica della biomassa. Il vincolo posto è solo di tipo quantitativo ed ha la funzione di sviluppare un capitale di sostituzione, sia artificiale che tecnico, permettendo lo sviluppo socio-economico, o meglio la ricerca per un più efficiente uso dei materiali e dell'energia. La formula (V) afferma infine l'equilibrio tra gli usi del capitale naturale e la rigenerazione dello stesso.

Lo schema per essere completo a livello globale necessita della retroazione data dal capitale naturale (CN) nel suo complesso, che fornisce quattro sottoclassi di servizi essenziali: di assorbimento, regolazione ambientale, rigenerazione e accumulazione di materia ed energia (vedi Figura 4 ). La natura è cioè in grado di assorbire particolari carichi ambientali e trasformarli in elementi naturali, di regolare alcuni importanti cicli energetici, di rigenerare il suo capitale e di accumularlo.

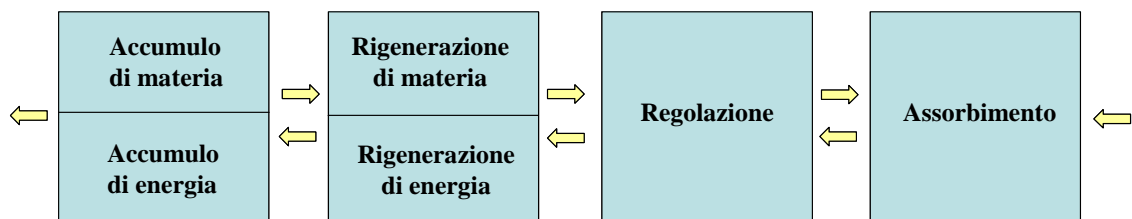


Fig. 4 – I servizi del capitale naturale

Tra i vari servizi materiali del capitale naturale esistono complesse relazioni, ma una delle cose che è più importante conoscere è che la morte degli organismi che costituiscono la biomassa o biocapacità del sistema, ossia l'insieme degli organismi vegetali (fitomassa) e animali (zoomassa) viventi, si trasforma in necromassa e quindi in materia organica fossile che potrà essere utilizzata sia per i servizi materiali che per quelli energetici e che costituisce parte del capitale naturale accumulato dal sistema terra: il petrolio, il gas e tutti i materiali fossili organici costituiscono esempi di questo capitale accumulato.

La nostra civiltà ha scoperto questa ricchezza accumulata e la sta utilizzando, sia sotto forma energetica che di nuovi materiali, che ha dato luogo ad una crescita economica che mai era stata tale nella storia. Il passaggio dall'uso energetico della biomassa all'utilizzo di questo fondo di origine organica di energia è certo la rivoluzione più importante dell'umanità e della civiltà occidentale, ma questa rivoluzione sta comportando un enorme problema di "chiusura del ciclo" della sostenibilità. La trasformazione e il consumo energetico di questa riserva di sostanze organiche produce infatti anidride carbonica, che solo la fitomassa è in grado di riassorbire e che avrebbe dovuto crescere in proporzione allo svuotamento dei serbatoi di materia prima organica fossile.

La legge di sostituzione delle due forme di capitale ci dice, cioè, che maggiore è l'utilizzo del capitale fossile accumulato, maggiore dovrebbe essere la biocapacità del sistema atta ad assorbirlo. L'aumento della quantità o densità della fitomassa dovrebbe consentire di rispettare i requisiti della sostenibilità, lasciando alle generazioni future le stesse

potenzialità della generazione attuale, e mantenere, o meglio migliorare, l'attuale livello di biodiversità presente. La conservazione della biodiversità (sia animale che vegetale) rappresenta infatti un'altra condizione necessaria, dettata dalle leggi di conservazione della sostenibilità ambientale.

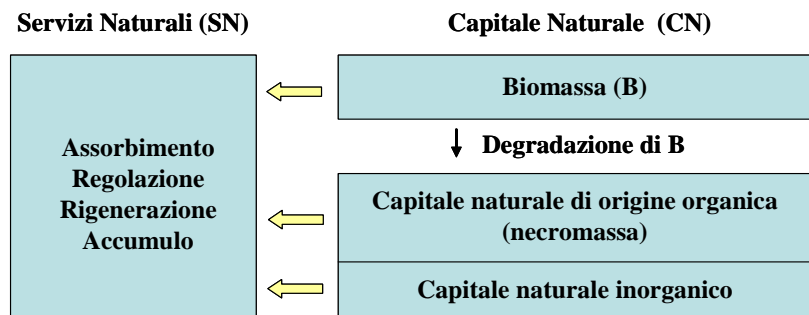


Fig. 5 – Le forme del capitale naturale (fonte: Ferlaino, 2005)

### 3. *L'obiettivo del lavoro: l'analisi degli scenari come metodologia di studio e applicazione dello sviluppo sostenibile*

Nelle enunciazioni del concetto di sviluppo sostenibile della *World Commission on Environment and Development* (WCED, 1987), sulla scorta delle quali, lo sviluppo è assunto come sostenibile quando sia capace *“to ensure that it meets the needs of present without compromising the ability of future generation to meet their own needs”*, la Commissione pone in primo piano la dimensione ecologica del problema, assumendo cioè la gestione dell'ecosistema come il cardine di un sistema di tre obiettivi, che comprendono, come precedentemente accennato:

1. integrità ecologica;
2. efficienza economica;
3. equità sociale, intra- e inter-generazionale (pari possibilità di accesso allo sviluppo).

Questo disegno teleologico è nato per effetto di due esigenze, che furono, e sono tuttora, al centro di tensioni tra mondo sviluppato e Paesi in via di sviluppo: la prima esigenza è quella di far fronte alle conseguenze dei cambiamenti globali sulle condizioni ecologiche del Pianeta, dovute al riscaldamento dell'atmosfera e al degrado delle risorse naturali, soprattutto delle risorse biotiche; la seconda esigenza è invece quella di trovare soluzioni per attenuare i divari economici tra Paesi sviluppati e Paesi in via di sviluppo.

Per affrontare questa tipologia di problematiche, occorre applicare metodologie di analisi che consentano di identificare obiettivi strategici in funzione dei cambiamenti che potrebbero essere registrati in corrispondenza dell'evolversi delle diverse situazioni nel tempo. In quest'ottica, risulta fondamentale l'implementazione di strategie attuative che tengano conto dell'evolversi delle situazioni nel tempo, ponendo l'attenzione nei riguardi del futuro e di ciò che da esso potrebbe essere raffigurato.



La metodologia di analisi in grado di soddisfare questi requisiti può essere identificata nell'”analisi di scenario” (*scenario analysis*) che si configura come uno strumento di analisi strategica in grado di riassumere numerose informazioni e dati riferiti agli attori, agli obiettivi, agli strumenti, alle cause ed agli effetti indotti da un cambiamento che potrebbe essere provocato da uno o più fattori contemplati nel corso dell'analisi.

Lo scenario rappresenta la descrizione quali-quantitativa di un insieme di fattori di varia natura (ambientale, economica, sociale, politica, tecnica, ecc.) che definiscono insiemi alternativi di immagini di come il futuro potrebbe realmente essere. I risultati dell'analisi di scenario consentono di avviare processi di pianificazione di breve, medio e lungo termine portando alla valutazione delle opzioni strategiche. Questo metodo di analisi rappresenta uno strumento di ausilio alla definizione di politiche e strategie che si rende particolarmente utile nel campo della *public choice*.

L'analisi di scenario può essere implementata attraverso lo sviluppo di una serie di step che portano, in primo luogo, alla definizione del problema focale (step 1), vale a dire dell'obiettivo strategico che ci poniamo nel corso dell'analisi, per procedere poi con la determinazione dei fattori condizionanti del sistema indagato, rispetto all'obiettivo prefissato (step 2). Tali fattori dovranno essere selezionati in maniera da identificare le effettive *driving forces* o “*variabili di scenario*” del sistema (step 3), sulle quali andare a costruire i possibili scenari alternativi (step 4). In base agli scenari identificati sarà poi possibile indirizzare le scelte strategiche, in relazione al realizzarsi delle diverse alternative di scenario proposte (step 5).

L'obiettivo del lavoro previsto nell'ambito del ciclo di dottorato è stato quello dello studio e applicazione della metodologia di analisi degli scenari in campo agro-ambientale, nell'ottica dell'implementazione di un metodo di analisi integrato e multidisciplinare che consenta di dare risposte concrete in base alle peculiarità della questione indagata.

Nello specifico, sono stati elaborati due casi di studio attinenti alla realtà della Regione Toscana e, comunque, estendibili a qualsiasi altro ambito territoriale. Questi rappresentano delle esemplificazioni a dimostrazione della flessibilità e della possibilità di adeguamento della metodologia ad una varietà di condizioni e situazioni anche molto diverse, per ciascuna delle quali è possibile affrontare l'analisi adeguandosi alle specificità del caso.

I casi di studio analizzati comprendono: l'analisi degli scenari relativi alle principali filiere non-food (biocarburanti, biomasse da energia, biopolimeri, biolubrificanti, fibre vegetali, coloranti naturali, fitofarmaci di origine vegetale) sviluppabili in ambito regionale; l'analisi degli scenari relativi alla possibilità di coesistenza tra colture Geneticamente Modificate (GM) e colture tradizionali nel contesto regionale.

## PARTE PRIMA: ASPETTI METODOLOGICI

### La metodologia di analisi degli scenari

#### 1. Origine e significato del termine

A partire dalla metà degli anni '60, un nuovo termine, sintesi di una nuova metodologia o complesso di tecniche, è venuto occupando uno spazio via via crescente nel campo delle previsioni, soprattutto laddove queste si pongono come supporto per l'analisi e la formulazione delle strategie. Si tratta del termine "scenario". Il primo ad utilizzare in questo senso il termine scenario fu Herman Kahn nel 1967, cui avrebbe fatto seguito in breve tempo uno sviluppo sempre più ampio.

Poiché lo scopo di questo lavoro di tesi riguarda proprio "lo studio e l'applicazione della metodologia di analisi degli scenari" come metodologia di previsione strategica, è necessario innanzitutto ripercorrere sinteticamente il significato e l'origine del termine.

La parola scenario, utilizzata originariamente da Kahn e da altri, non significa in inglese quello che la stessa parola vuol dire in italiano. Nella nostra lingua con scenario si intende di solito l'aspetto generale di un panorama e nel campo teatrale, l'insieme degli sfondi che danno l'illusione di un certo ambiente, dove il termine corrispondente in inglese è *scenery*. "Scenario" in inglese rappresenta la sintesi di una trama, per questo è stato deciso di tradurlo nell'impiego tecnico con "sceneggiatura". Questa versione, anche se corretta da un punto di vista etimologico, non ha incontrato fortuna nella pratica, dato che si è preferito attribuire alla parola italiana scenario lo stesso significato che essa ha in inglese. Nonostante questo, essa mantiene un accenno al significato originale del termine, perché l'obiettivo di uno scenario è proprio quello di fornire una "sintesi degli avvenimenti futuri" e cioè propriamente una sceneggiatura (Martelli, 1979).

In questo senso, la "sintesi" di cui uno "scenario" è espressione risiede tecnicamente tanto nel risultato quanto nel metodo. In altre parole, uno scenario è tale se riesce a riassumere il massimo numero possibile di "variabili" che operano sul futuro, utilizzando metodologie e approcci interdisciplinari. Più che di scenari, appare quindi opportuno parlare di *metodologia degli scenari*, come strumento per formulare previsioni di insieme sul futuro. Prevalentemente il risultato – uno o più scenari concreti – è utilizzato nell'orientamento delle azioni, nella guida del processo di pianificazione strategica.

Ripercorriamo ora brevemente alcune delle definizioni della metodologia di analisi degli scenari, tratte dai principali autori che hanno dedicato spazio e attenzione al problema.

Kahn e Wiener (1967) - "Gli scenari sono sequenze ipotetiche di eventi costruite allo scopo di concentrare l'attenzione sui processi causali e sui punti di decisione; essi rispondono a due tipi di domande: a) come potrebbero alcune situazioni ipotetiche svilupparsi precisamente, fase per fase? b) per ciascun attore e in ciascuna fase, quali alternative esistono per prevenire, sviare o facilitare il processo?"

Jantsch (1967) - “Il termine redazione di scenari caratterizza un metodo che si sforza di stabilire una sequenza logica di avvenimenti, al fine di mostrare come, a partire dalla situazione attuale (o di qualsiasi altra situazione data) può svilupparsi fase per fase una situazione futura. L’obiettivo non è tuttavia quello di predire l’avvenire...si può considerare la redazione degli scenari come una estensione della rappresentazione contestuale, allo scopo di fornire una visione sintetica di tutti gli sviluppi che si possono concepire e che possono essere sottoposti ad una *simulazione sperimentale di una realtà possibile*. Di solito, si procede alla redazione di scenari in un *quadro temporale esplicito*”.

Mesarovic e Pestel (1974) - “Non tutti i processi e le relazioni sono rappresentabili con un modello per calcolatore basato su legami di tipo causa-effetto. Per tenere conto degli aspetti soggettivi, degli strati individuale e di gruppo, vengono studiate opportune *sceneggiature* che costituiscono sequenze alternative di eventi possibili e di scelte sociali e individuali. Per esempio, nello strato di gruppo le decisioni e le scelte relative alla politica demografica vengono rappresentate dalla corrispondente serie di sceneggiature come sequenze temporali di graduali variazioni nel tasso di fecondità”.

Jones (1980) - “Stesura dello scenario. Per rendere più plausibile un futuro alternativo, una previsione può inventare una storia credibile di un possibile corso di sviluppi che portino ad esso. In molti scenari hanno speciale importanza punti sequenziali di decisione che governano la politica. Laddove sia possibile determinare gli scenari con metodi, quali i modelli per elaboratore, essi derivano spesso da una narrazione ricca di penetrazione intuitiva e incorporano in questo modo un elevato grado di previsione del genio”.

Miles (1985) - “Uno scenario indica una sequenza di processi e di eventi attraverso la quale l’attuale stato del mondo (o della nazione, dell’istituzione, eccetera) si sviluppa in qualche futuro stato del mondo (o delle nazioni, delle istituzioni, eccetera)”.

In discipline specialistiche, quali l’economia e la demografia, il termine scenario è utilizzato, e in misura crescente, per indicare la formulazione di diverse ipotesi intorno ad una tendenza centrale estrapolata. Se si proiettano nel futuro tassi di sviluppo o tassi di crescita della popolazione in più ipotesi (alte, medie, basse) e si stimano le specifiche conseguenze di ogni curva sui singoli aggregati economici (prezzi, occupazione, esportazioni, importazioni, ecc.), oppure sugli aggregati sociali (numero e composizione delle famiglie, fabbisogno di educazione, ecc.), le curve economiche e sociali che ne derivano vengono definite singolarmente uno scenario (Overholt, 1985).

Pur nelle loro differenze, da queste definizioni emergono alcuni aspetti comuni: *a. il punto di partenza dello scenario è il presente; b. il punto di arrivo è la descrizione di una o più situazioni future, spesso chiamate “immagini del futuro”; c. lo scenario è la sequenza di eventi che collega il presente al futuro.*

Klein e Linneman (1985) in uno studio compiuto sull’utilizzo degli scenari e delle relative procedure nelle maggiori aziende mondiali (oltre 500), sintetizzano come segue le caratteristiche di consenso degli scenari elaborati:

- a. uno scenario tratteggia uno stato futuro “plausibile” o “possibile” in termini delle questioni o variabili criticamente interdipendenti che definiscono quel futuro, purché esse siano presentate in maniera logica ed endogenamente coerente;
- b. uno scenario può essere una sequenza di eventi, che spiega in che modo evolve uno stato futuro mediante la descrizione delle condizioni che precedono o provocano l’insorgenza dello stato futuro stesso. Oppure, uno scenario può essere “trasversale”, cioè può descrivere uno stato di cose in un dato momento;
- c. visto che uno scenario è un futuro possibile, non deve essere considerato come una previsione diretta;
- d. è possibile elaborare scenari multipli mediante la formulazione di una gamma di futuri possibili in diverse condizioni specifiche, quali per esempio un massimo di ottimismo o di pessimismo, oppure in funzione di una questione di massima importanza, quale la scarsità di energia, la depressione mondiale, eccetera;
- e. uno scenario può essere presentato in forma qualitativa o quantitativa e può essere di lunghezza variabile, da pochi paragrafi a molte pagine.

La previsione del futuro deriva gran parte della sua metodologia dalle tecniche statistiche, applicate ampiamente soprattutto nelle scienze ambientali e biologiche. Di conseguenza, i suoi aspetti analitici tendono ad avere una configurazione statistica, mentre il suo aspetto costruttivo, quando si tratta cioè di costruire uno scenario, è più simile alle arti concettuali (Gill, 1986). In modo abbastanza simile alla formulazione delle strategie, la *costruzione degli scenari* si configura quindi come un “processo creativo e artistico di combinazione di tecniche che hanno invece per lo più un carattere rigoroso, analitico e quantitativo”. Ciò rende quindi inevitabile nel metodo un certo carattere *sincretico*, vale a dire di mescolanza di elementi che hanno carattere reciprocamente incompatibile o quanto meno diverso.

In sostanza, nella letteratura di settore (scenaristica), uno scenario è definito come tale se riassume un ampio numero di variabili che operano sul futuro, utilizzando metodologie e approcci interdisciplinari.

Avendo analizzato gli aspetti cardine che caratterizzano la metodologia, sorge a questo punto spontanea una domanda: “Per quale motivo la metodologia di analisi degli scenari si è sviluppata molto negli ultimi tempi tra le metodologie previsionali, nonostante il *ricosciuto carattere empirico ed eclettico* che la caratterizza?”.

Volendo fornire una risposta di carattere tecnico, gli scenari possono essere molto utili nel tratteggiare un quadro composito del futuro da utilizzare come base decisionale. Si può infatti in questo modo definire le alternative e le scelte che devono essere compiute ed è anche possibile utilizzare una gamma di scenari, cioè di *scenari multipli*, per verificare la solidità di una determinata strategia, mediante la descrizione di una varietà di ambienti, favorevoli e sfavorevoli, con i quali la strategia stessa si troverà a dover fare i conti (Martino, 1982).

Un altro fattore che probabilmente ha contribuito all'espansione del metodo è la sua capacità di *affrontare situazioni di interazione*, in cui cioè individui o gruppi, agendo, influenzano reciprocamente il loro comportamento, in varietà di contesti e situazioni.

## ***2. Il campo di analisi mediante scenari e gli sviluppi nei vari settori***

Il campo dell'analisi mediante scenari di previsione non gode di una interpretazione univoca, per questo non risulta agevole stabilire con precisione che cosa vi rientra e che cosa ne resta fuori.

La definizione forse più consonante appare quella di Brenner (1986): "L'analisi di scenario è un metodo per prevedere e formulare una strategia che si indirizza ai problemi di previsione nelle società moderne, complesse ed in rapido cambiamento. La metodologia è stata sviluppata in ambienti industriali, governativi e militari che sono stati particolarmente soggetti a condizioni di incertezza". Lo scenario, in sostanza, va visto come una metodologia di analisi strategica, che rappresenta l'indirizzo più significativo e più promettente intrapreso in questi ultimi anni.

Questa interpretazione non deve nascondere il fatto che, anche nella letteratura specifica, il termine scenario viene attribuito a molte cose abbastanza disparate.

Gli obiettivi specifici della metodologia possono essere sintetizzati in questo modo (Godet, 1985): identificare le questioni di priorità per lo studio o variabili chiave (dette anche variabili di scenario), determinando le relazioni tra di esse; identificare i principali attori, le loro strategie e i mezzi a disposizione; descrivere, in forma di scenari e utilizzando probabilisticamente le variabili chiave, le ipotesi sul comportamento degli attori e lo sviluppo del sistema.

Porter (1985) identifica l'obiettivo degli "scenari di settore" nell'individuazione delle incertezze del sistema, ed in modo particolare delle incertezze indipendenti, vale a dire quelle che non dipendono da altre variabili dello scenario. Egli aggiunge che i cambiamenti più difficili da individuare sono spesso quelli che si originano al di fuori del settore, quindi in taluni casi è meglio iniziare l'analisi dall'interno del settore, che resta pur sempre l'unità di base di analisi per capire la concorrenza, passando poi all'esterno per determinare eventuali ulteriori fonti di incertezza.

### ***2.1 Sviluppi della metodologia nel settore strategico-militare e delle relazioni internazionali***

L'area dei *problemi strategici* e delle *relazioni internazionali*, soprattutto per quanto riguarda le *situazioni di conflitto*, è stato il primo terreno sul quale la metodologia ha avuto applicazioni e sviluppi importanti. Ancora nel 1967 Jantsch scriveva che fino a quel momento la redazione di scenari era stata applicata soprattutto all'esplorazione di possibili crisi *diplomatico-militari*. Egli diceva tuttavia che proprio Kahn si sforzava in quel momento di applicare la metodologia degli scenari a contesti molto più ampi, vale a dire a

realizzare una sintesi dei futuri possibili delle strutture tecnologiche, economiche, politiche, sociali e culturali.

In realtà, nel periodo successivo, gli sviluppi in questo settore specifico non hanno certamente tenuto il passo, per estensione e importanza, a quelli che si sono avuti in altri, soprattutto quello economico e quello tecnologico. E' vero anche che in una certa misura questa valutazione può essere viziata da difetto di informazione, numerosi lavori in questo settore hanno infatti carattere riservato per ragioni facilmente intuibili. Tuttavia, anche tenendo conto di questo aspetto, la sproporzione per gli sviluppi nei vari settori resterebbe comunque molto alta.

Le ragioni di questa dinamica sono numerose. Innanzitutto, occorre tenere conto che una certa frazione delle analisi di scenario è pur sempre dedicata ai problemi strategici. Tenendo conto della grande espansione nell'utilizzo generale della metodologia, è probabile che la quantità assoluta delle applicazioni in questo settore non sia gran che variata e che quanto viene prodotto sia complessivamente sufficiente. Un secondo fattore è la crescente riluttanza ad effettuare e soprattutto rendere pubbliche analisi previsionali, che abbiano per oggetto problemi *strategico-militari*, soprattutto quando ammettono l'ipotesi di un conflitto generalizzato.

## *2.2 Sviluppi in campo tecnologico, economico e delle strategie aziendali*

Un'area nella quale l'utilizzo della metodologia di analisi degli scenari ha conosciuto una rapida espansione è quella della tecnologia. Sono molti gli studi condotti in questo campo a partire dalla metà degli anni '60, riguardanti numerosi contesti, dalle tecniche e prospettive della produzione mondiale di alimenti, ad analisi compiute per grandi società petrolifere. Nel corso del tempo, gli scenari orientati alla tecnologia sono andati poi confluendo nei due filoni degli *scenari globali* e degli *scenari di settore*.

A loro volta, gli *scenari orientati all'economia* hanno finito per confondersi con i *macroscenari* o *scenari globali*, analizzati soprattutto con la tecnica dei modelli globali. Gli scenari economici globali si sono sviluppati soprattutto a partire dagli anni Settanta e possono concernere sia l'economia mondiale nel suo insieme, sia l'economia complessiva di un paese o di una "regione economica" di paesi, sia un settore economico a livello mondiale.

Contemporaneamente, essi hanno cominciato a diffondersi anche nell'*ambito aziendale*, soprattutto come strumento per la formulazione e l'analisi delle strategie. Klein e Linneman (1985) osservano come è stato a quell'epoca che si è cominciato a documentare il diffuso utilizzo internazionale degli scenari nel processo di pianificazione strategica. L'utilizzo degli scenari divenne molto diffuso in poco tempo in molte aziende industriali americane ed il numero si è andato rapidamente accrescendo e diffondendo negli anni.

Il motivo che ha portato ad una rapida espansione nell'uso degli scenari nel processo di pianificazione strategica è probabilmente nella loro maggiore flessibilità e adattabilità

rispetto a qualsiasi altro metodo previsionale precedentemente conosciuto. In questo modo, essi si sono rilevati particolarmente adatti in un contesto caratterizzato da forte discontinuità e turbolenza e nel quale quindi le situazioni aziendali caratterizzate da *incertezza* (cioè dal dover scegliere tra alternative senza essere in grado, né di conoscerne a priori i risultati, né di attribuire a ciascuno di questi ultimi determinate probabilità di verificarsi) sono diventate man mano prevalenti rispetto alle condizioni di *rischio* (nelle quali chi deve scegliere tra più alternative può determinare a priori gli esiti delle scelte o quanto meno assegnare a questi ultimi determinate probabilità di verificarsi).

Gli scenari si sono inoltre rilevati particolarmente opportuni nell'individuazione dei *rischi/opportunità aziendali* (in questo caso, il termine rischio è utilizzato in senso non probabilistico) che stanno ad indicare fenomeni o eventi che possono manifestarsi per un'azienda o un'organizzazione con modalità, sia positive che negative.

In sostanza, le moderne tecniche di analisi degli scenari si sono diffuse a partire dal periodo dopo-guerra e, in particolare, negli anni sessanta, vennero fondati due centri geograficamente distinti per lo sviluppo delle tecniche di analisi degli scenari, in USA e in Francia (Bradfield *et al.*, 2005).

### **3. Le caratteristiche degli scenari**

Le caratteristiche degli scenari possono essere distinte in base allo scopo e ai processi coinvolti nell'ambito dell'analisi condotta (Van Notten *et al.*, 2003). Nel primo caso, viene preso in considerazione: l'argomento di riferimento dello studio di scenario, la scala temporale e spaziale; mentre nel secondo caso, si fa riferimento alla natura e ai metodi di raccolta dei dati, alle condizioni istituzionali, alla natura delle risorse ed al livello di integrazione del contenuto degli scenari. Vengono di seguito prese in esame le principali caratteristiche degli scenari.

#### **3.1 L'argomento dello studio di scenario**

Le analisi di scenario possono essere distinte in funzione all'argomento indagato in studi basati: su particolari problematiche di rilievo da indagare, su una specifica area di indagine e sulle istituzioni. Generalmente, i primi fanno riferimento ad aspetti che interessano la nostra società; alcuni esempi possono essere: l'analisi di scenario del futuro della televisione (DTN, 2000), il futuro del crimine (DTN, 1997), il futuro delle donne (McCorduck, 1996). I secondi, generalmente esplorano una particolare area geografica, come una nazione, una regione o una città; un esempio a riguardo può essere rappresentato dallo studio sul futuro del Giappone (Nakamae, 1998). Infine, gli scenari detti di tipo istituzionale, vengono suddivisi da un lato in scenari macro, globali, esterni o contestuali e dall'altro, in scenari micro o interni (EEA, Alcamo, 2001). Gli scenari contestuali descrivono il macro-ambiente e conseguentemente, le variabili e le dinamiche in gioco non sono direttamente influenzate dalle istituzioni che conducono o finanziano l'analisi di

scenario. In generale, questa tipologia di scenari ha come obiettivo l'analisi delle interazioni tra variabili e dinamiche nell'ambito di un determinato settore di indagine (ad esempio, in ambito agro-ambientale, potrebbero riguardare studi nel settore delle bioenergie, delle risorse rinnovabili, ecc.). Gli scenari interni, viceversa, sono focalizzati sull'interazione tra variabili e dinamiche interne al sistema, dove le istituzioni in questo caso possono influenzare direttamente le dinamiche indagate. Gli scenari istituzionali sono rappresentati in Figura 6. Sovrapposizioni tra scenari *issue-based*, *area-based* e *institution-based* sono possibili ed anche piuttosto frequenti.

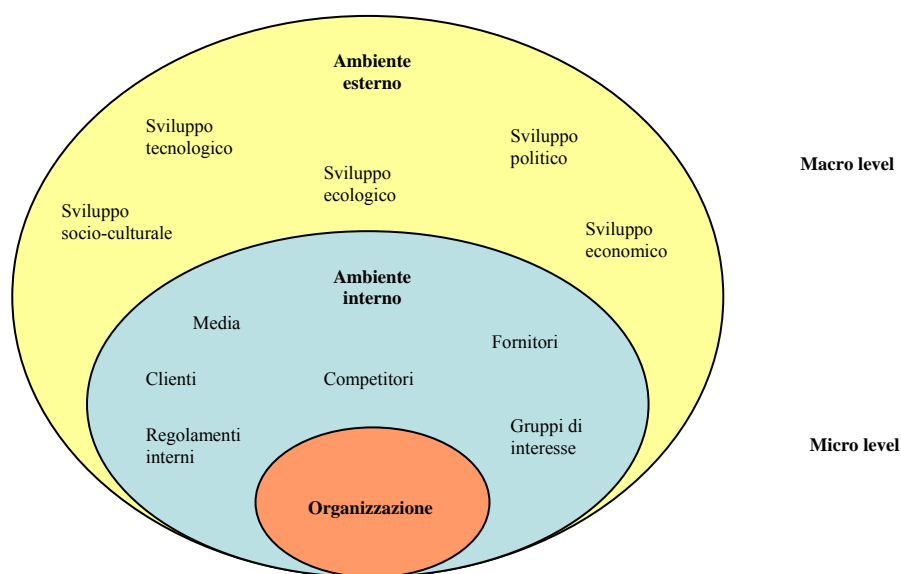


Fig. 6 – Le sfere degli scenari istituzionali (Fonte: Van Notten *et al.*, 2003 su ns. rielaborazione)

### 3.2 La scala temporale

Un'altra importante caratteristica degli scenari è la scala temporale, che può essere distinta in prospettiva di lungo termine o breve termine (EEA, 2000; Rotmans, 2000). La scelta della scala spaziale è strettamente dipendente dal contesto dello studio. Generalmente, per uno scenario una scala di lungo termine deve prendere in considerazione almeno 25 anni, mentre una scala di breve termine deve considerare al massimo 10 anni. Nelle analisi di scenario ad oggi condotte è stata utilizzata una grande varietà di orizzonti temporali distinti tra loro (Brier, 2005).

### 3.3 La scala spaziale

Gli scenari possono essere sviluppati sulla base di differenti scale spaziali, globali, sovranazionali, nazionali, sub-nazionali, regionali, locali (EEA, 2000). L'integrazione di più scale spaziali nel medesimo studio è possibile, ne sono esempi calzanti gli studi di scenario VISION (Rotmans, 2000) e UNEP's GEO-3 (UNEP, 2002).



### 3.4 La natura dei dati

Gli scenari possono essere caratterizzati anche in base alla natura dei dati che convergono nell'ambito dell'analisi. I dati possono essere *qualitativi* o *quantitativi* (EEA, 2000; Rotmans, 2000; EEA, Alcamo, 2001). L'utilizzo di scenari qualitativi o narrativi è appropriato nell'analisi di situazioni complesse con un alto livello di incertezza e quando le informazioni rilevanti non possono essere interamente quantificate. Ad esempio, le informazioni correlate al valore umano, alle emozioni, ai comportamenti, devono essere incorporate in scenari qualitativi, piuttosto che quantitativi. Scenari quantitativi possono essere utilizzati, spesso facendo uso di software e di modelli, per sviluppare previsioni relative a tematiche, quali: energia, tecnologia, macro-economia, ambiente (CPB, 1992; CPB, 1999; EEA, 1999; EEA, 2000; Dammers, 2000; IP, 2000).

Una combinazione di elementi qualitativi e quantitativi può rendere uno scenario più consistente e robusto (Jong, 1998; EEA, 2000; Rotmans, 2000; Dobbinga, 2001). Uno scenario quantitativo può essere arricchito e può essere migliorata la sua comunicabilità con l'aiuto di informazioni qualitative. Allo stesso modo, uno scenario qualitativo può essere testato per plausibilità e consistenza mediante la quantificazione delle informazioni, dove possibile. La fusione di dati quantitativi e qualitativi nella costruzione degli scenari rappresenta in ogni caso un elemento di stimolo e di sfida allo stesso tempo. Tecniche promettenti in questo ambito sono rappresentate dalla modellazione delle cause che hanno lo scopo di incorporare elementi qualitativi, come ad esempio il modello di comportamento degli attori coinvolti nelle dinamiche in gioco, nell'ambito del regno quantitativo delle simulazioni eseguite mediante specifici software (Conte and Castelfranchi, 1995; Gilbert and Troitzsch, 1999; Moss, 2000).

### 3.5 Metodi di raccolta dati

I metodi di raccolta dati descrivono il processo che sta alla base dello sviluppo fattivo di uno scenario. Da un lato, abbiamo metodi di reperimento dei dati basati su approcci partecipativi e dall'altro lato, abbiamo invece metodi di "*desk research*" (Van Asselt *et al.*, 2001; EEA and Toth, 2001). La raccolta di dati mediante metodi partecipativi deve necessariamente includere sia informazioni provenienti da esperti del particolare ambito o settore indagato, che l'altresì importante parere degli *stakeholders*, ovvero dei soggetti realmente coinvolti nell'ambito delle dinamiche indagate. Altre tecniche di analisi partecipativa includono i *focus groups*, le *citizens'juries* (Van Asselt *et al.*, 2001; EEA and Toth, 2001; ) e gli *envisioning workshops* (Street, 1997; O'Brien, 2004). La *desk research* può includere diverse tecniche di raccolta dati, dalla *review* di articoli e riviste scientifiche, alle analisi effettuate mediante simulazioni a computer (CPB, 1999; Van Notten *et al.*, 2003). Esistono poi, anche altri importanti strumenti a supporto dell'analisi di scenario, che

consentono di sostenere la valutazione delle incertezze, incrementando la loro credibilità. In questo senso, uno dei principali strumenti è rappresentato dall'LCA – *Life Cycle Assessment* (Spielmann *et al.*, 2005), di recente introduzione, ma di significativa importanza, nell'ambito degli studi di scenario (Pesonen, 2000; Weidema, 2003; Chermack, 2007).

La *SWOT analysis*, in molti casi, può rappresentare un utile strumento ai fini della sistematizzazione delle informazioni e dei dati raccolti e quindi un utile punto di partenza per la costruzione degli scenari (Bood and Postma, 1997).

### *3.6 La natura delle risorse*

I contenuti e i processi di un'analisi di scenario sono fortemente influenzati dalla natura delle risorse di cui dispone (Van der Heijden, 1996; Schoemaker, 1998; Van der Heijden, 2000; Dobbinga, 2001). In sostanza, la natura delle risorse a disposizione per lo studio, influiscono in maniera diretta sul tempo investito per la realizzazione del progetto, sul numero di persone impiegate nel lavoro e sul loro grado di competenza.

### *3.7 La natura delle condizioni istituzionali*

La natura delle condizioni istituzionali è direttamente influenzata dalla natura delle risorse (Van der Heijden, 1996; WRR, 2000; Schoemaker, 1998; Dobbinga, 2001). Le condizioni istituzionali tendono ad indirizzare i risultati dell'analisi di scenario. Aspetti informali come le relazioni personali e la sensibilità politica possono determinare le condizioni istituzionali e conseguentemente influenzare i risultati dell'indagine. La messa a punto di scenari condizionati determina spesso un'alterazione delle aspettative da parte delle persone direttamente coinvolte nelle dinamiche indagate, causando talvolta variazioni di comportamento da parte di questi ultimi (Gregory, 2001), per questo motivo occorre fare molta attenzione ai condizionamenti, anche in relazione al contesto in cui ci troviamo ad operare.

### *3.8 Il livello di integrazione*

Gli scenari possono essere caratterizzati dal loro livello di integrazione, ovvero il grado di integrazione presente tra le variabili e le dinamiche prese in considerazione nell'ambito dello studio. Un'analisi di scenario con un alto livello di integrazione unifica in maniera interdisciplinare (Schneider, 1997) le variabili rilevanti ai fini dello studio attraverso la scala spaziale e temporale e attraverso gli aspetti sociali, economici, politici, istituzionali e ambientali rilevanti (Rotmans *et al.*, 1994).

## **4. La costruzione degli scenari**

L'analisi dei procedimenti per la costruzione di uno scenario è piuttosto difficile, non tanto per la complessità delle tecniche in sé, quanto per l'estrema varietà concettuale e

applicativa. Tuttavia, *tre fasi* non possono comunque mancare: quella di *progettazione*, quella di *stesura* e quella di *valutazione*. Recenti sviluppi nella costruzione degli scenari testimoniano un fondamentale supporto nello sviluppo di scenari alternativi mediante l'ausilio di specifici software capaci di generare scenari in relazione alle variabili del sistema considerato (Lempert *et al.*, 2003; Postma and Liebl, 2005).

#### 4.1 La progettazione dello scenario

La progettazione dello scenario è, senz'altro la fase più delicata e difficile, che ne condiziona in larga misura la riuscita, che conseguentemente dovrebbe essere condotta utilizzando mezzi e tempi adeguati.

Una buona progettazione dipende essenzialmente dalla scelta di un *metodo di costruzione adeguato alla finalità per cui lo scenario viene concepito*. I metodi di costruzione possono essere classificati secondo due diverse tipologie.

Una prima distinzione, di tipo metodologico in senso stretto, è quella basata sul *tipo di previsione utilizzata dallo scenario*. In questo senso, abbiamo:

- a. *scenari estrapolativi*, che descrivono i possibili effetti nel futuro di fattori e condizioni dati nel presente. Sono quindi scenari di tipo tendenziale, nel senso che mirano a derivare l'andamento degli eventi nel futuro delle tendenze passate e in atto. Quindi, essi utilizzano prevalentemente metodi analitici e quantitativi;
- b. *scenari anticipativi*, che utilizzano stati futuri alternativi del sistema, tracciando le sequenze di eventi possibili che potrebbero condurre ad essi. In scenari di questo tipo è particolarmente rilevante il contenuto normativo;
- c. *scenari progettuali*, che combinano scenari esplorativi ed anticipativi associandoli ed esaminandone le implicazioni. La procedura utilizzata è quella dell'iterazione, che in questo caso equivale a riformulare più volte lo scenario così ottenuto finché non si arriva ad una soluzione soddisfacente in base ad alcuni criteri prestabiliti.

Un secondo tipo di distinzione, che oltre che di tipo metodologico è anche *assiologico* (vale a dire, che tiene conto dei criteri di determinazione), è in base all'*importanza attribuita* rispettivamente *ai dati* da una parte ed alla *creatività ed esperienza dell'analista* dall'altra. Si individuano in questo modo:

1. *scenari descrittivi*, in cui è attribuita prevalentemente importanza ai dati quantitativi e in cui i criteri di selezione degli scenari sono la loro plausibilità, probabilità e realizzabilità;
2. *scenari normativi*, che hanno appunto questa caratteristica e in cui il criterio di selezione degli scenari è il loro grado di desiderabilità;
3. *scenari periferici*, in cui si esamina uno o ambedue i limiti degli scenari alternativi possibili, per esempio lo scenario più ottimistico o più pessimistico.

Gli scenari possono, inoltre, essere suddivisi in: *globali o macroscenari, nazionali, regionali, locali* (ambiti sub-regionali), *di settore* (a livello di azienda/impresa), prendendo in considerazione la scala spaziale di azione.

Quando uno scenario è utilizzato in modo specifico come supporto alle decisioni, vale a dire come strumento per la formulazione di strategie, il suo obiettivo centrale è quello di formulare anzitutto una valutazione, o meglio un elenco critico, dei rischi e delle opportunità che l'impresa, l'organizzazione o la particolare situazione analizzata dovrà rispettivamente fronteggiare e cogliere nel periodo di previsione; è da notare come questo obiettivo possa essere perseguito con qualsiasi delle tipologie di scenari descritte precedentemente.

Le caratteristiche di sinteticità e di sincretismo dello scenario trovano qui una loro giustificazione concreta nella capacità che la metodologia possiede di collocare in un contesto integrato eventi – che danno luogo appunto a rischi e opportunità – di natura diversa. Generalmente, è possibile suddividere questi eventi in quattro categorie: *economici, tecnologici, sociali e politici*; in ogni caso, si tratterà di individuazioni la cui valutazione ha una forte natura probabilistica. Il peso probabilistico dato al concretarsi dei rischi e delle opportunità consentirà poi di operare una scelta il più possibile *razionale*, reintroducendo questo elemento nella formulazione delle strategie.

*Rischi e opportunità per un'impresa* (o qualsiasi altra realtà indagata) possono essere *interni o esterni*; lo scenario come metodo considera solo quelli esterni, anche se la distinzione non è sempre agevole. Il modo più preciso per distinguerli è di separare i rischi e le opportunità che si originano all'interno da quelli che si originano all'esterno dell'impresa o del sistema indagato. Ciò premesso, i rischi e le opportunità vanno distinti almeno in base a due criteri: il *livello a cui si verificano* e il *grado di importanza* che hanno o possono avere per l'impresa o il sistema stesso.

Analizzando gli scenari a livello di impresa, utilizzando *l'analisi dei sistemi*, possiamo immaginare l'impresa inserita in tre cerchi concentrici: *l'intero sistema* economico-sociale (per esempio, il paese), il *settore* al quale essa appartiene e *l'impresa* stessa.

Un rischio può riguardare dunque l'intero sistema oppure una parte di esso, il settore oppure la singola impresa che elabora lo scenario. In termini pratici, la differenza sostanziale sta nel fatto che via via che si passa verso il livello inferiore aumentano le possibilità di reazione dell'impresa. Di fronte ad una catastrofe economica, un'azienda, anche grande, non può fare molto per opporsi, può invece tentare di sfuggire ad un rischio che investa il suo settore e può fare molto per sfuggire ad un rischio che riguardi essa sola. Discorso analogo, in senso rovesciato, vale per le opportunità.

Rischi e opportunità non hanno la stessa importanza, semplificando, possono essere sostanzialmente distinti in tre classi: di *sopravvivenza o globali, di tendenza e secondari*. Rischi di sopravvivenza sono quelli che, se si materializzano, mettono in pericolo la vita stessa dell'impresa; opportunità globali sono quelle che, se colte, le fanno compiere un

salto di qualità, la trasformano in qualcosa di diverso, più grande, più solida, più avanzata. I rischi di sopravvivenza hanno soprattutto un carattere subitaneo, improvviso, il che non significa necessariamente che siano del tutto imprevedibili; mentre i rischi di tendenza, che pure comportano pericoli per la sopravvivenza, hanno carattere più graduale e diluito nel tempo. Vi sono poi dei rischi secondari, che possono produrre dei danni, ma non irreparabili. Anche in questo caso, il discorso analogo in senso rovesciato è valido per le opportunità. Uno schema analitico per i rischi e le opportunità può essere schematizzato come segue.

Tabella 1 – L'individuazione dei rischi e delle opportunità (fonte: Martelli, 1988)

Natura di rischi e opportunità Conten. di rischi e opportunità	Per il sistema			Per il settore			Per l'azienda		
	Di sopr.	Di tend.	Second.	Di sopr.	Di tend.	Second.	Di sopr.	Di tend.	Second.
Economici									
Tecnologici									
Sociali									
Politici									

#### 4.2 La stesura dello scenario

Completata la progettazione dello scenario, si può passare alla sua *stesura*, vale a dire da un lato all'effettuazione del complesso di *ricerche* che la progettazione può avere messo in evidenza come necessarie od opportune, dall'altro alla collocazione dei vari elementi dello scenario in un *insieme integrato e coerente*.

Da questo punto di vista, il contenuto di uno scenario è delineato da tre diverse fasi della metodologia: la prima fase di analisi della situazione presente, la terza fase di definizione delle immagini del futuro, collegate dalle sequenze di eventi che agiscono nei due sensi (vedi Figura 7). E' da osservare, tuttavia, che tecnicamente la stesura può cominciare sia con la fase I, sia con la fase III, vale a dire, sia con l'analisi della situazione presente che con la formulazione delle immagini del futuro. E' probabile per altro che uno scenario estrapolativo o descrittivo cominci con la fase I e uno scenario anticipativo o normativo cominci piuttosto con la fase III; mentre, scenari progettuali o periferici potranno cominciare con l'una o l'altra fase a seconda della convenienza.

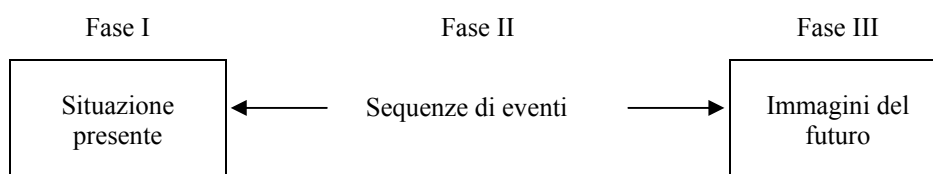


Fig. 7 – Le fasi del contenuto di uno scenario (fonte: Isernia, 1987).

## Fase I – La situazione presente

Per l'analisi della situazione presente, Isernia (1987) propone una scansione in sei diverse sottofasi:

- a. *definizione del sistema di analisi e del suo ambiente;*
- b. *analisi della struttura del sistema e inventario delle variabili*, distinguendo tra variabili interne, la cui interazione produce il comportamento del sistema e ne caratterizza lo stato, e variabili esterne, che sono quelle che esercitano effetti sul comportamento del sistema e su cui a sua volta il sistema incide con il suo comportamento;
- c. *individuazione delle relazioni e della struttura del sistema*, attraverso l'individuazione delle variabili chiave (o di scenario), cioè di quelle più connesse a tutte le altre variabili interne e che maggiormente contribuiscono quindi a determinarne il comportamento;
- d. *ordinamento delle variabili*, questa operazione può essere svolta mediante sistemi di calcolo matriciale o multicriteriale, che forniscono un ordinamento delle variabili secondo il loro grado di connessione reciproca;
- e. *definizione degli attori, dei meccanismi e delle tendenze del sistema* in base agli elementi raccolti nelle sottofasi precedenti. Gli attori sono tutti gli agenti individuali e collettivi che esercitano un'azione rilevante nel sistema in analisi. I meccanismi sono le tecniche e le istituzioni attraverso cui gli attori utilizzano le variabili per realizzare i loro obiettivi strategici. Le tendenze indicano i processi di lungo periodo che esercitano influenza sul sistema. Infine, i vincoli sono i limiti che gli attori incontrano nelle loro strategie di mutamento;
- f. *analisi dei passati sviluppi del sistema.*

Le prime quattro sottofasi costituiscono l'analisi strutturale e mirano a individuare la struttura del problema esaminato.

## Fase II – Le sequenze di eventi

La *seconda fase* è quella dell'individuazione della sequenza di eventi. Essa si colloca in questa posizione, sia che nella stesura dello scenario si parta dalla fase I, sia che si parta dalla fase III.

Per impostare correttamente la sequenza di eventi è necessario richiamare la logica probabilistica (vedi Figura 8). Una buona sequenza di eventi dovrebbe distinguere chiaramente tra eventualità possibili e impossibili, attribuendo a queste ultime una probabilità zero. Le eventualità possibili dovrebbero essere invece stimate in base al loro grado di probabilità di verificarsi. Questa attribuzione di probabilità è del resto necessaria per dare un senso alla determinazione degli scenari alternativi.

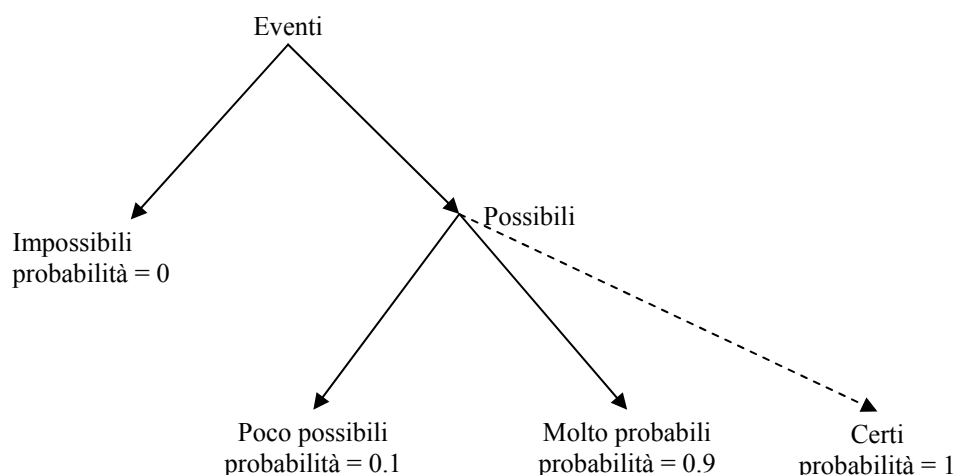


Fig. 8 – La logica della sequenza di eventi (fonte: Martelli, 1988)

Questa fase di elaborazione degli scenari pone problemi particolarmente rilevanti che vale la pena prendere in esame. I principali ostacoli rilevabili possono essere riassunti come segue:

1. *la transizione dal presente*, la traiettoria lungo la quale si raggiunge la situazione futura deve essere elaborata con grande cura, specialmente se lo scenario deve seguire come guida all'azione strategica. La sequenza di eventi e le scelte necessarie devono essere delineate chiaramente;
2. *la plausibilità*, uno scenario sarà plausibile soltanto se è plausibile anche la sequenza di eventi che vi conduce;
3. *il capovolgimento delle tendenze*, alcuni scenari potrebbero imporre un capovolgimento delle tendenze storiche. In effetti, è accaduto che tendenze importanti siano state capovolte, ma chi elabora lo scenario deve dare al lettore qualche motivo per credere che il capovolgimento di una tendenza sia un'ipotesi ragionevole;
4. *legami convincenti tra gli eventi*, spesso chi elabora lo scenario deve spiegare perché si verificherà un evento piuttosto che un altro o perché si prende una decisione piuttosto che un'altra. Si suppone che queste scelte siano innescate da qualche altro evento che compare nello scenario. Di conseguenza, i legami tra gli eventi causali e gli eventi successivi devono essere convincenti;
5. *la motivazione degli attori*, gli attori principali che operano nel sistema prenderanno certe decisioni durante lo sviluppo dello scenario. Chi elabora lo scenario deve offrire le giustificazioni adeguate a queste decisioni. Questo è particolarmente difficile nel caso degli scenari periferici, vale a dire dello scenario migliore o peggiore. Talvolta, è arduo immaginare

qualcuno che consapevolmente e deliberatamente intraprenda le azioni necessarie, perché questi scenari estremi possano verificarsi.

### Fase III – le immagini alternative del futuro

A meno che non si decida, come già accennato, di partire proprio da essa procedendo all'inverso, la definizione e descrizione delle immagini alternative del sistema nel futuro rappresentano la terza ed ultima fase nella stesura dello scenario. Si tratta senza dubbio della fase che richiede la maggiore "creatività", ma che spesso appare anche come la più trascurata.

La prima soluzione metodologica a questo problema è quella suggerita da Kahn e Wiener (1967). Essi iniziarono elaborando uno schema di riferimento definito la "tendenza molteplice" che consisteva di 13 elementi interrelati (vedi Tabella 2).

Tabella 2 – La "tendenza molteplice" di H. Kahn e A. Wiener

I 13 parametri di estrapolazione	
1	Culture sempre più "sensate" (empiriche, mondane, secolari, umanistiche, pragmatiche, utilitaristiche, contrattuali, epicuree o edonistiche e simili)
2	Elites borghesi, burocratiche, "meritocratiche", democratiche (e nazionalistiche?)
3	Accumulazione della conoscenza scientifica e tecnica
4	Istituzionalizzazione del cambiamento, specialmente mediante la ricerca, lo sviluppo, l'innovazione e la diffusione
5	Industrializzazione e modernizzazione in tutto il mondo
6	Benessere e (più recentemente) svago crescente
7	Aumento della popolazione
8	Urbanizzazione e sviluppo di megalopoli
9	Importanza decrescente dell'occupazione in agricoltura e (più recentemente) nell'industria
10	Alfabetizzazione ed educazione
11	Aumento della capacità di distruzione
12	Accelerazione del ritmo del cambiamento
13	Crescente universalità della tendenza molteplice

Essi si erano poi posti il problema di come una proiezione di un terzo di secolo in avanti si sarebbe posta nel 1933, nel 1900 e così all'indietro, allo scopo di rendersi conto del tasso di cambiamento attuale e futuro, nonché della probabilità di sviluppi inattesi. Essi volevano, inoltre, individuare grappoli significativi di eventi, cambiamenti qualitativi nella combinazione delle tendenze e aspetti emergenti, quali la crescente consapevolezza del tempo e della storia. Successivamente, tentarono di costruire delle serie lineari, laddove possibile basate su materiale statistico, per proiettare le variabili chiave della società. Queste variabili comprendevano: la popolazione, l'istruzione, il prodotto interno lordo, le



risorse energetiche, la forza militare, ecc.; queste variabili ed i loro tassi di sviluppo tendono tanto ad ampliare quanto a limitare la gamma di possibilità offerta a qualsiasi società. Mediante la scelta di estrapolazioni di tendenze correnti o emergenti che si sviluppano continuamente dal mondo attuale e riflettono la tendenza molteplice e le nostre aspettative correnti, noi creiamo una proiezione “*surprise free*” (o a parità di condizioni), una che sembra meno sorprendente delle altre. Coerentemente alla proiezione, essi descrissero un “*mondo standard*”, vale a dire uno scenario senza sorprese e diverse “*variazioni canoniche*” (o variazioni tipiche) che rappresentano il campo di variazione entro il quale si analizza la gamma di possibilità alternative di sviluppo del mondo nel futuro. Le tre variazioni canoniche furono costruite in base a *tre ipotesi guida*: che il mondo sia più integrato, che il mondo sia più introspettivo, che il mondo sia più in disordine. Concentrandosi sugli incroci tra ciascuna di queste tre variazioni canoniche con ciascuno degli elementi della tendenza molteplice, Kahn e Wiener ritennero di avere acquisito una percezione delle strutture comparate e della gamma di possibilità di sviluppi futuri pur restando all’interno o comunque molto vicino alle proiezioni “*surprise-free*”.

Il metodo di costruire i futuri alternativi partendo dagli incroci tra i vari elementi della tendenza molteplice e da tre ordini di variazioni canoniche, ha qualche punto di contatto con un’altra metodologia di individuazione delle immagini alternative del futuro. Essa è basata sull’individuazione di “*punti di giunzione*” di uno scenario costituiti da quegli eventi che hanno *bassa ridondanza* (che in pratica sono citati poche volte) ed *elevata significatività causale* (che se si producono possono dar luogo a cambiamenti di grande portata). Un esempio non ridondante rappresenta un minimo locale nella prevedibilità della sequenza, un punto dal quale possono originarsi alternative importanti. Se un evento è significativo dal punto di vista causale il suo verificarsi modifica i valori considerati normali e quegli altri eventi nella sequenza che possono alla fine portare all’obiettivo dello scenario (Kahnemann e Tversky, 1982).

Un’altra metodologia è quella proposta dal *Science Policy Research Unit* della Sussex University (Miles, 1984; Miles 1985). Essa mira ad individuare possibili futuri alternativi prescindendo in una certa misura dai vincoli posti dagli scenari estrapolativi. Si tratta della matrice delle immagini del futuro, che risulta dalla combinazione in una tabella a doppia entrata di due dimensioni diverse, le *concezioni del mondo* (*worldviews*) e i *profili del futuro* (*profiles of the future*).

Le possibili concezioni del mondo sono tre: lo *status quo* (SR), sostenuta soprattutto dai paesi più forti dell’OCSE e dalle istituzioni economiche occidentali; il *nuovo ordine economico internazionale* (NIEO), prevalente nei paesi in via di sviluppo e con appoggi nei paesi occidentali minori; e la *fiducia collettiva in se stessi* (che considera inevitabile la crisi nei paesi industriali e propone uno sviluppo autonomo per i paesi ex-coloniali), sostenuta da singoli esperti e da qualche governo afro-asiatico. I profili del futuro sono invece quattro: uno di *rapida crescita economica* e di elevata disuguaglianza nella

distribuzione della ricchezza fra paesi sviluppati e in sviluppo, uno di *rapida crescita e di limitata disuguaglianza*, uno di *crescita lenta ed elevata disuguaglianza*, uno di *crescita lenta e limitata disuguaglianza*. Le tre concezioni del mondo combinate ai quattro diversi profili del futuro danno luogo a *dodici immagini diverse* del sistema economico mondiale. Una sintesi della procedura per la costruzione dello scenario è riportata nella figura sottostante.

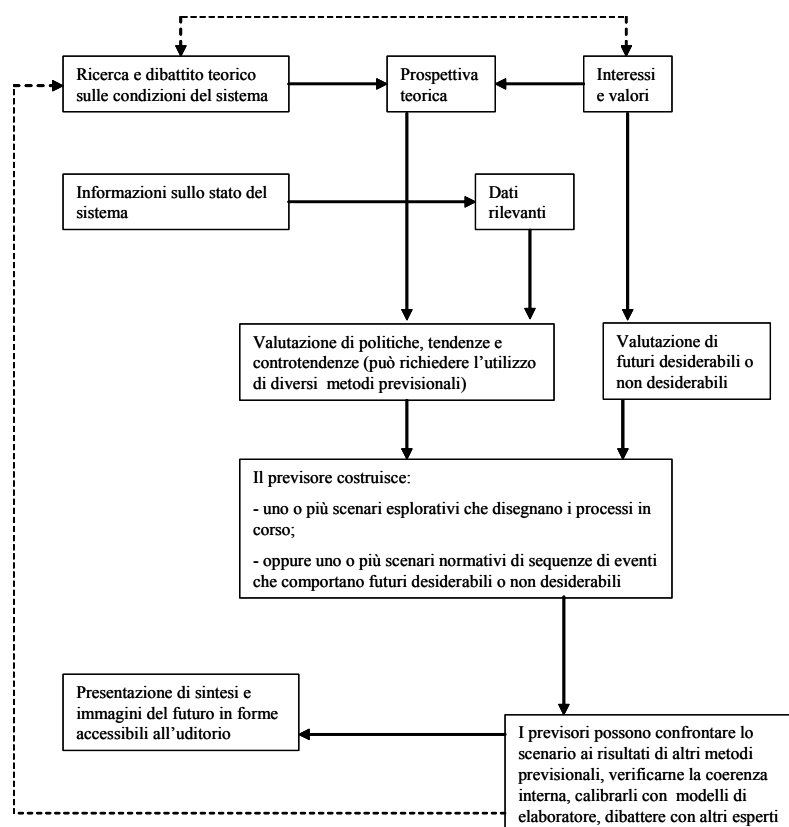


Fig. 9 – La costruzione degli scenari (fonte Miles, 1985).

#### 4.3 La valutazione dello scenario

Un “buono scenario” può essere definito tale se riesce a colmare il vuoto tra lo stato iniziale e l’evento obiettivo, mediante una serie di eventi intermedi. La plausibilità di uno scenario dipende molto di più dalla plausibilità del suo legame più debole che dal numero di legami considerati. Uno scenario è particolarmente soddisfacente quando il percorso che conduce dallo stato iniziale a quello finale non è immediatamente apparente, cosicché l’introduzione di fasi intermedie aumenta effettivamente la probabilità soggettiva che l’evento obiettivo si verifichi.

In termini pratici, uno scenario può essere ritenuto buono quando:

- a. sono *chiari gli obiettivi previsionali* a cui si riferisce;
- b. esiste *coerenza* tra questi obiettivi e la metodologia o metodologie prescelte per la sua costruzione;
- c. sono *chiari e verificati le tecniche e gli approcci* utilizzati per la sua costruzione;

- d. sono *messi in evidenza e spiegati gli eventi* principali che lo caratterizzano, in modo particolare l'evento/obiettivo, i segnali forti e deboli che vi compaiono e le relative motivazioni;
- e. sono *assegnati gradi soggettivi di probabilità al verificarsi dei diversi futuri alternativi* o immagini alternative del sistema;
- f. esiste una *connessione chiara tra i risultati dello scenario e gli obiettivi di strategia* rispetto ai quali lo scenario stesso è stato costruito.

Le tre fasi qui analizzate per la costruzione di uno scenario rappresentano gli steps che non possono in ogni caso mancare, ma generalmente vengono normalmente utilizzati più steps, in modo da rendere il più possibile agevole la conduzione dello studio in relazione agli obiettivi prefissati.

Viene riportata a questo proposito un'articolazione in fasi molto utilizzata negli studi a carattere agro-ambientale, obiettivo di questo lavoro di tesi. Gli steps si articolano come segue:

- *Step 1: Definizione del problema focale* ovvero dell'obiettivo dello studio.
- *Step 2: Identificazione e selezione dei fattori condizionanti*, una volta definito il problema focale, il passo successivo è quello di identificare e selezionare i fattori condizionanti, vale a dire tutti i possibili fattori che in qualche modo, sia direttamente che indirettamente, possono influenzare il raggiungimento dell'obiettivo prefissato.
- *Step 3: Analisi degli scenari*, una volta selezionati i fattori condizionanti utili all'analisi degli scenari, si procede all'identificazione e all'analisi delle *variabili di scenario*, vale a dire dei fattori condizionanti effettivamente rilevanti ai fini dell'analisi di scenario. Successivamente, devono essere individuati gli scenari caratteristici e analizzati relativamente ad ogni variabile di scenario identificata.
- *Step 4: Analisi dei vincoli e delle opportunità condizionanti l'obiettivo dell'indagine*, al fine di prendere in considerazione anche la situazione interna al sistema indagato nell'elaborazione finale delle ipotesi strategiche.
- *Step 5: Individuazione delle ipotesi strategiche attuabili in relazione agli scenari analizzati*, usufruisce dei contributi derivanti dall'analisi degli scenari e dei vincoli/opportunità, al fine di mettere in luce le differenti situazioni realizzabili e come, in base al realizzarsi dell'una, anziché dell'altra, si modifichino in maniera sostanziale le linee strategiche di intervento proposte.

### **5. Limiti e controversie della metodologia**

Diversi aspetti problematici riguardanti le tecniche di elaborazione degli scenari sono purtroppo, ad oggi, ancora irrisolti.

Un aspetto importante riguarda “chi” deve realizzare gli studi di scenario e quindi implicitamente chi deve utilizzare le relative tecniche. Se lo scenario è un quadro del futuro, sostiene McNamee (1985), esso va elaborato mediante un processo interattivo decisionale di gruppo basato sulle capacità qualitative di valutazione del gruppo stesso integrate da dati quantitativi. In sostanza, il problema del coinvolgimento dei decisori nell’elaborazione dello scenario, ha riflessi molto importanti anche sull’utilizzo delle tecniche.

Un altro aspetto significativo riguarda la proliferazione degli scenari, vale a dire la tendenza di tutte le tecniche a generare un grande numero di scenari. Naturalmente, tutti gli scenaristi concordano sul fatto che per l’utilizzazione pratica essi vanno ridotti ad un numero ragionevole, ma come limitare la proliferazione è una questione controversa. Si può infatti ridurre il numero di fattori considerati (variabili chiave o di scenario), oppure utilizzare qualche procedura che consenta di scremarli una volta disponibili. In entrambi i casi, si tratta di introdurre un nuovo discriminante soggettivo e quindi di personalizzare ancora di più l’approccio utilizzato, contribuendo alle difficoltà già citate.

In sostanza, l’analisi teorico-pratica del metodo non ha ancora raggiunto un livello di rigore ottimale. Un indubbio fattore di disturbo è che il termine scenario è stato fatto proprio da una grande varietà di contesti (economico, politico, giornalistico, ecc.), in cui viene utilizzato per presentare contenuti che hanno poco a che fare con quelli degli scenari come sono intesi nella letteratura specializzata.

Tra gli addetti ai lavori vi sono tuttora equivoci e contraddizioni sulla definizione, i contenuti e gli obiettivi della metodologia per quanto riguarda gli scenari di previsione.

Una controproposta all’incertezza che regna sull’argomento è fornita dalla definizione di Godet (1985), uno dei promotori del metodo degli scenari che si sono sforzati di introdurre il massimo di rigore analitico. La metodologia di analisi degli scenari cerca specificatamente di concepire tutti i futuri possibili e di esplorare i sentieri che portano ad essi allo scopo di chiarire le azioni presenti e le possibili conseguenze. Ma in effetti quello che egli intende per questo metodo si rivela poi essere l’uso di matrici su base probabilistica allo scopo di individuare la strategia migliore.

Il grado di indeterminatezza concettuale è confermato da alcune questioni che restano controverse e complessivamente irrisolte nell’ambito della metodologia.

Una prima questione riguarda l’orizzonte di previsione (o temporale) al quale tendenzialmente gli scenari dovrebbero riferirsi. Secondo Huss (1988) sono adatti soprattutto per previsioni di lungo termine, macro e incerti, che tipicamente sono caratterizzati da scarsità di dati e da un elevato numero di fattori non quantificabili. Se stimolano una visione a lungo termine del sistema, essi non ne individuano le perturbazioni a breve. Per contro, Schnaars (1987) afferma che l’analisi di scenario appare meno adattabile ad orizzonti di lungo termine, lasciando implicitamente comprendere che la ritiene più adatta ad orizzonti di breve termine. Porter (1985) utilizza gli scenari

competitivi nell'ambito dell'elaborazione delle strategie competitive di settore, in una prospettiva a breve termine o, al più, medio. In realtà, gli scenari dovrebbero servire per tutti gli orizzonti (breve, medio e lungo periodo), altrimenti risulterebbe difficile poterli utilizzare a fronte di una strategia globale, che deve prevedere una prospettiva completa (Brier, 2005), ma purtroppo su questo aspetto manca ancora un chiarimento definitivo.

Un'altra questione controversa è se gli scenari debbano o no comprendere la parte di elaborazione/analisi delle strategie. In favore di un approccio ampio della metodologia si schierano: Huss (1988), secondo il quale gli scenari formano un ponte fra la previsione e la pianificazione; Von Reibnitz (1988), che attribuisce al metodo, perché gestito con un metodo sistematico, il merito di elaborare una strategia principe adatta a diversi scenari; Porter (1985), per il quale lo scenario ha proprio lo scopo di elaborare strategie di settore. Invece, Schnaars afferma che gli scenari dovrebbero essere limitati alle previsioni ambientali, né dovrebbero includere piani, o la reazione del mercato ai piani, dato che è già abbastanza difficile stimare l'ambiente futuro per poter affrontare ulteriori incertezze. Più recentemente (Wilson, 2000), sembra essersi affermata una vera e propria necessità di utilizzo della metodologia a fini strategici, che rappresenta senza dubbio una delle più importanti motivazioni del suo largo impiego nell'attuale campo della ricerca a supporto della programmazione e pianificazione strategica.

I principali limiti della metodologia possono essere sintetizzati nella complessità e nella scarsa intersoggettività (od obiettività) delle previsioni cui si giunge. Più di altri, questo metodo si affida alle ragioni che stanno alle basi degli argomenti e della formazione teorica degli analisti che lo utilizzano. Alcuni specialisti gli imputano una debole capacità predittiva, pur premettendo che nessun modello può essere un previsore perfetto del funzionamento di un sistema, specialmente di un sistema aperto.

I limiti e le contraddizioni citati non danno luogo a difficoltà insormontabili nell'applicazione della metodologia, molte discipline hanno incontrato problematiche di questo genere, ma la loro esistenza sta ad indicare che l'approccio mediante scenari si trova ancora in una fase di implementazione e sviluppo, nella quale uno dei primi passi da fare è quello di giungere alla concordanza sulla terminologia di base.

### ***6. I punti di forza della metodologia***

Nonostante i limiti e le controversie riscontrate nella metodologia, essa rappresenta un approccio molto adatto alla risoluzione delle problematiche attuali, che capita spesso di dover affrontare in questo volgere di tempo. Gli specialisti e studiosi del settore riconoscono a questo metodo di analisi importanti vantaggi che lo contraddistinguono rispetto ad altri.

Schnaars (1987), al termine di un confronto comparatistico sul settore americano delle automobili, riscontra che l'approccio mediante scenari risultava più preciso rispetto ad un normale modello econometrico, ed era alquanto più preciso nella previsione delle serie in

cui l'incertezza era alta e le relazioni storiche erano in via di cambiamento. Gli scenari risultavano particolarmente adatti ad anticipare gli eventi non caratterizzati da una storia pregressa, molto frequenti, ad esempio, nell'ambiente moderno dell'impresa. I modelli previsionali tradizionali, basati sulle serie storiche e sui modelli econometrici, invece, danno in questi casi risultati mediocri, visto che prestano attenzione ai soli dati storici.

Isernia (1987) ne vede i principali vantaggi nella possibilità di integrare tecniche ed approcci diversi, nell'effettuare analisi globali di lungo periodo in relazione a vincoli ambientali di diversa natura, nella possibilità di utilizzo da parte di chi è nella posizione di dover prendere decisioni, nell'accrescere la consapevolezza dei problemi del futuro nell'opinione pubblica.

Gli scenari, inoltre, hanno un notevole potenziale nel mettere in evidenza l'elevata incertezza di fronte alla quale si trovano i decisori quando devono decidere tra le diverse azioni da intraprendere, e con questo, paradossalmente, rendono più razionale il processo decisionale sottolineando l'impossibilità che esso sia pienamente razionale in sé stesso.

Nonostante le controversie e incomprensioni reciproche fra gli studiosi ed i sostenitori dei vari approcci, esistono anche importanti punti di consenso già raggiunti.

Uno di questi è la necessità di basare gli scenari su *previsioni multiple*, che rappresenta anche un modo per superare il vincolo della razionalità limitata. Questo rappresenta il principale vantaggio degli scenari rispetto alle previsioni puntuali, ottenute mediante estrapolazione o altre tecniche simili. Tuttavia, occorre fare attenzione, non tutte le previsioni plurime sono anche multiple e costituiscono pertanto uno scenario. Un modello econometrico che utilizzi differenti assunti riguardo al valore futuro delle variabili porta a numerose previsioni, ma non ad una previsione multipla vera e propria. Infatti, quest'ultima può nascere solo dall'analisi congiunta di molte forze passate, presenti e future e dallo studio delle loro interrelazioni.

Una previsione, oltre che multipla dovrebbe essere anche *molteplice*, vale a dire riferita a più aspetti, vista da più prospettive, prendendo in considerazione, ad esempio, gli aspetti tecnici/ tecnologici, organizzativi/ gestionali, ambientali/ biologici, economici/ politici, sociali/ culturali, ecc..

La scenarizzazione, come abbiamo visto, rappresenta una procedura in più fasi complesse, che necessita di metodi integrati e combinati. Per quanto riguarda le tecniche/ strumenti da utilizzare, vi è concordanza sul fatto che è necessario un approccio integrato, basato sulla comunicazione di metodi interagenti. Gli scenari, infatti, sono stati concepiti proprio come un *approccio integrato alle previsioni*, basato sull'uso combinato di tecniche diverse.

## ***7. Le linee di sviluppo della metodologia***

La rigorosa descrizione della metodologia consente di individuare alcune linee di analisi sulle quali si dovrebbe avviare un necessario lavoro di approfondimento.

Una prima linea è senza ombra di dubbio quella del miglioramento delle tecniche/strumenti. Anche su questo aspetto non vi sono assunzioni esplicite, ma sembra poter desumere che, data l'eccellenza del metodo, tutte le tecniche utilizzate nelle scienze sociali siano in un modo o nell'altro ammissibili, ma la tendenza sembra volgere gradualmente verso tecniche di tipo "solido", possibilmente quantitative o, quantomeno, analitiche, ancorate a procedure definite e verificabili. Nonostante questo, è necessario che la continuità degli sviluppi produca tecniche migliori, come: softwares facilmente gestibili dagli utilizzatori, migliori strumenti di verifica, migliori procedure di raccolta dei dati, migliori collegamenti con altre tecniche previsionali e migliori legami con il processo decisionale strategico. E', inoltre, necessario compiere più esperienze nell'utilizzo della metodologia ed i risultati delle esperienze dovrebbero essere pubblicati in letteratura.

Questo sforzo di miglioramento delle tecniche dovrebbe essere compiuto tenendo conto dell'oggetto specifico, dei limiti e delle contraddizioni dell'attività di previsione stessa. Gli scenari suscitano interesse perché sono più adatti di altri approcci alla previsione del comportamento dei sistemi aperti. Tuttavia, essi non sostituiscono le previsioni, ma le integrano in un quadro coerente, mettendone in evidenza le interrelazioni.

L'altro punto fondamentale da tenere in considerazione è che al miglioramento delle tecniche deve collegarsi una adeguata capacità di utilizzarle in modo integrato. Con elevata probabilità i risultati migliori saranno raggiunti quando le più diffuse tecniche utilizzabili per costruire scenari saranno usate sempre contestualmente, giungendo a confronti sistematici dei risultati e dando quindi luogo ad un'esperienza cumulativa costantemente verificabile. Una seconda linea su cui è di primaria importanza lavorare è quella dell'*interazione tra chi prevede e chi decide*. Una collaborazione coordinata su questo terreno può risultare particolarmente feconda di risultati. Una terza linea di approfondimento riguarda la *capacità persuasiva degli scenari*. Questa capacità è rilevata da molti studiosi in materia, che tuttavia sottolineano l'esigenza di accentuarla mediante un'adeguata presentazione dei contenuti. Lo scenario ha un futuro soprattutto come fondamento dell'analisi strategica, ma non deve rappresentare una contrapposizione troppo stridente fra la generalità del suo approccio e dei suoi contenuti e le preoccupazioni specifiche dei decisori che devono poi tradurli in pratica.

In definitiva, gli scenari sono uno strumento di management, che se ben utilizzato, può costituire un robusto ponte per integrare le previsioni di tipo tradizionale nell'analisi strategica e nel processo decisionale.

## PARTE SECONDA: APPLICAZIONI

La parte applicativa del lavoro di tesi ha preso in considerazione due diversi casi di studio comprendenti l'analisi degli scenari relativi alle principali filiere non-food (biocarburanti, biomasse da energia, biopolimeri, biolubrificanti, fibre vegetali, coloranti naturali, fitofarmaci di origine vegetale) sviluppabili nella Regione Toscana e l'analisi degli scenari relativi alla possibilità di coesistenza tra colture Geneticamente Modificate (GM) e colture convenzionali nel contesto regionale.

I due casi di studio ripropongono l'applicazione della metodologia di analisi degli scenari, esposta nella prima parte della tesi, da un lato privilegiando gli aspetti più legati all'analisi di tipo qualitativo (caso di studio filiere non-food) e dall'altro applicando invece metodologie a carattere più squisitamente quantitativo (caso di studio coesistenza OGM). Questo approccio ha permesso di prendere in considerazione a trecentosessanta gradi le diverse possibilità di applicazione della metodologia di analisi degli scenari in campo agro-ambientale, indagando anche la possibilità di utilizzo di strumenti di analisi a supporto della metodologia stessa. Nello specifico, si tratta dell'utilizzo dell'analisi SWOT, ovvero la valutazione dei punti di forza/debolezza, vincoli/opportunità della questione indagata; dell'applicazione dell'analisi economica, capace di arricchire notevolmente i contenuti della fase di elaborazione degli scenari e della realizzazione dell'analisi del ciclo di vita (LCA – *Life Cycle Assessment*).

L'analisi qualitativa si è avvalsa di strumenti classici di indagine, quali interviste e “Tavoli di filiera” ovvero organizzazione di incontri a tema (*focus groups*) alla presenza dei principali attori portatori di interesse delle diverse filiere indagate. Le informazioni acquisite sono state integrate da una fase di ricerca a tavolino “*desk analysis*”, che ha preso in considerazione sia aspetti a carattere agro-ambientale che socio-economico e politico-normativo.

L'analisi quantitativa è stata eseguita con l'ausilio di prove sperimentali di campo dalle quali è stato possibile studiare il fenomeno indagato in condizioni reali e di modelli di simulazione capaci di elaborare gli scenari potenzialmente realizzabili al variare dei parametri impostati in ingresso.

Nel loro complesso, le applicazioni effettuate hanno permesso di verificare in termini pratici gli aspetti più teorici emersi dallo studio della metodologia di analisi degli scenari.



## **Analisi degli scenari delle possibilità di sviluppo di filiere agro-industriali non-food in Toscana**

### ***1. Principali colture, impieghi e politiche dell'agricoltura non-food***

L'agricoltura per usi non alimentari raffigura una forma di agricoltura innovativa, un'alternativa per l'imprenditore agricolo da affiancare alle produzioni tradizionali ad uso alimentare, nell'ottica del concetto di "multifunzionalità". Ad oggi, infatti, l'agricoltura non ha come unica funzione la produzione di cibo, ma ha bensì molteplici funzioni che vanno dalla salvaguardia delle caratteristiche e della tipicità di un determinato territorio e della sua comunità, alla tutela del paesaggio e dell'ambiente. Da questo punto di vista, il settore del non-food identifica l'immagine della rinnovabilità della materia prima agricola dalla quale è possibile trarre energia sotto varie forme (calore, elettricità, autotrazione, ecc.), ovvero materiali sostituibili a quelli di origine petrolchimica, prodotti ecologici, biodegradabili utilizzabili in un'ampia gamma di applicazioni industriali (settore conciario, tessile, cartario, meccanico, automobilistico, edilizio, artistico, cosmetico, ecc.).

Nel quadro generale che si sta delineando a livello globale - dove i cambiamenti climatici, il progressivo esaurimento degli stock di risorse non rinnovabili (es. petrolio), la salubrità ambientale, sono sempre più al centro dell'opinione pubblica - l'agricoltura non-food rappresenta una concreta via percorribile che, parallelamente ad altre, si snoda verso un utilizzo sostenibile delle risorse.

Le biomasse vegetali a destinazione energetica rinnovabili derivate dall'agricoltura si possono classificare in diversi modi, in funzione delle materie prime vegetali oppure in funzione delle destinazioni industriali. In funzione delle colture da cui derivano, si possono identificare le seguenti tipologie: oli, fibre, amidi, proteine, biomasse lignocellulosiche, coloranti e pigmenti, principi attivi e altri prodotti di nicchia. Le prime cinque categorie coinvolgono potenzialmente ampie estensioni colturali e quantità già oggi valutabili a livello europeo nell'ordine dei milioni di tonnellate. Dal punto di vista degli usi industriali possiamo individuare grosso modo sette grandi settori applicativi: bioenergia, polimeri, lubrificanti, solventi, tensioattivi, fibre, prodotti per la chimica fine (oli essenziali, coloranti e tinture, profumi, prodotti farmaceutici, prodotti di bellezza, prodotti per la difesa delle piante, prodotti intermedi per la chimica verde) (fonte: IENICA Interactive European Network for Industrial Crops and their Applications). Si tratta di una classificazione ancora generica, che apre per ogni settore individuato un ampio ventaglio di sottotipologie di prodotti, ma di fatto risulta molto difficile riuscire a stimare la quantità globale di usi industriali di materia prima di derivazione vegetale.

Il ruolo delle produzioni non-food, in questo panorama, è fortemente condizionato da una serie di fattori riguardanti essenzialmente il mercato e le politiche legate a questo comparto che si sviluppa in un intricato sistema di filiere agro-industriali le cui caratteristiche sono spesso assai differenziate tra loro. Ciascuna filiera è contraddistinta da fattori specifici, nonché da aspetti che interessano l'intero mondo del non-food; dunque, le possibilità di

sviluppo di una filiera si verificheranno in relazione alle sue specificità, ma anche, sulla base dei fattori comuni che rappresentano concretamente le fondamenta di espansione del settore. Da ciò, deriva che lo sviluppo del “non-food” è, in primo luogo, determinato dall’andamento dei fattori comuni ed, in secondo luogo, da quello degli aspetti caratteristici di ciascuna filiera che potranno mettere in luce quale, tra i diversi ambiti di applicazione, avrà le maggiori possibilità di contribuire al processo di cambiamento in atto. I fattori comuni alle diverse filiere non-food sono piuttosto numerosi, ma tra questi, quelli capaci di generare un condizionamento consistente in tempi relativamente brevi sono essenzialmente riconducibili alla recente riforma di medio termine della Politica Agricola Comune (PAC) che ha completamente rivoluzionato il quadro delle politiche agricole europee, all’applicazione del Protocollo di Kyoto, a seguito della ratifica da parte della Russia e, di estrema importanza, all’andamento dei prezzi del petrolio, che ultimamente hanno registrato un continuo aumento.

Riforma della PAC introduce una serie di misure nuove volte essenzialmente al riorientamento delle produzioni agricole nei confronti del mercato e verso le esigenze del consumatore. Nello specifico, il conseguimento degli aiuti da parte dell’agricoltore risulta indipendente dalla destinazione colturale dell’azienda, in questo modo egli non risulta più precondizionato nella scelta (premio più o meno alto legato ad una coltura anziché ad un’altra), per cui è libero di coltivare ciò che risulta più conveniente in quel momento sul mercato. Questo particolare aspetto, legato all’introduzione del principio del *disaccoppiamento* degli aiuti, gioca senza dubbio un ruolo importante a favore delle colture non-food; nella pratica, le pone in condizioni paritarie nei confronti di una qualsiasi altra coltura a destinazione alimentare, a differenza del passato durante il quale erano relegate in aree marginali, scarsamente produttive. La nuova politica agricola, inoltre, prevede un premio aggiuntivo di 45 Euro/ha per le colture energetiche, di cui fanno parte le filiere non-food dei biocarburanti e delle biomasse lignocellulosiche da energia; queste ultime, possono anche usufruire di aiuti nazionali per coprire fino al 50% dei costi associati all’introduzione di colture pluriennali su terreni a riposo. Con queste premesse, la diffusione di tali colture risulta senza dubbio facilitata, in vista di una società sempre più consapevole delle problematiche ambientali che la circondano e nell’ambito della quale le colture non-food rappresentano una reale alternativa ad integrazione delle tradizionali forme di produzione energetica.

Protocollo di Kyoto la sua applicazione risulta, altresì, estremamente importante nel panorama delle produzioni non-food, in particolare con l’introduzione nell’Unione Europea del nuovo sistema per lo scambio transfrontaliero di quote di emissioni di gas a effetto serra (*emission trading*), che è entrata in vigore in Italia a partire dal gennaio 2005 (in anticipo sul sistema mondiale che, secondo il Protocollo di Kyoto, sarà introdotto solo a

partire da quest'anno). Secondo questo nuovo sistema, circa 10.000 imprese europee potranno acquistare e vendere permessi per l'emissione di anidride carbonica. Le imprese che saranno in grado di produrre livelli inferiori rispetto a quanto previsto dalle autorità nazionali avranno la facoltà di vendere le quote inutilizzate. In altri termini, se un'impresa supera i limiti imposti, potrà acquistare "*diritti di inquinamento*" da altre imprese in Europa che hanno ridotto le loro emissioni. Si è creato un vero e proprio mercato di venditori e acquirenti di quote di inquinamento con lo scopo di incoraggiare le imprese a sviluppare e utilizzare tecnologie pulite.

Prezzo del petrolio, il fattore che, attualmente, è in grado di condizionare maggiormente lo sviluppo dell'agricoltura non-food è senza dubbio l'andamento dei prezzi del petrolio. Alla fine del mese di agosto del 2005, il petrolio ha raggiunto la soglia dei 70 dollari al barile e ad oggi sono stati addirittura superati i 100, con il risultato della completa apertura competitiva del mercato ai prodotti ottenuti da agricoltura non-food che potrebbero rappresentare un via per giungere alla soluzione delle problematiche energetiche ed ambientali che si stanno sviluppando negli ultimi tempi. Il mercato del petrolio ha, dunque, un'influenza molto forte sulle effettive possibilità di espansione del settore non-food; negli ultimi tempi i suoi prezzi hanno raggiunto valori mai registrati fino a questo momento e recenti stime dicono che sono destinati ad aumentare ulteriormente.

In conclusione, possiamo registrare che i principali fattori capaci di condizionare il mercato e le politiche dell'agricoltura non-food si stanno attualmente sviluppando verso una possibilità di applicazione sempre più concreta di questo settore. Gli equilibri che governano queste variabili sono particolarmente instabili, per cui sta alla capacità delle istituzioni politico-amministrative, scientifiche e delle associazioni, imprese, organizzazioni professionali che operano nell'ambito delle diverse filiere o che hanno un qualsiasi interesse al loro sviluppo, ad adoperarsi affinché il comparto riceva un'adeguata espansione.

## ***2. Le filiere non-food in Toscana***

Nell'ambito del progetto ACTIVA abbiamo indagato sette categorie di prodotti da agricoltura non-food: biocarburanti e biocombustibili (da amido o da olio vegetale), biolubrificanti, biomasse lignocellulosiche da colture dedicate (legnose ed erbacee), biopolimeri, coloranti vegetali, fibre e derivati da coltura da fibra e fitofarmaci di origine vegetale.

Questa classificazione non esaurisce il vasto campo di destinazioni industriali delle colture non-food (pensiamo ad esempio ai settori della farmaceutica, dei solventi e ad altre applicazioni di chimica fine), ma risponde a tematiche ritenute di una certa rilevanza per le

produzioni non-food in Toscana, ognuna delle quali ha la potenzialità di attivare una o più filiere agro-industriali regionali.

L'agricoltura toscana è potenzialmente in grado di produrre materie prime per tutte le categorie indagate. Alcune fanno parte dei grandi ordinamenti colturali della regione, a partire dal girasole (utilizzabile per usi energetici e per oli tecnici). Altre erano di fatto scomparse negli ultimi decenni, ma hanno radici profonde nella storia agricola toscana, come la canapa (*Cannabis sativa*) e il guado (*Isatis Tinctoria*). Altre ancora - es. alcune specie della famiglia delle *Brassicacee* - sono colture innovative per la Toscana, che dalle prime indicazioni sperimentali possono trovare un habitat adeguato e contribuire al miglioramento dei tradizionali avvicendamenti colturali della regione.

In Toscana, come nel resto d'Italia, le produzioni agricole per usi non alimentari sono rimaste confinate in questi anni in terreni del tutto marginali. Secondo il Censimento dell'agricoltura del 2001, in Toscana le superfici destinate a scopi non alimentari investivano non più di 370 ettari, ovvero meno dell'1% della superficie potenzialmente interessabile.

Ad eccezione delle biomasse forestali e della vivaistica, negli ultimi decenni non si sono sviluppate attività di un certo rilievo negli impieghi non alimentari delle risorse agricole.

Tuttavia, a partire dal 2001 – cogliendo per tempo la portata dei cambiamenti in atto, dalla politica della PAC alle questioni climatiche e della sostenibilità ambientale - la Regione Toscana e l'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione del settore Agricolo forestale (ARSIA) hanno assunto un ruolo attivo di promozione di studi di fattibilità e di progetti pilota per esplorare le potenzialità di questo settore. Ricordiamo in particolare:

- la Legge sulla canapa (*L.R. n° 12 del 14/02/03*), prima del genere in Italia, per un'azione pilota relativa agli aspetti produttivi e ambientali della coltivazione della canapa finalizzata e dimensionata alla creazione di una filiera tessile regionale economicamente equilibrata (durata 2004-2006);
- sempre nel settore canapa, l'ARSIA ha promosso una "Valutazione tecnica-economica della coltivazione della canapa" a San Giovanni d'Asso (SI), mentre il "Programma regionale di Azioni Innovative 2002-2003" ha finanziato due progetti distinti, finalizzati il primo alla sperimentazione di tecniche di macerazione della fibra (progetto "*Toscanapa*") e il secondo a sostegno del recupero di tradizionali filiere artigianali nei territori rurali della Toscana [San Giovanni d'Asso (SI) per la canapa, Valtiberina Toscana (AR) per il guado, Zeri (MS) per la lana];
- un altro progetto di avanguardia nella realtà italiana ha riguardato la sperimentazione di una filiera regionale di biolubrificanti da girasole varietà alto oleico in sostituzione di formulati di oli minerali, condotta con i progetti PRAI "*Biovit*" (2002-2003) e "*Dulvit*" (2005), coinvolgendo tre importanti distretti industriali della Toscana: tessile di Prato, conciario di Santa Croce sull'Arno (PI) e cartario di Lucca;

- nel campo delle piante tintorie, ricordiamo la sperimentazione triennale condotta col supporto di ARSIA sul recupero della coltura del guado in Valtiberina, oltre al già citato progetto PRAI a sostegno dei territori rurali. A partire dal circa un decennio all'interno di diversi progetti nazionali ed europei il Dipartimento di Agronomia a Gestione dell'Agroecosistema (DAGA) dell'Università di Pisa, in collaborazione con altri partner toscani (Confederazione Italiana Agricoltori - CIA, aziende agricole della provincia di Pisa e Livorno, imprese tessili della provincia di Prato e di Arezzo), ha studiato oltre che gli aspetti agronomici della coltivazione di guado, reseda, robbia e di altre piante coloranti, anche gli aspetti relativi alla estrazione dei pigmenti e alla tintura con l'obiettivo di verificare la fattibilità di realizzare questa filiera nel territorio toscano;
- nel campo dei fitofarmaci, sono state condotte nel 2003 le prime prove di tecniche colturali su piante biocide da sovescio al Centro sperimentale regionale di Cesa (AR);
- per quanto riguarda il settore agro-energetico, con il progetto "*Bioenergy Farm*" (2001-2004), inserito nel Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO) della Regione Toscana, l'ARSIA insieme alla Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa (SSSUP) e ad altri partner toscani, ha cominciato a indagare, oltre all'impiego delle biomasse forestali e dei residui legnosi, anche le potenzialità di impiego nel territorio toscano delle colture dedicate – legnose ed erbacee - con l'obiettivo di dimostrare la fattibilità di un sistema aziendale ad elevata autosufficienza energetica, creare nuove opportunità di impresa nel settore agro-forestale e dare informazioni sulle possibilità dei nuovi sistemi tecnologici. Sono stati poi creati in Toscana i primi impianti dimostrativi a biomasse lignocellulostiche per usi termici, a partire dall'impianto di teleriscaldamento in Mugello (FI), fino ai nuovi progetti in Garfagnana (LU), a Monticano (SI), Loro Ciuffenna (AR) e in altre aree.

### ***3. Gli obiettivi dello studio***

La presente ricerca ha avuto l'obiettivo primario di presentare uno studio esplorativo sulle prospettive di sviluppo delle colture non alimentari in Toscana. A tale scopo, il lavoro nel suo insieme è stato suddiviso in una serie di sotto-obiettivi:

*1. Analisi del contesto economico e di politica agricola* come è noto, l'agricoltura europea si trova di fronte a cambiamenti destinati ad avere un forte impatto nei prossimi anni, per l'effetto combinato delle riforme della PAC, del mutato quadro competitivo che deriva dall'allargamento dell'Unione e dagli accordi in seno al *World Trade Organization* (WTO) e delle nuove politiche internazionali in campo ambientale, a partire dall'attuazione del Protocollo di Kyoto, alla Direttiva europea REACH sulle sostanze chimiche, alle recenti Direttive nel campo delle fonti rinnovabili di energia e dei biocarburanti. L'effetto combinato di questi fattori, come vedremo, apre prospettive nuove e di forte dinamicità per le filiere non-food;

2. Stato dell'arte della ricerca scientifica è stato realizzato una database delle progettualità esistenti a livello internazionale, per ciascuna delle sette filiere esaminate, tradotto in una bibliografia ragionata, in modo da offrire un quadro sintetico delle conoscenze già maturate nei vari settori e dei principali problemi ancora aperti su cui la ricerca toscana potrebbe indirizzarsi nei prossimi anni;

3. Analisi dei vincoli e delle opportunità per lo sviluppo delle colture non-food in Toscana lo sviluppo di tali colture, oltre a criteri di natura agronomica e ambientale, è vincolato alle condizioni di fattibilità delle relative filiere industriali. Sono stati pertanto analizzati i vincoli e le opportunità di natura tecnica, economica, normativa e politica (incentivi, comunicazione) per la concreta attivazione di queste filiere in Toscana, considerando i loro principali segmenti. Più in dettaglio sono state analizzate:

- le principali categorie merceologiche in cui le colture non-food si articolano;
- i processi produttivi all'interno delle quali le colture esaminate sono o potrebbero essere inserite;
- le politiche di prezzo e la formazione della catena del valore nelle filiere;
- i principali punti critici di carattere merceologico e tecnologico;
- i mercati attuali e potenziali delle principali categorie merceologiche di cui il settore non-food si compone;
- i principali vincoli e opportunità di carattere culturale e normativo per l'attivazione delle filiere.

4. Tavoli di filiera nel corso della durata della ricerca sono stati attivati dei "Tavoli di filiera" per ognuna delle sette categorie indagate, che hanno messo a confronto i diversi attori potenzialmente coinvolti: agricoltori, trasformatori primari e secondari, utilizzatori industriali, enti locali, enti di ricerca. Questi tavoli, oltre ad offrire elementi di conoscenza per lo studio di scenario che difficilmente potevano scaturire da una ricerca di natura bibliografica, hanno in vari casi favorito le reti di relazione tra i soggetti coinvolti e lo sviluppo di nuove idee progettuali, fino a simulare le condizioni per veri e propri *Patti di filiera* locali. La creazione di questi Patti è infatti la condizione fondamentale per lo sviluppo di nuove prospettive colturali in una Regione e in un Paese che non possono competere sulle politiche di prezzo dei mercati.

5. Analisi di scenario e individuazione delle ipotesi strategiche con l'acquisizione di tutti i dati relativi alle diverse fasi affrontate (contesto di riferimento, stato dell'arte della ricerca scientifica, analisi dei vincoli e delle opportunità, tavoli di filiera) è stato possibile giungere alla redazione dell'analisi di scenario ed alla redazione delle ipotesi strategiche di sviluppo delle filiere non-food in Toscana.

#### **4. La metodologia di analisi: obiettivi e strumenti**

La ricerca condotta si è svolta in un arco temporale di un anno e mezzo, con l'obiettivo di giungere alla definizione di possibili linee strategiche di intervento ai fini dello sviluppo in Toscana delle filiere non-food, indicate nel precedente paragrafo.

Lo sviluppo delle filiere può essere condizionato da vari livelli di intervento attuabili, in particolare, da tre differenti categorie di attori: da parte di istituzioni politico-amministrative (Regione, Province, Comunità Montane, ecc.), da parte di istituzioni scientifiche (Università, Istituti di ricerca, ecc.) ed, infine, da non trascurare, da parte di soggetti che operano nell'ambito della filiera e/o che hanno un qualsiasi interesse allo sviluppo della stessa (associazioni, organizzazioni professionali, operatori della filiera, ecc.). E' proprio dalla consapevolezza dell'importanza del ruolo dei diversi *stakeholders*, potenzialmente coinvolgibili nel processo di sviluppo delle filiere non-food, che il progetto di ricerca in oggetto ha seguito un approccio di tipo *bottom-up*, in modo da dare voce in capitolo a tutti i soggetti che realmente avrebbero potuto dare un contributo concreto a questo studio, ed in maniera tale da giungere alla comprensione della visione d'insieme della questione indagata. A tal scopo, sono stati organizzati dei "Tavoli di filiera" che hanno reso possibile il reperimento diretto delle opinioni dei diversi soggetti imprenditoriali, vale a dire di coloro che effettivamente operano nel contesto reale della filiera produttiva. In questo modo, è stato possibile usufruire di un efficace strumento di confronto da attuare tra i principali rappresentanti della filiera: dall'agricoltore all'imprenditore industriale, fino agli utilizzatori finali del prodotto. In definitiva, l'obiettivo dei "Tavoli di filiera" è stato quello di attivare ed incentivare una rete di cooperazione tra soggetti appartenenti a settori diversi (mondo agricolo, industriale, della ricerca, della divulgazione/trasferimento), allo scopo di individuare il fabbisogno di innovazione tecnica nel settore agricolo e industriale, di caratterizzare sinergie tra i settori e stimolare lo sviluppo di nuove forme di utilizzazione dei prodotti agricoli non alimentari, di analizzare le criticità economico-normative, di analizzare innovativi segmenti di filiera e verificarne l'applicabilità nella realtà toscana. Questa piattaforma di dati e di informazioni, sta alla base dell'analisi specifica prevista per le varie filiere non-food ed, oltre a questo, è tuttavia evidente l'importanza di avvalorare la base di dati utili ai fini della ricerca, mediante informazioni di tipo puramente scientifico, derivanti dalla redazione dello stato dell'arte dell'attività scientifica relativamente ai diversi settori non-food, con l'elaborazione di un *database* bibliografico realizzato per ciascuna filiera in oggetto. Tali *database* contengono le principali pubblicazioni scientifiche e non, i progetti di ricerca, i progetti pilota pregressi ed in atto e sono corredati da un'analisi ragionata che comprende: una rassegna ed una classificazione delle principali problematiche affrontate dalla ricerca in questo settore e dei risultati raggiunti, l'analisi dell'evoluzione delle ricerche nel tempo, l'individuazione dei principali problemi ancora aperti e delle innovazioni prodotte e rese disponibili per le imprese toscane.

Oltre ai *database* bibliografici, sono state redatte delle griglie estremamente utili ai fini dell'analisi complessiva delle filiere non-food, inerenti le principali categorie merceologiche ed i relativi mercati attuali e potenziali, nonché i maggiori punti critici a livello tecnologico e merceologico e delle griglie concernenti i soggetti di filiera, in maniera tale da venire a conoscenza della rete di relazioni che si instaurano nell'ambito della filiera stessa.

L'analisi delle filiere non-food si avvale essenzialmente dei contributi derivanti dallo stato dell'arte dell'attività scientifica e dai tavoli di filiera e si basa fundamentalmente sulla metodologia di analisi degli scenari con il contributo dell'analisi dei vincoli e delle opportunità delle filiere in questione, in modo da poter integrare nell'analisi complessiva, le problematiche proprie delle varie filiere e i condizionamenti provenienti dal mondo esterno. Questi ultimi rappresentano il contesto generale in cui le filiere potrebbero avere o meno la facoltà di svilupparsi adeguatamente, in relazione al verificarsi o meno di un determinato scenario.

L'analisi delle potenzialità e dei vincoli viene calata all'interno della realtà Toscana, in modo che essa risulti il più possibile realistica, ai fini dell'individuazione delle linee strategiche di intervento. La rilevanza di questa fase di analisi va ricercata nel fatto che, affinché le colture rappresentino una reale alternativa, è necessaria la contemporanea realizzazione di molteplici condizioni di disparata natura: politico/normativa, economica, tecnica, ambientale, sociale. La maggior parte di queste presenta un carattere peculiare, in relazione alle specificità dell'ambiente in cui si inseriscono ed è da qui che nasce l'importanza di mettere a punto filiere, nel campo delle coltivazioni non-food, rispondenti alle esigenze locali.

L'analisi degli scenari ha lo scopo di mettere in luce le differenti situazioni realizzabili e come, in base al realizzarsi dell'una, anziché dell'altra, si modifichino in maniera sostanziale le linee strategiche di intervento. Lo sviluppo di una filiera, infatti, non è legato solo al verificarsi di determinate condizioni, come evidenziato in precedenza, ma esistono una serie di variabili che nonostante che agiscano in una realtà esterna alla filiera (contesto europeo, globale) hanno degli effetti diretti a livello locale. In particolare, negli ultimi tempi, gli scenari di riferimento per il settore del non-food sono rappresentati fundamentalmente dalla Riforma di medio termine della PAC, dagli andamenti dei prezzi del petrolio, dall'applicazione del Protocollo di Kyoto. E' chiaro che al realizzarsi o meno di una situazione inerente a questi aspetti si modifichino totalmente le prospettive di sviluppo di una filiera e si renderà quindi necessario agire in un determinato modo, invece che in un altro. Ad esempio, se i principali Paesi produttori di CO<sub>2</sub> ratificassero il Protocollo di Kyoto le filiere non-food avrebbero un notevole impulso nello sviluppo e così via...

L'analisi degli scenari, corredata da tutti gli altri strumenti utilizzati nel corso di questo studio, ha permesso, in maniera efficace, di formulare ipotesi strategiche, ai fini



dell'orientamento della ricerca, delle iniziative politico-istituzionali e dei diversi *stakeholders* per anni a venire, con lo scopo del conseguimento dello sviluppo delle filiere non-food in Toscana.

#### *4.1 Le filiere e gli stakeholders: le griglie analitiche e i tavoli di filiera*

Il quadro conoscitivo relativo allo stato dell'arte dell'attività scientifica è stato integrato con quello derivato dall'elaborazione delle informazioni acquisite a seguito della compilazione di griglie analitiche e dell'attività di reporting su quanto emerso in occasione dei tavoli di filiera, secondo la procedura di seguito descritta.

Nella prima fase di ricerca sono state utilizzate, come strumento di indagine, griglie di rilevazione predisposte per caratterizzare le filiere in funzione degli operatori/soggetti in esse coinvolti nei diversi stadi di processo e delle relative categorie merceologiche, affidando la redazione delle medesime ai responsabili scientifici di filiera, già identificati nell'ambito della descrizione del Progetto Activa.

In particolare, è stato caratterizzato il ruolo delle varie tipologie di soggetto operanti in modo diretto o indiretto nella filiera e le relazioni di questi con gli altri soggetti concorrenti alla filiera no-food per la trasformazione delle materie prime di interesse per il Progetto, con riferimento alla realtà regionale.

I soggetti presi in esame sono stati

- *produttori*: soggetti agricoli che producono la materia prima;
- *trasformatori primari*: soggetti industriali che operano una prima trasformazione della materia prima e che intrattengono un rapporto diretto con i produttori;
- *trasformatori secondari*: soggetti industriali che rendono la materia prima semi-trasformata utilizzabile nei processi produttivi e non hanno un rapporto diretto con i produttori;
- *utilizzatori primari*: soggetti industriali che utilizzano nel processo produttivo la materia prima trasformata;
- *utilizzatori secondari*: soggetti industriali che utilizzano nel processo produttivo i prodotti intermedi derivanti dalla materia prima trasformata;
- *distributori*: soggetti partecipanti alla fase distributiva del prodotto finale, direttamente o indirettamente a contatto con i consumatori;
- *consumatori*: soggetti che acquistano il prodotto finito.

Ciascuna tipologia è stata ulteriormente tipizzata in sottocategorie in funzione delle proprie specifiche caratteristiche. Nel caso dei produttori, trasformatori e utilizzatori sono stati identificati, come già anticipato, i soggetti imprenditoriali concorrenti alla filiera non-food. A titolo di esempio si riporta un dettaglio della filiera dei biocarburanti relativo ai soggetti trasformatori. Le griglie dei "soggetti di filiera" relative alle diverse filiere analizzate sono riportate in Allegato A.

<b>TRASFORMATO RI</b>	<b>Tipologie di impresa</b>	Industria di spremitura dei semi oleosi	Industrie di raffinazione dell'olio vegetale	Industria di estrazione dello zucchero dalle materie prime agricole	Industrie chimiche produttrici di bioetanolo (fermentazione)
	<b>Concorrenti</b>	Industria di triturazione dei semi oleosi estere (paesi extracomunitari)	Industrie chimiche produttrici di bioetanolo estere (Brasile, Stati Uniti, Spagna)		

Le categorie merceologiche sono state invece caratterizzate in funzione del processo produttivo e del mercato di riferimento. Per ciascuna tipologia di prodotto sono state, infatti, acquisite informazioni in merito alla fase di processo attraverso cui tale prodotto si ottiene, con il dettaglio dei punti critici più significativi da un punto di vista tecnologico e dell'operatore di filiera coinvolto (produttore, trasformatore, utilizzatore); mentre per gli aspetti più propriamente merceologici sono stati definiti i mercati attuali, i mercati potenziali e i relativi punti critici.

A titolo di esempio, nella tabella sottostante si riporta il dettaglio della categoria merceologica "biodiesel" della filiera dei biocarburanti. Le griglie delle "categorie merceologiche" relative alle diverse filiere analizzate sono riportate in Allegato B.

<b>BIOCARBURANTI (BIO DIESEL)</b>					
	<b>Caratterizzazione del processo produttivo</b>		<b>Caratterizzazione degli aspetti merceologici</b>		
<b>Categoria merceologica</b>	<b>Processo produttivo</b>	<b>Punti critici tecnologici</b>	<b> Mercati attuali</b>	<b> Mercati potenziali</b>	<b> Punti critici merceologici</b>
<b>"A" Biodiesel</b>	Coltivazione (produttori)	Ottimizzazione della tecnica colturale, al fine di stabilizzare le rese e ridurre i costi di produzione	Mercato nazionale dei carburanti (quantità di biodiesel defiscalizzata: 200.000 t da Finanziaria 2005)	Mercato nazionale dei carburanti con una maggiore quota defiscalizzata e con specifiche caratteristiche qualitative (miscela al 5% con gasolio nei centri urbani e fino al 30% in periferia)	Costo di produzione della granella nei confronti delle aziende estere (Romania - girasole, Germania, Francia, Olanda, Canada - colza)
	Spremitura del seme (trasformatori)	Difficoltà di un adeguato investimento (colza)		Mercato del biodiesel per il riscaldamento di edifici pubblici e privati, strutture agricole di diversa natura	Costo di produzione dell'olio nei confronti del mercato internazionale
	Raffinazione dell'olio (trasformatori)	Instabilità delle produzioni (girasole)		Mercato per l'alimentazione di motori marini (nautica da diporto) per la navigazione nelle acque interne e costiere, in ambienti soggetti a vincoli ambientali (riserve naturali, lagune,	Prezzo del biodiesel (ipotetico) rispetto al prezzo del gasolio

				laghi, etc.)	
Trans-esterificazione (trasformatori)	Messa a punto di oli più idonei alla produzione di biodiesel (maggiore capacità lubrificante) ( <i>Brassica carinata, Crambe abyssinica</i> , etc.)				Aumentata offerta della glicerina sul mercato (rif. mercato potenziale)
Miscelazione (utilizzatori primari)					Difficoltà di definire accordi interprofessionali sul prezzo a cui l'industria è disposta a ritirare la granella prodotta dagli agricoltori
Distribuzione					Scarsa conoscenza del consumatore nei confronti del biodiesel (necessità di maggiore informazione e comunicazione) (rif. mercato potenziale) Necessità di una chiara identificazione del biodiesel commercializzato

In aggiunta alle informazioni di cui sopra, sono stati qualificati i prodotti di origine vegetale e di origine convenzionale, reciprocamente sostitutivi, derivati dalla fase di trasformazione o di cui è fatto un utilizzo primario. A titolo di esempio, nella tabella seguente, si riporta un dettaglio riferito alla filiera dei biocarburanti.

In una seconda fase, il contributo conoscitivo fornito dalle griglie analitiche è stato integrato con quanto emerso in occasione dei tavoli di filiera. Tale attività ha, infatti, consentito di realizzare un incontro diretto con gli stakeholders, riconducibili sia alle

<i>Indicare i PRODOTTI CONVENZIONALI relativi alla fase di TRASFORMAZIONE</i>	Petrolio (processo di raffinazione)	Etanolo	N da azotofissazione industriale		
<i>Indicare i PRODOTTI SOSTITUTIVI (di origine vegetale) relativi alla fase di TRASFORMAZIONE</i>	Olio vegetale (da oleaginose)	Etanolo di origine vegetale (da cereali: sorgo zuccherino, grano, etc.)	Proteine vegetali (come mangimi o fertilizzanti)		
<i>Indicare i PRODOTTI CONVENZIONALI relativi alla fase di UTILIZZO Primario</i>	Gasolio per autotrazione e riscaldamento	Benzina per autotrazione	Gas metano per autotrazione e riscaldamento	GPL per autotrazione e riscaldamento	Energia elettrica
<i>Indicare i PRODOTTI SOSTITUTIVI (di origine vegetale) relativi alla fase di UTILIZZO Primario</i>	Olio vegetale tal quale	Biodiesel	Bioetanolo	ETBE	

tipologie di soggetto già elencate sia ai gestori degli output secondari (gestori dei sottoprodotti/coprodotti delle colture non-food, siano essi soggetti agricoli o industriali e i gestori dei rifiuti e dei reflui derivanti dai processi produttivi delle colture non-food) che ai referenti di istituzioni scientifiche e di ricerca, organismi di assistenza tecnica, organizzazioni di settore ed enti pubblici. L'obiettivo dei tavoli di filiera è stato quello di coinvolgere gli operatori delle specifiche filiere non-food nell'ambito di una discussione guidata, da un lato per favorire uno scambio di conoscenze sui processi in atto nel proprio settore di riferimento, dall'altro per raccogliere e quindi trasmettere al mondo della ricerca le opinioni, le esigenze, le aspettative degli operatori, così da poter delineare ipotesi progettuali e strategiche verso cui indirizzare le iniziative istituzionali (politiche e scientifiche) nel prossimo futuro. In particolare, l'attività dei tavoli di filiera si è articolata su due livelli: la realizzazione di una discussione guidata e la messa a disposizione di griglie tematiche. La discussione guidata ha previsto tre sessioni, ciascuna delle quali articolata su una domanda chiave. In ogni sessione, ciascun partecipante è stato chiamato ad esprimere sinteticamente la propria opinione. Il tavolo non ha avuto carattere pubblico per facilitare la manifestazione di posizioni non ufficiali. Seguono le domande chiave sulle quali sono state incardinate le diverse sessioni del tavolo di filiera.

**1<sup>a</sup> sessione:** *Cosa vi ha spinto ad avvicinarvi alla filiera non-food, a quali bisogni/aspettative è in grado di rispondere?*

La domanda era finalizzata a comprendere le motivazioni dei partecipanti in funzione delle quali è stata intrapresa un'attività collegata al non-food e su come essa è in grado di soddisfare le loro aspettative.

**2<sup>a</sup> sessione:** *Quali fattori indichereste come predisponenti/ostacolanti (fattori politici, economici, sociali, tecnici, normativi, ambientali) lo sviluppo della filiera non-food?*

La domanda era finalizzata a raccogliere un giudizio sintetico sui principali fattori predisponenti/ostacolanti lo sviluppo del settore di riferimento:

- tra i fattori politico-normativi, l'assetto delle normative nazionali e comunitarie, gli indirizzi delle politiche di settore, ecc.
- tra i fattori economici, le dinamiche strutturali (es. i processi di globalizzazione), i rapporti tra i settori della produzione primaria e della trasformazione, gli incrementi di reddito aziendale, il mercato dei beni prodotti, ecc.
- tra i fattori sociali, l'opinione pubblica, l'informazione del consumatore, la formazione degli operatori di filiera, ecc.
- tra i fattori tecnici, i costi dei macchinari, l'efficienza delle tecniche e delle tecnologie, il livello di sperimentazione di processi innovativi, ecc.
- tra i fattori ambientali, la riduzione degli impatti sull'ecosistema durante le varie fasi del processo produttivo, la possibilità di riuso/riciclo di determinati materiali, la biodegradabilità di sottoprodotti/coprodotti e dei residui, ecc.

**3<sup>a</sup> sessione:** *Quali benefici pensate che possano derivare dalla filiera non-food in futuro?*

La domanda era finalizzata ad ottenere un giudizio sintetico sui principali benefici apportati dalla filiera in relazione alla sua evoluzione nel breve e lungo termine.

In occasione dei tavoli di filiera, sono state consegnate alcune griglie, inviate anche in formato elettronico ai partecipanti, finalizzate a raccogliere ulteriori informazioni utili

all'analisi di scenario. Gli assi principali attraverso cui è stata strutturata la griglia sono i seguenti:

*1<sup>a</sup> sezione:* è costituita da una scheda anagrafica per tracciare le caratteristiche più rilevanti dell'interlocutore (denominazione del soggetto, società/ente di appartenenza, attività prevalente, recapiti, tipologia di soggetto);

*2<sup>a</sup> sezione:* si suddivide in sottosezioni in funzione della tipologia di soggetto cui si rivolge. E' prevista la rilevazione di informazioni sia di natura qualitativa (in cui è proposta una domanda aperta) sia quantitativa (in cui si richiede di indicare quantità o prezzi).

Si riportano di seguito le sezioni principali di cui si compone la suddetta griglia.

- informazioni di natura qualitativa:

- per produttori:

- Che cosa andrebbe a sostituire la coltura no-food?
- Mettete o mettereste la coltura no-food in rotazione? Se sì, con quali altre colture?
- Come valutate l'idoneità del vostro territorio alla coltura no-food in questione (sia dal punto di vista delle rese che della qualità)?
- Quali implicazioni può avere l'introduzione di una coltura no-food dal punto di vista ambientale (input chimici, irrigazione, input energetici, fertilità del suolo, ecc.)?
- Quali implicazioni può avere l'introduzione di una coltura no-food dal punto di vista del reddito aziendale?
- Prevedete la possibilità di vendita e/o di utilizzo aziendale di co-prodotti derivanti dalla coltura no-food in questione? Se sì, quali?
- A quali condizioni sarebbe possibile la coltivazione delle colture no-food?

- per trasformatori primari, trasformatori secondari, utilizzatori primari, utilizzatori secondari:

- Quali sono le caratteristiche merceologiche del prodotto convenzionale ritenute indispensabili?
- Quali sono le caratteristiche merceologiche del prodotto sostitutivo (ottenuto da colture no-food) che potrebbero differenziare positivamente o negativamente il prodotto?
- Sulla base delle vostre conoscenze, quali altre caratteristiche, oltre a quelle merceologiche, differenziano l'output finale (inteso sia in termini di prodotto finito, es. capo di abbigliamento, che di produzione finale, es. calore, energia) ottenuto attraverso processi che utilizzano materie prime di origine

vegetale (colture no-food)?

- A quali condizioni sarebbe possibile l'utilizzo del prodotto derivante da materia prima di origine vegetale (da colture no-food)?

- per distributori:

- Quali caratteristiche merceologiche del prodotto ottenuto attraverso processi che utilizzano materie prime di origine vegetale (colture no-food) sono ritenute importanti rispetto al prodotto convenzionale per favorirne il consumo?

- Sulla base delle vostre conoscenze, quali altre caratteristiche, oltre a quelle merceologiche, differenziano l'output finale (inteso sia in termini di prodotto finito, es. capo di abbigliamento, che di produzione finale, es. calore, energia) ottenuto attraverso processi che utilizzano materie prime di origine vegetale (colture no-food)?

- Quali condizioni possono favorire il consumo di questi prodotti?

Nel caso specifico di un coinvolgimento nella gestione dei rifiuti/reflui:

- Prevedete una riduzione dei costi di gestione ambientale (smaltimento dei rifiuti, trattamento dei reflui, ecc.) con la messa in atto della filiera no-food di riferimento?

- Su quali output di scarto, derivanti dalla/e coltura/e no-food in questione, riservate le principali aspettative ai fini del loro recupero, riutilizzo e riciclaggio?

- Intravedete la possibilità di sviluppo di un mercato del compost di qualità derivante dal recupero dei materiali di scarto prodotti attraverso i processi produttivi relativi alla/e coltura/e no-food di riferimento?

- per organismi di ricerca, organismi di assistenza tecnica, organizzazioni di settore e amministrazioni pubbliche:

- Sulla base delle vostre conoscenze, come può essere definito il livello della ricerca attualmente raggiunto relativamente al settore no-food di appartenenza? (

- Sulla base delle vostre conoscenze, esiste la concreta possibilità di sviluppo della ricerca nell'ambito del settore no-food di appartenenza (interesse, prospettive di sviluppo, ecc.)?

- Il livello di coinvolgimento della ricerca, secondo voi, dovrebbe essere regionale, nazionale o europeo/internazionale?

- Esistono squilibri nel livello di ricerca tra le diverse fasi della filiera (es. alcuni settori - agricolo, industriale, ecc. - sono attualmente più sviluppati di altri)? Quali dovrebbero essere gli aggiustamenti da perseguire e apportare?

- Esistono squilibri nel livello di ricerca tra le diverse filiere no-food (es. una filiera più sviluppata di altre)? Quali dovrebbero essere gli aggiustamenti da perseguire e apportare?

- A vostro parere, è attualmente sufficiente il livello di ricerca relativo al rapporto tra le singole filiere e il contesto in cui sono inserite (impatti ambientali e socio economici, sinergie, ecc.)?

- Quanto giudicate essere importante il coinvolgimento diretto degli operatori della filiera nell'ambito dei progetti di ricerca?

- informazioni di natura quantitativa:

- per produttori, trasformatori primari, trasformatori secondari, utilizzatori primari, utilizzatori secondari, organismi di ricerca, organizzazioni di settore:

<b>Produttori</b>	<b>Tradizionale (alimentare)</b>	<b>Sostitutiva (non alimentare)</b>
Estensione delle colture interessate - Coltura 1 ( <i>ha</i> )		
Estensione delle colture interessate - Coltura 2 ( <i>ha</i> )		
Estensione delle colture interessate - Coltura 3 ( <i>ha</i> )		
Produzione complessiva ( <i>t</i> )		
Resa del prodotto principale ( <i>t/ha</i> )		
Resa co-prodotto/i ( <i>t/ha</i> )		
Costi di produzione totali ( <i>Euro/ha</i> )		
Prezzo del prodotto principale ( <i>Euro/t</i> )		
Prezzo co-prodotto/i ( <i>Euro/t</i> )		

<b>Trasformatori primari</b>	<b>Tradizionale (alimentare)</b>	<b>Sostitutiva (non alimentare)</b>
Resa di trasformazione/sintesi (%)		
Resa co-prodotto/i (%)		
Costo di trasformazione/sintesi ( <i>Euro/t</i> )		
Prezzo del prodotto principale ( <i>Euro/t</i> )		
Prezzo co-prodotto/i ( <i>Euro/t</i> )		

<b>Trasformatori secondari</b>	<b>Convenzionale</b>	<b>Sostitutivo (di origine vegetale)</b>
Resa di trasformazione/sintesi (%)		
Resa co-prodotto/i (%)		
Costo di trasformazione/sintesi ( <i>Euro/kg</i> )		
Prezzo del prodotto principale ( <i>Euro/kg</i> )		
Prezzo co-prodotto/i ( <i>Euro/kg</i> )		

<b>Utilizzatori (primari e secondari)</b>	<b>Convenzionale</b>	<b>Sostitutivo (di origine vegetale)</b>
Imprese coinvolte nel settore in Toscana ( <i>n°</i> )		
Produzione complessiva del settore in Toscana ( <i>t; kg; m; n° pezzi; ecc.</i> )		
Produzione aziendale ( <i>t; kg; m; n° pezzi; ecc.</i> )		
Costo di approvvigionamento del prodotto trasformato ( <i>Euro/t; Euro/kg</i> )		
Prezzo del prodotto principale ( <i>Euro/t; Euro/kg; Euro/m; Euro/pz.; ecc.</i> )		
Prezzo co-prodotto/i ( <i>Euro/t; Euro/kg; Euro/m; Euro/pz.; ecc.</i> )		

3<sup>a</sup> sezione: si rivolge in modo indifferenziato a tutte le tipologie di soggetti anche se è richiesto all'interlocutore di specificare la propria appartenenza. La griglia si articola attraverso sette domande chiave, per ciascuna delle quali le risposte si presentano in forma semi-strutturata, pur prevedendo la possibilità di integrare e specificare quanto già

<b><i>Dal suo punto di vista quali informazioni possono condizionare la scelta produttiva e in che misura?</i></b>				
<i>Indicare per ciascuna tipologia sotto elencata in che modo le informazioni possono condizionare la scelta produttiva.</i>	<i>Irrilevante</i>	<i>Debole</i>	<i>Considerevole</i>	<i>Decisivo</i>
Informazioni relative agli aspetti colturali (es. specifiche sulle tecniche colturali)				
Informazioni relative agli aspetti tecnici/tecnologici (es. disponibilità di macchine agricole/tecnologie di trasformazione)				
Informazioni relative agli aspetti economici (es. costi di produzione, forme di incentivazione)				
Informazioni relative agli aspetti di mercato (es. inserimento del prodotto sul mercato, dimensioni del mercato)				
Informazioni relative agli aspetti di carattere organizzativo (es. accordi di fornitura, contratti con l'industria di trasformazione)				
Informazioni relative agli aspetti amministrativi/burocratici (es. procedure autorizzative)				
Informazioni relative agli aspetti normativi (es. norme che regolano il potenziale utilizzo dei prodotti)				
Altro (specificare eventuali altre categorie di informazioni non indicate)				

indicato.



<b>Dal suo punto di vista in che modo le seguenti tipologie di servizi favoriscono e consolidano i rapporti tra gli operatori di filiera?</b>				
<i>Indicare per ciascuna tipologia in che modo alcuni servizi possono condizionare il rapporto tra gli operatori di filiera.</i>	<i>Irrilevante</i>	<i>Debole</i>	<i>Considerevole</i>	<i>Decisivo</i>
Servizi di intermediazione da parte di organizzazioni di categoria, cooperative, soggetti pubblici, ecc.				
Servizi di supporto sul piano produttivo (es. contoterzismo)				
Servizi di consulenza sul piano tecnico				
Servizi di consulenza sul piano commerciale				
Servizi di consulenza sul piano finanziario				
Attività di ricerca e relativa disponibilità di risultati sperimentali trasferibili alla realtà locale				
Altro (specificare eventuali altri servizi non indicati)				

<b>Dal suo punto di vista quale dei seguenti aspetti organizzativi è da ritenersi più problematico per la strutturazione e/o il consolidamento della filiera:</b>	
<i>Indicare gli aspetti organizzativi ritenuti più problematici per la strutturazione della filiera.</i>	<i>Più problematico/i</i>
Aspetti organizzativi legati al rapporto tra produttori e trasformatori primari	
Aspetti organizzativi legati al rapporto tra trasformatori primari e trasformatori secondari	
Aspetti organizzativi legati ai rapporti tra trasformatori e utilizzatori	
Aspetti organizzativi legati ai rapporti tra operatori di filiera e altri soggetti (es. enti di controllo e certificazione)	
Altro (specificare eventuali altri rapporti tra operatori di filiera non indicati)	

<b>Dal suo punto di vista in che modo le varie politiche di finanziamento/agevolazione/supporto contribuiscono nella fase attuale alla strutturazione o al consolidamento della filiera?</b>				
<i>Indicare per ciascuna tipologia in che modo gli indirizzi politici possono contribuire alla strutturazione della filiera.</i>	<i>Irrilevante</i>	<i>Debole</i>	<i>Considerevole</i>	<i>Decisivo</i>
Politiche agricole e di sviluppo rurale				
Politiche a supporto dell'innovazione industriale				
Politiche a sostegno dell'imprenditoria giovanile				
Politiche di agevolazione fiscale				
Politiche della formazione				
Politiche a supporto della ricerca applicata				
Altro (specificare eventuali altre politiche ritenute di interesse per la filiera)				

<b>Dal suo punto di vista quale politica di finanziamento/agevolazione/supporto è ritenuta strategicamente più rilevante per garantire nel futuro l'avvio o il consolidamento della filiera?</b>	
Indicare gli indirizzi politici ritenuti strategicamente più rilevanti per la strutturazione della filiera.	Strategicamente più rilevante /i
Politiche agricole e di sviluppo rurale	
Politiche a supporto dell'innovazione industriale	
Politiche a sostegno dell'imprenditoria giovanile	
Politiche di agevolazione fiscale	
Politiche della formazione	
Politiche a supporto della ricerca applicata	
Altro (specificare eventuali altre politiche ritenute di interesse per la filiera)	

<b>Dal suo punto di vista, in sintesi, quali dei seguenti aspetti rappresentano i vincoli più significativi per la filiera:</b> (assegnare un punteggio da 1 a 10 in funzione della minore o maggiore importanza attribuita agli aspetti sotto elencati)	
Ecologici (es. impatti sull'ecosistema)	
Agro-pedo-climatici (es. adattabilità delle colture alle condizioni ambientali locali)	
Infrastrutturali (es. non adeguatezza della viabilità) e strutturali (es. inadeguatezza dei capannoni aziendali/industriali)	
Tecnici e tecnologici (es. adozione di macchine agricole, tecnologie di produzione o trasformazione non ordinarie)	
Organizzativi (es. rapporti con nuovi soggetti di filiera)	
Economici (es. costi aggiuntivi rispetto alla produzione/trasformazione di materie prime ordinarie)	
Di mercato (es. identificazione del mercato su cui posizionare il prodotto)	
Normativi (es. aspetti normativi specifici per il settore)	
Conoscitivi/culturali (es. conoscenze specifiche per la produzione/trasformazione di materie prime da colture no-food)	

<b>Dal suo punto di vista, in sintesi, quali dei seguenti aspetti rappresentano le opportunità più significative per la filiera:</b> (assegnare un punteggio da 1 a 10 in funzione della minore o maggiore importanza attribuita agli aspetti sotto elencati)	
Agro-ambientali (es. aumento della fertilità per la diversificazione colturale) e paesaggistici (es. riqualificazione di aree abbandonate/marginali)	
Produttivi (es. valorizzazione di aree non competitive per produzioni convenzionali)	
Economici (es. incremento del reddito aziendale)	
Di mercato (es. sbocchi alternativi di mercato)	
Commerciali (es. immagine più caratterizzata della propria produzione)	
Agevolazioni pubbliche (es. finanziamenti, detassazioni, priorità nei finanziamenti ecc)	
Sicurezza sul luogo di lavoro (es. riduzione dei rischi da utilizzo di prodotti tossici)	
Riduzione dei costi di smaltimento o trattamento dei reflui rispetto ai processi industriali convenzionali	

Le informazioni rilevate attraverso le griglie e in occasione dei tavoli di filiera costituiscono la base conoscitiva propedeutica all'analisi delle filiere di cui è data descrizione nel paragrafo successivo.

## ***5. L'analisi delle filiere non-food***

La metodologia di analisi adottata per lo studio delle filiere non-food è stata strutturata in cinque diversi *steps* che partono dalla definizione del problema focale, vale a dire, in sostanza, l'obiettivo dell'analisi stessa, fino a giungere alla caratterizzazione delle linee di intervento attraverso le quali orientare la ricerca, le iniziative politico-istituzionali e gli impulsi provenienti dagli operatori delle filiere e/o da coloro che ne sono portatori di interesse. L'analisi delle filiere non-food si avvale essenzialmente dei contributi derivanti dallo stato dell'arte dell'attività scientifica e dalla presa di coscienza delle esigenze, dei dubbi, delle perplessità e, dall'altro lato, delle potenzialità, dei punti di forza e delle realtà già attive ed operanti, acquisite con l'organizzazione di tavoli di filiera.

Lo studio si basa sulla metodologia di analisi degli scenari che si avvale dell'analisi dei vincoli e delle opportunità delle filiere in questione, al fine di integrare nell'analisi complessiva le problematiche proprie delle varie filiere e i condizionamenti provenienti dal mondo esterno.

Verranno di seguito illustrati gli *steps* dell'analisi, in relazione alla possibilità di poter delineare delle linee di intervento percorribili su vari fronti, per lo sviluppo delle filiere non-food nella Regione Toscana.

### ***Step 1: Definizione del problema focale***

Il *problema focale* è stato definito, sulla base dell'obiettivo nodale del progetto di ricerca, come l'insieme dei fattori strategici in funzione dei quali orientare la ricerca, le iniziative politico-istituzionali ed i programmi di intervento che potrebbero essere portati avanti da parte degli operatori delle filiere non-food e dei vari soggetti portatori d'interesse, per supportare lo sviluppo delle filiere stesse in Toscana.

### ***Step 2: Identificazione e selezione dei fattori condizionanti***

Una volta definito il problema focale, il passo successivo è stato quello di identificare e selezionare i fattori condizionanti, vale a dire tutti i possibili fattori che in qualche modo, sia direttamente che indirettamente, possono influenzare l'attivazione ed il consolidamento delle filiere.

Nello specifico, sono state redatte delle griglie, organizzate sulla base degli *ambiti* (politico/normativi; economici; ambientali/biologici; tecnico/tecnologici; sociali) e della *scala spaziale* (globale; europea; nazionale; regionale/locale) cui i fattori appartengono.

Di seguito all'identificazione dei fattori condizionanti, è stata prevista una fase di analisi che consentisse di discriminarli in base alla loro utilità ai fini dell'analisi degli scenari o dei vincoli/opportunità. I fattori sono stati indicati nelle griglie nel modo seguente:

- *Fattore idoneo all'analisi di scenari: S*
- *Fattore idoneo all'analisi dei vincoli/opportunità: V/O*

La selezione dei fattori, idonei all'una o all'altra analisi, è avvenuta in funzione del loro grado di dipendenza dal contesto della filiera: nel caso in cui il fattore fosse stato attinente alla realtà contestuale della filiera (aspetti legati agli operatori, alle fasi produttive, ai prodotti, alle materie prime, ecc.) è risultato idoneo all'analisi dei vincoli e delle opportunità, viceversa, nel caso in cui esso fosse stato esterno alla realtà della filiera (politiche agricole, andamenti di mercato, normative europee, ecc.), è risultato idoneo ai fini dell'analisi di scenario. Segue lo schema esemplificativo relativo all'organizzazione ed alla selezione dei fattori condizionanti, nell'ambito delle varie filiere esaminate.

Fattori condizionanti	SELEZIONE: V/O, S	SCALA SPAZIALE			
		Globale	Europea	Nazionale	Regionale /Locale
<b>Politico / Normativi</b>					
Ex.: Livello di applicazione del Protocollo di Kyoto;	S	X	X	X	X
Ex.: Capacità di stipulare <i>accordi quadro di filiera</i> (Patto per lo sviluppo) per uscire dalla fase di sperimentazione e di progetti pilota e avviare vere e proprie politiche di mercato del non-food, attraverso la definizione comune dei prezzi, quantità e standard minimi di qualità delle forniture di materia prima vegetale;	V/O				X
<b>Economici</b>	SELEZIONE: NE: V/O, S	Globale	Europea	Nazionale	Regionale /Locale
Ex.: Andamento dei prezzi del petrolio;	S	X			
Ex.: Livello di redditività culturale delle colture in oggetto;	V/O		X	X	X
<b>Ambientali / Biologici</b>	SELEZIONE: NE: V/O, S	Globale	Europea	Nazionale	Regionale /Locale
Ex.: Andamento dei cambiamenti climatici globali;	S	X			
Ex.: Livello di biodiversità dell'agro-ecosistema, in relazione alla possibilità di diversificazione delle produzioni agricole;	V/O		X	X	X
<b>Tecnici / Tecnologici</b>	SELEZIONE: NE: V/O, S	Globale	Europea	Nazionale	Regionale /Locale
Ex.: Capacità di messa a punto di sistemi di disinquinamento da sostanze chimiche di origine minerale e/o sintetica;	S	X	X	X	X
Ex.: Livello di informazione/formazione presso gli operatori della filiera, riguardo alle tecniche colturali, alle tecniche di estrazione, trasformazione ed alle specifiche tecnico-qualitative del prodotto;	V/O		X	X	X
<b>Sociali</b>	SELEZIONE: NE: V/O, S	Globale	Europea	Nazionale	Regionale /Locale
Ex.: Livello di informazione sulle problematiche sociali derivanti dai cambiamenti climatici globali;	S	X	X	X	X
Ex.: Livello di percezione da parte dei cittadini/consumatori dei benefici ambientali e salutistici derivanti dall'utilizzo delle produzioni non-food;	V/O		X	X	X

Le griglie dei fattori condizionanti delle varie filiere non-food sono visionabili in Allegato C.

Step 3: Identificazione delle variabili di scenario e costruzione degli scenari, una volta selezionati i fattori condizionanti utili all'analisi degli scenari, si procede all'identificazione delle *variabili di scenario*, vale a dire dei fattori condizionanti effettivamente rilevanti ai fini dell'analisi di scenario. Le variabili di scenario vengono determinate ricorrendo ai concetti di *Importanza* e *Certezza*, attribuendo un punteggio da 0 a 5 ai fattori condizionanti, in relazione allo schema mostrato di seguito. L'Importanza indica la capacità del fattore condizionante di generare un impatto sul sistema filiera, mentre la Certezza indica la probabilità che un fattore condizionante condizioni realmente lo sviluppo della filiera analizzata.

L'attribuzione del punteggio ha consentito di costruire un *ordinamento gerarchico* dei fattori attraverso cui identificare le variabili di scenario utili alla costruzione e all'analisi degli scenari relativi alla possibilità di sviluppo delle diverse filiere non-food in Toscana. Le variabili di scenario sono state identificate tra i fattori che hanno registrato un punteggio compreso tra 4,5 e 5. Ai due criteri (Importanza e Certezza) è stato attribuito il medesimo peso.

Una volta determinate le variabili di scenario si è proceduto all'individuazione degli scenari. Per ciascuna variabile di scenario sono stati individuati tre scenari (Scenario 1, Scenario 2 e Scenario 3) che rispecchiassero un *trend*, rispettivamente, stabile rispetto a quello attuale, più positivo o più negativo nei riguardi dello sviluppo della filiera.

Gli scenari sono stati riassunti in schemi sintetici analoghi a quello riportato di seguito (caso filiera biolubrificanti).

<b>Descrizione fattore condizionante:</b>								
Ex.: Livello di applicazione del Protocollo di Kyoto								
						<b>Totale</b>		
<b>Importanza</b>	Nulla	0		<b>Certezza</b>	Nulla	0	4,5	
	Scarsa	1			Scarsa	1		
	Media	2			Media	2		
	Rilevante	3			Rilevante	3		
	Elevata	4			Elevata	4		X
	Molto elevata	5	X		Molto elevata	5		

<b>Scenari filiera biolubrificanti</b>				
	<b>Variabili di scenario Politico / Normative</b>	☹ Scenario 1	☺ Scenario 2	☹ Scenario 3
		<b>Trend attuale</b>	<b>+ sviluppo filiera</b>	<b>- sviluppo filiera</b>
a	Riforma di medio termine della PAC	Diffusione della coltivazione delle colture non-food da biolubrificanti solo nell'ambito dei terreni riservati a set-aside	Diffusione della coltivazione delle colture non-food da biolubrificanti anche nei terreni non riservati a set-aside	Mancanza di diffusione della coltivazione di colture non-food da biolubrificanti
b	Applicazione a livello nazionale della Direttiva 2003/53/CE che vieta la commercializzazione e l'impiego di nonilfenolo e di nonilfenolo etossilato	I nonilfenoli vengono sostituiti con prodotti di analogo impatto ambientale, non biodegradabili	I nonilfenoli vengono sostituiti con tensioattivi a basso impatto ambientale, biodegradabili che ben si adattano all'utilizzo combinato con i biolubrificanti	I nonilfenoli continuano ad essere impiegati (non applicazione della Direttiva)
c	Direttiva 2003/87/CE che istituisce un sistema di scambio delle quote di emissione dei gas a effetto serra all'interno dell'UE	Il sistema di scambi di autorizzazioni per le emissioni di gas a effetto serra riceve un grado di sviluppo medio.	Il sistema di scambi di autorizzazioni per le emissioni di gas a effetto serra si sviluppa notevolmente	Il sistema di scambi di autorizzazioni per le emissioni di gas a effetto serra non si sviluppa pienamente.
d	Livello di applicazione del Protocollo di Kyoto	Il livello di applicazione del Protocollo di Kyoto si stabilizza sui livelli attuali (non lo ratificano Stati Uniti, India, Cina e Australia)	I principali paesi produttori di gas serra ratificano il Protocollo di Kyoto (Stati Uniti, India, Cina, come preannunciato durante il vertice di Johannesburg nel 2002, Australia)	Alcuni dei principali Paesi firmatari, non applicano il Protocollo di Kyoto
	<b>Variabili di scenario Economiche</b>	<b>Trend attuale</b>	<b>+ sviluppo filiera</b>	<b>- sviluppo filiera</b>
e	Andamento dei prezzi del petrolio	Il prezzo del petrolio si stabilizza sui livelli attuali	Il prezzo del petrolio tende all'aumento continuo, in relazione all'esaurimento della risorsa stessa.	Il prezzo del petrolio diminuisce riassetandosi ai livelli degli scorsi anni.
f	Grado di dipendenza dal mercato del petrolio	Utilizzo dei biolubrificanti fortemente di pendente dal mercato del petrolio (livello dei prezzi)	Riduzione del grado di dipendenza dal mercato del petrolio, in relazione all'aumento dei prezzi del petrolio	Aumento del grado di dipendenza dal mercato del petrolio, in relazione ad una riduzione degli attuali prezzi del petrolio
g	Andamento del processo di globalizzazione dei mercati	Il processo di globalizzazione dei mercati si stabilizza sui livelli attuali	Il processo di globalizzazione dei mercati subisce una riduzione rispetto ai livelli attuali	Il processo di globalizzazione dei mercati aumenta considerevolmente rispetto ai livelli attuali
	<b>Variabili di scenario Ambientali / Biologiche</b>	<b>Trend attuale</b>	<b>+ sviluppo filiera</b>	<b>- sviluppo filiera</b>
h	Andamento dei cambiamenti climatici globali	Il trend dei cambiamenti climatici globali si assesta sugli attuali andamenti	Il trend dei cambiamenti climatici globali subisce un peggioramento rispetto ai livelli attuali	Il trend dei cambiamenti climatici globali tende al miglioramento, grazie all'applicazione dei diversi provvedimenti

				previsti in materia
i	Livello degli stock di risorse non rinnovabili (es. petrolio)	I consumi degli stock di risorse non rinnovabili tendono a stabilizzarsi sui livelli attuali	Gli stock di risorse non rinnovabili tendono a diminuire in maniera consistente in tempi relativamente brevi	Gli stock di risorse non rinnovabili tendono a stabilizzarsi sui livelli attuali, in relazione ad una riduzione dei consumi

Una volta individuati gli scenari caratteristici per ciascuna filiera si è proceduto alla loro analisi dettagliata, caso per caso, relativamente ad ogni variabile di scenario. In questo modo, è stato possibile giungere alla determinazione delle possibilità di sviluppo delle varie filiere non-food in Toscana che sono state poi riassunte in uno schema di sintesi finale.

L'analisi degli scenari, in relazione a ciascuna variabile di scenario è stata condotta facendo uso di schemi sintetici che evidenziano, in sequenza:

- tre possibili scenari per ogni variabile di scenario analizzata (Scenario 1, Scenario 2 e Scenario 3, con un *trend*, rispettivamente, stabile rispetto a quello attuale, più positivo o più negativo nei riguardi dello sviluppo della filiera);
- gli effetti di tali scenari rispetto ad ambiti di diversa natura: economica (domanda, prezzi, redditività), tecnica/tecnologica (grado di innovazione), normativa (norme di settore), ambientale (effetti sull'ambiente) e sociale (effetti sulla comunità), predisposti per ciascun scenario contemplato (Effetti 1, Effetti 2, Effetti 3);
- la valutazione complessiva delle possibilità di sviluppo in Toscana della filiera non-food considerata (scarsa, limitata, buona, rilevante, elevata), in relazione a ciascuna variabile di scenario, sulla base degli effetti determinatisi.

Di seguito è riportato lo schema esemplificativo relativo all'analisi di una variabile di scenario (caso biolubrificanti) con la relativa la legenda che riporta i giudizi concernenti i *trends* e le possibilità di sviluppo della filiera in Toscana.

<b>Legenda</b>	
<b>Trend</b>	<b>Giudizio</b>
Negativo	☹
Stabile	☺
Positivo	☺
<b>Possibilità di sviluppo della filiera in Toscana</b>	<b>Giudizio</b>
Scarse	*
Limitate	**
Buone	***
Rilevanti	****
Elevate	*****

<b>Variabile di scenario Economica</b> Ex.: Andamento dei prezzi del petrolio		
☹ Scenario 1	☺ Scenario 2	☹ Scenario 3
Il prezzo del petrolio si stabilizza sui livelli attuali.	Il prezzo del petrolio tende all'aumento continuo, in relazione all'esaurimento della risorsa stessa.	Il prezzo del petrolio diminuisce riassetandosi ai livelli degli scorsi anni.
<b>Effetti 1</b>	<b>Effetti 2</b>	<b>Effetti 3</b>
<b>Domanda biolubrificanti</b>	<b>Domanda biolubrificanti</b>	<b>Domanda biolubrificanti</b>
Continua a crescere	Giunge a livelli molto elevati	Subisce un arresto
<b>Prezzi lubrificanti convenzionali</b>	<b>Prezzi lubrificanti convenzionali</b>	<b>Prezzi lubrificanti convenzionali</b>
Tendono a stabilizzarsi sui livelli attuali	Tendono ad un costante aumento	Tendono a diminuire rispetto ai livelli attuali
<b>Redditività del settore biolubrificanti</b>	<b>Redditività del settore biolubrificanti</b>	<b>Redditività del settore biolubrificanti</b>
Aumentano le possibilità di sviluppo di una redditività propria del settore	Elevate possibilità di sviluppo di una redditività propria del settore	Scarse possibilità di sviluppo di una redditività propria del settore
<b>Innovazione tecnica/tecnologica</b>	<b>Innovazione tecnica/tecnologica</b>	<b>Innovazione tecnica/tecnologica</b>
La ricerca in ambito tecnico e tecnologico continua a svilupparsi per soddisfare la crescente domanda di biolubrificanti	La ricerca in ambito tecnico e tecnologico subisce un notevole salto di qualità dovendo soddisfare una domanda di biolubrificanti di livello molto consistente	La ricerca in ambito tecnico e tecnologico subisce un arresto, dato che la domanda tenderà a riconcentrarsi su prodotti di altro tipo
<b>Normativa di settore</b>	<b>Normativa di settore</b>	<b>Normativa di settore</b>
Possibilità di messa al bando di altre sostanze chimiche pericolose, oltre ai nonilfenoli	Elevate possibilità di messa al bando di altre sostanze chimiche pericolose, oltre ai nonilfenoli	Difficoltà di sviluppo di normative di settore che favoriscano l'impiego di biolubrificanti
<b>Ambiente</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Ambiente</b>
Cresce la possibilità di utilizzo dei biolubrificanti con i conseguenti effetti benefici sull'ambiente	Si concretizza la possibilità di utilizzo dei biolubrificanti con i conseguenti effetti benefici sull'ambiente	L'utilizzo dei biolubrificanti torna ad essere solo una possibilità attuabile tra le tante per il rispetto e la salvaguardia dell'ambiente
<b>Comunità</b>	<b>Comunità</b>	<b>Comunità</b>
Aumenta la possibilità di crescita del livello di percezione dell'importanza di utilizzo dei biolubrificanti da parte dei cittadini/consumatori	Cresce fortemente il livello di percezione dell'importanza di utilizzo dei biolubrificanti da parte dei cittadini/consumatori	La crescita del livello di percezione dell'importanza di utilizzo dei biolubrificanti da parte dei cittadini/consumatori subisce un arresto



*** <i>La filiera biolubrificanti ha buone possibilità di sviluppo in Toscana</i>	***** <i>La filiera biolubrificanti ha elevate possibilità di sviluppo in Toscana</i>	* <i>La filiera biolubrificanti ha scarse possibilità di sviluppo in Toscana</i>
--	--	---

Con queste elaborazioni è stato possibile creare un quadro riassuntivo, nel quale sono riportate le possibilità di sviluppo di ciascuna filiera analizzata in Toscana in relazione ai



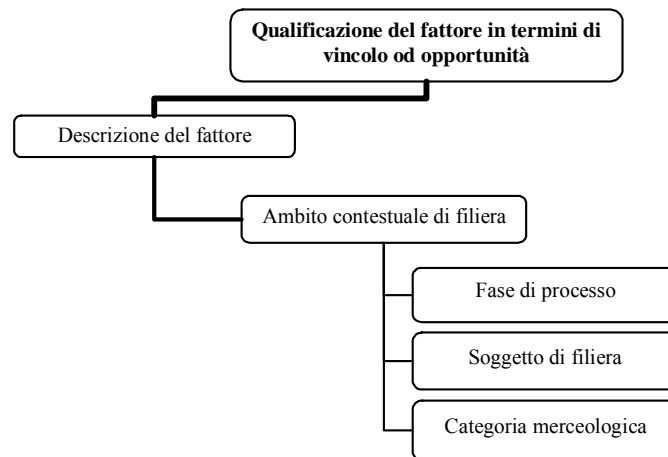
diversi scenari. Di seguito viene riportato, a titolo di esempio, lo schema suddetto relativo alla filiera biolubrificanti.

<b>Possibilità di sviluppo della filiera dei biolubrificanti in relazione ai diversi scenari</b>				
	<b>Variabili di scenario Politico / Normative</b>	☹ Scenario 1	☺ Scenario 2	☹ Scenario 3
		<b>Trend attuale</b>	<b>+ sviluppo filiera</b>	<b>- sviluppo filiera</b>
a	Riforma di medio termine della PAC	***	*****	*
b	Applicazione a livello nazionale della Direttiva 2003/53/CE che vieta la commercializzazione e l'impiego di nonilfenolo e di nonilfenolo etossilato	**	*****	*
c	Direttiva 2003/87/CE che istituisce un sistema di scambio delle quote di emissione dei gas a effetto serra all'interno dell'UE	***	*****	**
d	Livello di applicazione del Protocollo di Kyoto	***	*****	*
	<b>Variabili di scenario Economiche</b>	<b>Trend attuale</b>	<b>+ sviluppo filiera</b>	<b>- sviluppo filiera</b>
e	Andamento dei prezzi del petrolio	***	*****	*
f	Grado di dipendenza dal mercato del petrolio	**	*****	*
g	Andamento del processo di globalizzazione dei mercati	**	****	*
	<b>Variabili di scenario Ambientali / Biologiche</b>	<b>Trend attuale</b>	<b>+ sviluppo filiera</b>	<b>- sviluppo filiera</b>
h	Andamento dei cambiamenti climatici globali	***	****	**
i	Livello degli stock di risorse non rinnovabili (es. petrolio)	***	*****	**

L'analisi degli scenari ha permesso di giungere all'individuazione delle possibilità di sviluppo delle varie filiere in relazione all'avverarsi di un determinato scenario. Questo ha rappresentato lo strumento di base ai fini dell'individuazione delle strategie attuative elaborate a partire dalle ipotesi strategiche proposte nello *step* successivo.

*Step 4: Analisi dei vincoli e delle opportunità condizionanti lo sviluppo di ciascuna filiera*

L'analisi dei vincoli e delle opportunità rappresenta la fase di ricerca attraverso cui ci si è proposti di dare sintesi, in termini di azioni incentivanti le filiere non-food, a quanto già elaborato nelle griglie e nella discriminazione dei fattori condizionanti di cui è già stata data una descrizione. A tale scopo è stata realizzata una lettura circostanziata attraverso cui le informazioni rilevate sono state riorganizzate secondo il seguente schema logico.



In altre parole, i fattori di vincolo e opportunità sono stati organizzati in funzione dell'ambito contestuale di filiera cui sono riferibili (politico-normativo, economico, tecnico-tecnologico, biologico-ambientale, sociale) e, laddove era disponibile l'informazione, tale attribuzione è stata dettagliata in termini di fase di processo, soggetto di filiera e categoria merceologica.

Il prodotto ottenuto è quindi rappresentato da un'elencazione costituita dalla descrizione dei fattori di vincolo e di opportunità, qualificati in termini di ambito contestuale di filiera, di fase di processo, di soggetto di filiera, di categoria merceologica.

Step 5: Individuazione delle ipotesi strategiche attuabili per ciascuna filiera in relazione agli scenari ipotizzati

L'individuazione delle ipotesi strategiche attuabili per ciascuna filiera in relazione agli scenari ipotizzati usufruisce dei contributi derivanti dall'analisi degli scenari, che a sua volta si avvale dell'analisi dei vincoli/opportunità, al fine di mettere in luce le differenti situazioni realizzabili e come, in base al realizzarsi dell'una, anziché dell'altra, si modifichino in maniera sostanziale le linee strategiche di intervento proposte precedentemente. Lo sviluppo di una filiera, infatti, non è legato solo al verificarsi di determinate condizioni intrinseche ad essa (aspetti legati agli operatori, alle fasi produttive, ai prodotti, alle materie prime, ecc.), ma esistono una serie di variabili che, nonostante agiscano in una realtà esterna alla filiera (politiche agricole, andamenti di mercato, normative europee, ecc.), hanno ugualmente degli effetti diretti o indiretti su di essa.

Nello specifico dell'analisi, sono state indicate le linee strategiche da perseguire nell'ipotesi in cui si verifichi il *trend* attuale (Scenario 1), una situazione con maggiori possibilità di sviluppo per la filiera (Scenario 2) e una situazione con minori possibilità di sviluppo (Scenario 3), in relazione alle diverse variabili di scenario considerate. Sono state, inoltre, contemplate le variabili di scenario più esemplificative che evidenziano una notevole influenza sulle possibilità di sviluppo delle varie filiere, in relazione al semplice cambiamento del loro stato (es. aumento continuo dei prezzi del petrolio, ratifica del

Protocollo di Kyoto da parte dei principali Paesi produttori di gas serra, diffusione della coltivazione delle colture non-food, ecc.).

## **6. Analisi degli scenari**

### *6.1 Le “variabili di scenario”*

Le variabili di scenario sono state identificate tra i fattori condizionanti lo sviluppo delle filiere mediante l’attribuzione di punteggi secondo i criteri di *importanza* e *certezza* (vedi Par. 5 step 3). Le tabelle complete relative all’identificazione di tali variabili per le varie filiere non-food sono riportate in Allegato D.

Le variabili di scenario emerse da questa fase di analisi riguardano essenzialmente aspetti politico/normativi, economici ed ambientali/biologici. Nella maggioranza dei casi, i fattori condizionanti relativi agli aspetti tecnici/tecnologici e sociali non hanno riscontrato un punteggio sufficiente per poter essere classificati come variabili di scenario. Questo risultato potrebbe essere dovuto alla preminenza nei vari ambiti del non-food di politiche, di normative, di aspetti economici e di mercato, di fattori ambientali che caratterizzano in maniera particolare il contesto di scenario; al contrario, in generale, gli aspetti tecnici e sociali sono più tipici del contesto di riferimento interno alla filiera, configurandosi di volta in volta come vincoli o opportunità al suo sviluppo.

Per quanto riguarda gli aspetti economici ed ambientali, nella maggioranza dei casi, le variabili di scenario sono risultate comuni a tutte le filiere. E’ il caso dell’andamento dei prezzi del petrolio e del processo di globalizzazione dei mercati tra gli aspetti economici, e dell’andamento dei cambiamenti climatici globali e del livello degli stock di risorse non rinnovabili (es. petrolio) tra quelli ambientali.

Per quanto concerne le politiche e le normative, la situazione si presenta differenziata, vale a dire che è possibile fare una distinzione tra quelle che sono le norme di carattere generale e quelle che sono, invece, normative di settore che pur riguardando specificatamente ciascuna filiera fanno parte integrante dell’analisi di scenario dato il loro carattere di obbligatorietà, su cui l’operatore della filiera non ha libertà di azione.

*Variabili di carattere generale* Le norme e le politiche di carattere generale che sono risultate variabili di scenario nella maggioranza dei casi, sono rappresentate dalla *Riforma di medio termine della PAC*, dal *Protocollo di Kyoto* ed in diverse situazioni anche la *Direttiva 2003/87/CE* che istituisce un sistema di scambio di quote di emissione di gas serra, in linea con i provvedimenti per l’applicazione del Protocollo di Kyoto stesso.

*Principali variabili di settore* Tra le normative di settore risultate variabili di scenario possiamo segnalare tra le principali:

- colture energetiche la Direttiva 2001/77/EC che promuove la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili;

- biocarburanti la Direttiva 2003/30/CE sulla promozione dei biocarburanti e il Dlgs. 30 maggio 2005, n. 128 (Gazzetta Ufficiale 12 luglio 2005 n. 160) in attuazione della stessa Direttiva, che riducono la percentuale nazionale di utilizzo di biocarburanti al di sotto di quella programmata; la Finanziaria 2005 che riduce il contingente defiscalizzato per il biodiesel e stanziando dei fondi per la produzione di bioetanolo ed Etbe;
- fibre vegetali il Reg. 1251/99 che implica la semina della canapa con varietà certificate con THC <0,2% ed il Ddl Fini sulle tossicodipendenze;
- biolubrificanti la Direttiva 2003/53/CE che vieta l'utilizzo del nonilfenolo e del nonilfenolo etossilato;
- fitofarmaci vegetali il Protocollo di Montreal che stabilisce le date del phase out del bromuro di metile;
- biopolimeri le Direttive 2002/72/CE, 2002/16/CE, 1990/128/CE che limitano la migrazione di sostanze contenute in alcune plastiche e loro additivi negli alimenti, presenza di normative sulla limitazione dei materiali organici persistenti e sugli OGM;
- coloranti naturali la Direttiva 61/2002 che vieta l'utilizzo dei coloranti di tipo azoico, la presenza di DIN standards per i coloranti di sintesi cancerogeni, la capacità di recepimento della Direttiva 67/548/CEE relativa alla classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose.

Le variabili di scenario risultate per ciascuna filiera si presentano in numero variabile compreso tra 8 e 11, determinando una buona uniformità numerica, nonostante la presenza di aspetti peculiari caratterizzanti ciascuna filiera.

Tra i fattori che non sono risultati variabili di scenario è fondamentale segnalarne alcuni per i quali al momento non ci sono ancora le condizioni perché possano influenzare realmente lo sviluppo della filiera dato il loro attuale stato di non applicazione (caratterizzati quindi da un basso punteggio relativo al parametro della *certezza*), ma che, se fossero attuati, potrebbero incidere enormemente sulle possibilità di sviluppo delle filiere stesse. Ci riferiamo in maniera particolare alla capacità di inserimento della gestione delle terre agricole tra le azioni previste per la riduzione delle emissioni (Art. 3.4 del Protocollo di Kyoto) che potrebbe effettivamente essere motivo di impulso per molte attività di tipo agricolo e in maniera particolare per le produzioni non-food.

## 6.2 Gli "scenari"

Una volta determinate le variabili di scenario si è proceduto alla definizione degli scenari che sono stati sintetizzati per ciascuna filiera nelle griglie visionabili in Allegato E. Nello specifico sono stati individuati tre possibili scenari realizzabili in base a ciascuna variabile di scenario, corrispondenti, rispettivamente, all'evolversi del trend attuale degli eventi, ad un trend più positivo per lo sviluppo della filiera rispetto a quello attuale e ad un trend più negativo, in maniera tale da riuscire a coprire una gamma soddisfacente di situazioni avverabili nel prossimo futuro.

Lo strumento della visualizzazione sintetica degli scenari mediante l'utilizzo di tabelle risulta il modo più efficace per consentire una pratica consultazione delle alternative che si prefigurano per le numerose variabili in gioco.

### *6.3 L'analisi di scenario*

La fase successiva riguarda l'analisi degli scenari vera e propria che è stata condotta valutando gli effetti relativi a ciascuna variabile indagata. Anche in questo caso, è stato ritenuto opportuno adottare delle griglie sintetiche come strumento di visualizzazione dell'analisi, data la numerosità dei dati da valutare (Allegato F).

La griglia prevede, per ciascun scenario relativo alla variabile considerata, l'elaborazione degli effetti che questi potrebbero determinare su vari aspetti di differente natura: economica (domanda, prezzi, redditività), tecnica/tecnologica (grado di innovazione), normativa (norme di settore), ambientale (effetti sull'ambiente) e sociale (effetti sulla comunità). In base all'analisi degli effetti è stato possibile identificare le possibilità di sviluppo di ciascuna filiera non-food rispetto a quella particolare variabile. La scala delle possibilità di sviluppo si articola in cinque livelli, da scarse ad elevate, indicati con un equivalente numero di asterischi (da 1 a 5).

Dal punto di vista economico si è ritenuto fondamentale inserire la domanda relativa al prodotto innovativo indagato nell'ambito della filiera di riferimento, la redditività del settore, così come i prezzi relativi ai prodotti usati convenzionalmente, che normalmente risultano essere strettamente correlati alla domanda del bene alternativo non-food. E' risultato poi basilare l'inserimento degli effetti sulla normativa di settore, data la sua peculiarità in relazione alle varie filiere indagate. Infine, non potevano essere trascurati gli effetti sulla ricerca scientifica a livello tecnico e tecnologico, sull'ambiente e sulla comunità.

### *6.4 I risultati*

I risultati relativi alle possibilità di sviluppo delle filiere non-food, in relazione a ciascuna variabile di scenario sono stati riassunti, per ciascuna filiera analizzata, in una tabella finale (Allegato G).

Da una valutazione complessiva dell'analisi degli scenari si evince che il trend attuale (Scenario 1) porta a possibilità di sviluppo delle filiere che nella maggior parte dei casi sono "buone" o, in alternativa, "limitate" (rispettivamente, 3 e 2 asterischi). Questo secondo caso

si verifica molto spesso nell'ambito degli aspetti politico/normativi, ad esempio quando a livello nazionale sono stati presi dei provvedimenti normativi peggiorativi rispetto a quanto previsto dalla normativa europea o dalla normativa nazionale in materia, relativamente agli anni pregressi, o ancora nel caso in cui si verificano inadempimenti rispetto agli obblighi normativi posti a livello europeo o imposizioni di limiti di legge troppo stringenti. Abbiamo visto, infatti, precedentemente, che ciascuna filiera è caratterizzata da una particolare normativa di settore che molto spesso gioca un ruolo fondamentale nell'ambito degli scenari prospettabili e quindi delle possibilità di sviluppo della filiera stessa.

Per quanto riguarda, invece, lo scenario più positivo (Scenario 2), le possibilità di sviluppo risultano essere generalmente “elevate” o “rilevanti” (rispettivamente, 5 e 4 asterischi), mentre per ciò che concerne lo scenario più negativo (Scenario 3), si registrano in genere possibilità di sviluppo “scarse” o “limitate” (rispettivamente, 1 e 2 asterischi).

Il quadro di analisi sviluppato denota, in sostanza, una situazione che in linea generale possiamo definire positiva, dato che per la maggioranza delle variabili di scenario contemplate, il trend attuale offre già buone possibilità di sviluppo per le varie filiere in questione, le quali divengono elevate nella maggior parte dei casi relativi ad un trend più positivo rispetto a quello attuale.

Risulta fondamentale l'integrazione di questi risultati con la successiva fase di analisi dei vincoli e delle opportunità, in maniera tale da poter evidenziare le reali possibilità di sviluppo delle filiere non-food, in relazione alle differenti strategie attuabili in risposta all'avverarsi dei diversi scenari ipotizzati.

## ***7. Analisi dei vincoli e delle opportunità***

Nei contenuti il seguente paragrafo è stato strutturato essenzialmente usufruendo dei contributi della bibliografia ragionata, dei tavoli di filiera e delle griglie analitiche relative alle categorie merceologiche ed ai soggetti di filiera. A seguito di una lettura finalizzata, da tali contributi sono stati estratti quanto più fedelmente le riflessioni sui fattori di vincolo ed opportunità, organizzate secondo l'impostazione già descritta nella metodologia.

### ***7.1 Filiera biocarburanti***

A partire dalla prima crisi petrolifera del 1973 grande interesse ha rivestito la possibilità di usare la biomassa per produrre carburanti liquidi alternativi per veicoli diesel o a benzina, vista la dipendenza pressoché totale dal petrolio del settore dei trasporti, aggravata da una crescente richiesta dei combustibili fossili. Questo contesto è in contrasto con l'esigenza riconosciuta di ridurre le emissioni globali di gas a effetto serra e in particolare con gli impegni assunti a Kyoto dai paesi industrializzati in merito all'avvio di programmi di riduzione nel prossimo decennio. La progressiva sostituzione a lungo termine del gasolio e della benzina convenzionali con altre fonti di energia rinnovabili è quindi motivata da una parte dall'esigenza di migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento energetico e dall'altra

dalla necessità di ridurre l'impatto ambientale, in particolare, gli effetti sul clima indotti dal settore dei trasporti e del riscaldamento.

I materiali biologici possono essere usati in vari modi come carburanti o combustibili:

- la barbabietola da zucchero, i cereali e altre colture possono essere sottoposti a fermentazione per produrre alcool (bioetanolo), utilizzabile come componente della benzina, come carburante in forma pura, oppure come additivo per la benzina dopo conversione in ETBE (*Ethyl Tertiary Butyl Ether*) per reazione con l'isobutene (un sottoprodotto della raffinazione);

- gli oli vegetali (colza, girasole, soia, palma, ecc.) possono essere convertiti in sostituti del gasolio utilizzabili sia in forma pura che in miscela con il gasolio stesso. Questi oli trasformati sono noti col nome di "biodiesel", che costituisce un biocarburante particolarmente versatile e facilmente praticabile dal punto di vista tecnico, date le ben note conoscenze relative alla gestione agronomica delle colture oleaginose, soprattutto nei paesi dell'area mediterranea, e la disponibilità di tecnologie ormai "mature" anche per quanto riguarda la trasformazione industriale dell'olio in biocarburante;

- i materiali organici di rifiuto possono essere convertiti in energia utilizzabile come carburante per autotrazione: gli oli da cucina usati in biodiesel, il letame e la frazione organica dei rifiuti domestici in biogas e i cascami vegetali in bioetanolo. Le quantità sono in genere limitate, ma non comportano costi d'acquisto ed il loro uso consente di ridurre i problemi (e i costi) associati allo smaltimento dei rifiuti.

Particolare attenzione sarà dedicata al biodiesel e a suoi co-prodotti, ad eccezione di alcune brevi annotazioni sui principali vincoli tecnico-tecnologici ed economici dell'olio tal quale, del bioetanolo e dell'ETBE.

*Oli vegetali: biodiesel*

Opportunità:

- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione*, sotto l'aspetto prettamente agricolo, la diffusione delle colture da energia, ed in particolare di quelle atte alla produzione di biocarburanti, apre nuove prospettive agronomiche ed economiche. Nell'ambito di un processo di integrazione tra l'industria e l'agricoltura, quest'ultima può assumere una ulteriore funzione di produttrice di beni non-food e non più soltanto di prodotti alimentari. Ciò consentirebbe una maggiore stabilizzazione (se non un incremento) dei redditi agricoli grazie all'ampliamento ed alla diversificazione dei mercati dei prodotti agricoli ed alla maggiore stabilità della loro domanda. Si presenta dunque un quadro di agricoltura multifunzionale capace di mantenere il tessuto sociale attivo e rivitalizzare il mondo agricolo.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione*, per quanto riguarda le oleaginose si segnala che il colza e il girasole specie che costituiscono un importante mezzo a disposizione dell'agricoltore per la gestione ottimale dei terreni:
  - permettono l'adozione di rotazioni colturali più articolate ed il rispetto di turni più lunghi;
  - assolvono ottimamente al compito di colture da rinnovo, lasciando i terreni con buoni livelli di fertilità residua;
  - rilasciano in superficie abbondanti residui colturali che, attraverso l'interramento, sono fonte importante di sostanza organica.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico e ambientale; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo*, l'utilizzo del biodiesel nel settore agricolo è una possibilità di diffusione molto interessante, infatti con appropriate forme organizzative le aziende potrebbero produrre in parte l'energia di cui hanno bisogno, sotto forma di carburante per le macchine agricole in genere o anche come combustibile per il riscaldamento delle serre. Queste possibilità sono ancora da valutare ed esplorare, soprattutto dal punto di vista della convenienza economica dell'utilizzo di biodiesel miscelato o piuttosto dell'olio tal quale. Altre possibili utilizzazioni possono essere ricercate nell'alimentazione di motopompe irrigue; di motori diesel per il trasporto marino, fluviale e lacustre; di motori impiegati in miniera; per il funzionamento d'impianti di risalita in località sciistiche; per la produzione di elettricità in zone alpine e, in genere, in tutti gli ambienti ove risulta fondamentale ridurre le emissioni di gas nocivi. Ai fini ambientali, la qualità dell'aria delle aree urbane costituiscono il campo di applicazione più interessante, in particolare le utilizzazioni dell'olio vegetale esterificato in motori a ciclo diesel con modesti o nulli adattamenti, o come olio grezzo da impiegare in motori diesel a precamera di tipo rustico o in motori speciali (tipo Elsbett) o, infine, a ciclo esotermico. In entrambi i casi, infatti, si possono ottenere apprezzabili riduzioni nelle emissioni nocive derivanti dall'intenso traffico automobilistico delle grandi città e nel consumo di carburanti di origine fossile per riscaldamento.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo per autotrazione*, gli esteri degli oli vegetali possono essere utilizzati in tutti i motori diesel oggi sul mercato senza alcuna modifica, se miscelati con il gasolio fino al 20-30%, o con piccoli accorgimenti nel caso si utilizzasse biodiesel puro.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo per autotrazione*, la durata di un motore alimentato a biodiesel non si discosta molto da quella di un motore a gasolio così come i tempi di



manutenzione. Come specificato sopra, alcuni piccoli accorgimenti rendono il motore perfettamente compatibile anche con il biodiesel puro.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo per autotrazione*, tutti i risultati delle prove indicano inoltre che il biodiesel non conduce a sostanziali differenze nel comportamento (potenza e coppia) dei motori se si utilizzano alcuni accorgimenti tecnici.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo per autotrazione*, attualmente quasi tutte le case automobilistiche dichiarano che i loro veicoli sono compatibili con il biodiesel, case automobilistiche come la Peugeot e la Renault sperimentano sui propri motori il biodiesel in miscela con gasolio. In Germania alcune case automobilistiche hanno omologato il biodiesel puro su alcuni dei loro modelli, come ad esempio Mercedes, BMW, Volvo, SEAT, Skoda, Volkswagen, Ford, Caterpillar.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo per riscaldamento*, per quanto riguarda l'utilizzo del biodiesel per produrre energia termica negli impianti di riscaldamento, la sperimentazione ha dimostrato che il suo impiego al posto del gasolio tradizionale nelle caldaie non crea alcun tipo di inconveniente, non richiede la sostituzione dei bruciatori ma solo di alcune guarnizioni di tenuta eventualmente non compatibili, operazione che ogni buon tecnico è in grado di compiere senza difficoltà.
- *ambito di filiera coinvolto: ambientale; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo per riscaldamento*, nel riscaldamento la possibilità di utilizzare biodiesel puro (100% biodiesel) produce inevitabilmente maggiori vantaggi "ambientali".
- *ambito di filiera coinvolto: ambientale; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo*, il confronto con il gasolio evidenzia che i biocombustibili, se si considera l'intero ciclo di vita, rilasciano nell'atmosfera una minore quantità di monossido di carbonio, particolato, biossido di zolfo, aldeidi, oltre ovviamente ad una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>;
- *ambito di filiera coinvolto: ambientale; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo*, oltre ai vantaggi ambientali connessi al bilancio energetico e della CO<sub>2</sub>, il biodiesel presenta un elevato grado di biodegradabilità e una minor tossicità rispetto al gasolio: da un punto di vista chimico e biochimico, l'estere metilico presenta, rispetto al gasolio, una configurazione molecolare più "vantaggiosa" per quanto concerne la biodegradabilità. La catena lineare di carbonio, con atomi di ossigeno alle estremità che caratterizza il biodiesel è infatti più "semplicemente" attaccabile dai batteri che in natura degradano oli e grassi, rispetto al gasolio che è povero di ossigeno ed è costituito da una miscela complessa di idrocarburi con numerosi legami doppi, catene ramificate, anelli, ecc.;

- *ambito di filiera coinvolto: economico e tecnologico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo*, a sintesi di quanto già descritto precedentemente è stato riconosciuto come importante opportunità la pronta introduzione in commercio del biodiesel, sia nel settore dell'autotrazione in miscela con gasolio di origine fossile senza variazioni sostanziali delle prestazioni motoristiche, sia nel settore del riscaldamento;
- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: intera filiera*, operare a livello locale potrebbe rendere più semplice il raggiungimento di accordi di filiera e, soprattutto, valorizzare alcune caratteristiche peculiari della nostra Regione come la presenza di ampie superfici vocate alla produzione di colture oleaginose (Toscana litoranea e centro-meridionale), l'esperienza maturata nel settore da moltissimi agricoltori, la volontà di voler continuare a mantenere negli avvicendamenti colturali specie come il girasole o la colza, la presenza di collaudati ed efficienti reti di raccolta e stoccaggio dei prodotti (in provincia di Pisa, Livorno, Siena, Arezzo, ecc.), la presenza di significative industrie di trasformazione primaria (in provincia di Firenze) e secondaria (in provincia di Livorno) e l'esistenza di un polo petrolifero di notevoli dimensioni nella zona portuale di Livorno. Tali caratteristiche potrebbero consentire l'esercizio delle attività della filiera in un'area limitata (teoricamente, assimilandola ad un cerchio, il raggio non dovrebbe superare i 100-150 km), ciò consentirebbe di ridurre gli inevitabili costi di trasporto. In questo contesto, la presenza al tavolo di coordinamento di rappresentanti qualificati dei consumatori primari e secondari dovrebbe consentire di definire le quantità commercializzabili annualmente e su questa base, produttori e trasformatori dovrebbero impegnarsi a fornire le quantità di biocarburanti stabilite individuando il prezzo di vendita in maniera da rendere vantaggiosa per tutti la partecipazione alle attività della filiera; non si dovrebbe escludere anche un intervento della Regione a titolo di riconoscimento dei benefici ambientali prodotti dall'attivazione della filiera.

#### Vincoli:

- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo per autotrazione*, utilizzando il biodiesel miscelato con gasolio fino al 20% in volume, non si riscontrano problemi di compatibilità con i materiali, ma un carburante con un elevato contenuto di esteri (più del 30 %) causa inconvenienti quando entra in contatto con determinati composti che normalmente costituiscono le guarnizioni degli iniettori, delle pompe, ecc.. Per questa ragione è normalmente sconsigliato l'utilizzo del biocarburante tal quale o in miscele ad alta percentuale di metilesteri a meno di non sostituire le guarnizioni con materiali compatibili.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo per autotrazione*, l'impiego del biodiesel determina una diluizione dell'olio

di lubrificazione del motore superiore rispetto al gasolio normale, in relazione al tipo di motore ed al tipo di lavoro a cui il mezzo è sottoposto. La diluizione non è però significativa nella maggior parte dei casi se l'olio viene cambiato entro i normali intervalli consigliati.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo per autotrazione*, a differenza del biodiesel, il gasolio causa un maggiore accumulo di ferro, alluminio, cromo e piombo nella coppa dell'olio.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo per autotrazione*, tutti i risultati delle prove indicano che con il biodiesel aumentano i consumi specifici, di circa il 10%, a causa del minore potere calorifico del metilestere.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, la capacità produttiva dell'industria nazionale è di oltre 600mila tonnellate annue (teoricamente in grado di gestire la trasformazione di circa 715mila ettari di girasole). Ma il sistema è ben lontano da tali traguardi e la ricaduta sul settore agricolo è per il momento molto limitata, visto che solo un terzo della materia prima utilizzata dalle industrie italiane del biodiesel è di provenienza nazionale, il resto proviene da Francia e Germania.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico e ambientale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, il punto dolente del biodiesel è il problema degli ossidi di azoto, attualmente considerati tra i composti maggiormente pericolosi. Mediamente si parla di un aumento delle emissioni di NOx del 10-13% rispetto al gasolio a causa dell'elevato contenuto di ossigeno del biocombustibile.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo per riscaldamento*, l'utilizzazione del biodiesel nelle caldaie, anche se abbastanza diffusa a livello nazionale, non è stato oggetto di studi particolarmente approfonditi.
- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, in teoria i biocarburanti rappresentano un'alternativa ideale poiché richiedono come unico investimento “a lungo termine” la creazione degli impianti per la produzione di questi nuovi carburanti e presentano caratteristiche di rinnovabilità e adattabilità ai sistemi di trasporto e stoccaggio attuali. Nonostante ciò, la penetrazione e la diffusione nel mercato del biodiesel è ancora scarsa e la filiera di produzione presenta dei punti problematici a diversi livelli. In prima fila si trovano gli agricoltori produttori della materia prima che non riconoscono alle colture “non-food” un sufficiente interesse economico. Ciò dipende dalla “disaffezione” degli agricoltori nei confronti di queste colture, determinata in parte dalla scarsa redditività di queste, conseguenza dei prezzi di conferimento all'industria più bassi rispetto a quelli spuntabili dalle stesse produzioni destinate al settore alimentare, e in parte dalla

giusta convinzione che la redditività delle colture “non-food” sia legata alla possibilità, concessa dalla UE, di coltivare a fini non alimentari le superfici destinate a “set-aside” (a riposo) senza per questo perdere il diritto al premio comunitario previsto per la messa a riposo di questi terreni.

- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, sulla filiera pesa in modo determinante il maggiore costo del biodiesel rispetto al gasolio di origine fossile. Infatti, sebbene si possa contare sugli utili derivanti da due sottoprodotti come il pannello proteico e la glicerina, il costo di produzione del biodiesel risulta superiore a quello del gasolio tradizionale (circa il doppio). A incidere sui costi è per l'85% la materia prima agricola, cui vanno aggiunti i costi logistici più elevati e la tipologia e le dimensioni delle imprese di produzione.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, è stata rilevata la necessità di mettere a punto oli con una maggiore capacità lubrificante per la produzione di biodiesel (*Brassica carinata*, *Crambe abyssinica*, ecc.).
- *ambito di filiera coinvolto: sociale ed economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, è stata rilevata una scarsa conoscenza da parte del consumatore nei confronti del biodiesel, da cui deriva la necessità di maggiore informazione e comunicazione.
- *ambito di filiera coinvolto: economico e tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, è stata rilevata la necessità di una chiara identificazione del biodiesel commercializzato.
- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, l'attuale meccanismo, che prevede tra l'altro l'importazione di buona parte del fabbisogno di olio vegetale, tende a penalizzare la prima fase della filiera, quella agricola, che di fatto risulta esclusa dalla filiera perché, secondo l'industria di trasformazione, incapace di fornire un prodotto nazionale a prezzi simili a quelli internazionali in maniera costante nel tempo. Il superamento delle barriere economiche di cui sopra dovrebbe quindi passare attraverso l'incremento della redditività della fase agricola ed una maggiore condivisione delle problematiche della filiera da parte di tutti gli attori; a tale scopo, si potrebbe operare secondo le seguenti direzioni:
  - ridurre i costi di produzione agricola e di trasporto;
  - incrementare la PLV delle colture oleaginose a destinazione non alimentare;
  - istituire tavoli di concertazione interprofessionali permanenti.

La riduzione dei costi potrebbe essere ottenuta attraverso la diffusione delle tecniche low-input nell'ambito di adeguate rotazioni colturali (che tendano a ridurre l'entità e la frequenza delle lavorazioni del terreno, l'efficienza delle concimazioni e la riduzione dell'impiego del diserbo chimico).

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, è stata rilevata la necessità di ottimizzare la tecnica colturale, al fine di stabilizzare le rese e ridurre i costi di produzione. In particolare, è stato evidenziato come elemento di criticità la difficoltà di una adeguata densità di coltura per il colza e dell'instabilità delle produzioni per il girasole.
- *ambito di filiera coinvolto: ambientale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, in occasione del tavolo di filiera è stata evidenziata da alcuni rappresentanti degli agricoltori la situazione di criticità che sta investendo il settore delle oleaginose in Toscana e del girasole in particolare. I costi espliciti della coltura sono in media di 400-500 euro/ha, per cui occorrerebbe avere una resa di 30 q/ha minimo per avere un guadagno dalla sua coltivazione, stando agli attuali prezzi di vendita della granella che si aggirano intorno ai 15-16 euro/q (anno 2005). Il raggiungimento di prezzi di vendita medi di 20-25 euro/q garantirebbe la ripresa economica del settore. I principali vincoli relativi al decollo della filiera biodiesel sono quindi essenzialmente di carattere economico (costi e prezzi di mercato e costi di transazione ai vari livelli della filiera). L'ostacolo economico potrebbe essere superato, nel caso, con l'aiuto della Regione che potrebbe fornire i mancati redditi agli operatori che ne necessitano o comunque curare l'aspetto organizzativo e di immagine da dare sul territorio.
- *ambito di filiera coinvolto: ambientale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, con l'esclusione della fase agricola, la filiera non può esprimere al meglio le proprie potenzialità in termini di riduzione dell'impatto ambientale (il trasporto dei semi oleosi, o dell'olio da essi estratto, dall'estero verso l'Italia, ha un costo energetico ed un impatto ambientale superiore a quello richiesto per trasferire a livello nazionale i semi oleosi dalle nostre aziende agricole ai centri di stoccaggio, triturazione e transesterificazione) e in termini di benefici per gli agroecosistemi (differenziazione delle colture agrarie, conservazione e protezione del territorio agricolo, ecc.).
- *ambito di filiera coinvolto: economico e politico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: utilizzo*, in occasione del tavolo di filiera, utilizzatori dell'olio raffinato hanno specificato che l'acquisto dell'olio si caratterizza per l'assenza di tracciabilità da cui deriva l'impossibilità di stabilirne la provenienza.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: utilizzo*, in occasione del tavolo di filiera, rappresentanti della fase di utilizzo hanno fatto presente che il biodiesel completamente derivato da olio di girasole non rispetta le specifiche tecniche, dato che richiedono un n° di iodio di 120 e quello dell'olio di girasole è di 125; andrebbe perciò addizionato con olio di colza che ha n° di iodio 114 (n° iodio soia=135).

- *ambito di filiera coinvolto: sociale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: intera filiera*, attualmente assistiamo ad una frammentazione degli sforzi volti allo sviluppo del settore; quello di cui la filiera necessita è una maggiore sinergia e coordinamento tra tutte le parti chiamate in causa per evitare che le già scarse risorse a disposizione vengano sperperate senza ottenere proficui risultati.

## *I coprodotti del biodiesel*

### 1. Panelli proteici

#### *Opportunità*

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione*, è stata rilevato come fattore incentivante l'adozione ed l'individuazione di varietà o ibridi quantitativamente e qualitativamente interessanti dal punto di vista proteico.

#### *Vincoli*

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, è stato rilevato come fattore disincentivante l'assenza di indicazioni sull'origine della fonte proteica da utilizzarsi come mangime.

### Glicerina

#### *Vincoli*

- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, è stato rilevato come fattore disincentivante un potenziale surplus di offerta della glicerina sul mercato internazionale con corrispondente riduzione del prezzo del prodotto; ciò potrebbe produrre riflessi negativi sul costo di produzione del biodiesel

Segue l'elencazione di fattori tecnico-tecnologici ed economici indicati come fattori di criticità, in tal senso assimilabili a vincoli, del prodotto di riferimento:

### Olio tal quale

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, è stata rilevata la necessità di ottimizzare la tecnica colturale, al fine di stabilizzare le rese e ridurre i costi di produzione. In particolare è stata evidenziato come elemento di criticità la difficoltà di una adeguata densità di coltura per il colza e dell'instabilità delle produzioni per il girasole.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, è stata rilevata la necessità di adeguare la taratura del sistema di iniezione delle caldaie destinate ad utilizzare olio vegetale t.q.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, è stata rilevata la necessità di mettere a punto motori endotermici destinati ad utilizzare olio vegetale t.q.
- *ambito di filiera coinvolto: normativo; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, è stata rilevata la mancanza in Italia di un riconoscimento normativo dell'olio vegetale tal quale come combustibile per autotrazione, per questo motivo non è attualmente commercializzabile a tale scopo.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, sono stati rilevati costi di installazione relativamente alti del kit per l'utilizzo dell'olio tal quale per autotrazione.
- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, è stata rilevata la mancanza in Italia di una adeguata caratterizzazione merceologica dell'olio vegetale t.q.

Attualmente, i motori moderni non sono in grado di utilizzare gli oli vegetali naturali tal quali senza l'insorgere di diversi inconvenienti causati principalmente dalla maggiore densità e viscosità di questi rispetto al carburante diesel convenzionale. L'olio vegetale non trasformato può essere usato per brevi periodi, altrimenti si presentano inconvenienti essenzialmente riconducibili al deposito di materiali carboniosi, alla polimerizzazione in camera di combustione, alla polimerizzazione e ossidazione parziale dell'olio immagazzinato con ulteriore aumento di viscosità, all'intasamento dei filtri da parte dei solidi sospesi, delle cere e dei prodotti ad alto punto di fusione, ecc.

In occasione del tavolo di filiera, alcuni partecipanti hanno suggerito che in assenza di misure di incentivo, la strada del biodiesel non è loro avviso percorribile; l'unica via potrebbe essere quella dell'utilizzo tal quale dell'olio vegetale per usi termici.

### Bioetanolo

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, è stata rilevata la necessità di ottimizzare la tecnica colturale, al fine di stabilizzare le rese e ridurre i costi di produzione anche individuando le specie e le varietà più idonee ai diversi ambienti di coltivazione.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico ed economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, è stata rilevata la necessità di mettere a punto tecniche di produzione del bioetanolo a partire da scarti di produzione agricola al fine di ridurre i costi di produzione.
- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione e consumo*, è stato rilevato come fattore potenzialmente disincentivante il costo di produzione della materia prima agricola nei confronti della materia prima di origine fossile (petrolio), il prezzo del bioetanolo (ipotetico) rispetto al prezzo della

benzina e la concorrenza del bioetanolo prodotto in paesi esteri (Brasile, Stati Uniti, Spagna), in via ipotetica notevolmente inferiore a quello nazionale.

- *ambito di filiera coinvolto: economico e sociale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione e trasformazione*, sono state rilevate difficoltà a definire accordi interprofessionali sul prezzo a cui l'industria è disposta a ritirare la materia prima prodotta dagli agricoltori.
- *ambito di filiera coinvolto: economico e sociale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, è stata rilevata una scarsa conoscenza del consumatore nei confronti del bioetanolo, da cui deriva la necessità di maggiore informazione e comunicazione.

### ETBE

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, è stata rilevata la necessità di ottimizzare la tecnica colturale, al fine di stabilizzare le rese e ridurre i costi di produzione anche individuando le specie e le varietà più idonee ai diversi ambienti di coltivazione.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico ed economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: trasformazione*, è stata rilevata la necessità di mettere a punto tecniche di produzione dell'ETBE a partire da bioetanolo prodotto da scarti di produzione agricola, al fine di ridurre i costi di produzione
- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione e consumo*, è stato rilevato come fattore potenzialmente disincentivante il costo di produzione della materia prima agricola nei confronti della materia prima di origine fossile (petrolio), il prezzo dell'ETBE (ipotetico) rispetto al prezzo della benzina e la concorrenza dell'ETBE prodotto in paesi esteri (Brasile, Stati Uniti, Spagna), notevolmente inferiore in via ipotetica a quello nazionale.
- *ambito di filiera coinvolto: economico e sociale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione e trasformazione*, sono state rilevate difficoltà a definire accordi interprofessionali sul prezzo a cui l'industria è disposta a ritirare la materia prima prodotta dagli agricoltori
- *ambito di filiera coinvolto: economico e sociale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, è stata rilevata una scarsa conoscenza del consumatore nei confronti dell'ETBE, da cui deriva la necessità di maggiore informazione e comunicazione.

### 7.2 Filiera biolubrificanti

Gli utilizzi dei biolubrificanti sono molteplici (nell'industria tessile conciaria, cartaria, metallurgica, estrattiva e di escavazione, meccanica, agroalimentare, oltre che come co-formulati), ma per quanto riguarda la loro produzione le colture che attualmente risultano più



interessanti sono il girasole alto oleico, che in alcune nuove varietà coltivate in Toscana può raggiungere il 90% in acido oleico (richiesto dall'industria per le sue proprietà ingrassanti), e alcune brassicacee (la famiglia del colza, in particolare il *Crambe abyssinica* e la *Brassica.carinata*) che sono piante particolarmente rustiche, ma con un contenuto in acido erucico che oscilla tra il 45 ed il 55% (richiesto dall'industria per le sue proprietà lubrificanti) e adattabili agli ambienti dove il girasole è poco produttivo. L'analisi dei vincoli e delle opportunità terrà come riferimento queste due categorie di prodotto, dettagliandone il riferimento laddove è possibile.

Si segnala che oltre a queste colture sono allo studio altre oleaginose, tra le quali *Lunaria alba* e *Limnanthes annua* che presentano ancora alcuni problemi agronomici (come la germinabilità), ma che permetterebbero di disporre di ulteriori possibilità tecnologiche.

#### *Opportunità:*

Per tutte le categorie merceologiche

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, trattandosi di piante da rinnovo, esse contribuiscono al recupero della sostanza organica nei suoli (restituendo al terreno circa il 50% della biomassa prodotta) e sono molto utili in un piano di rotazioni consentendo di interrompere le monosuccessioni a mais o grano. Non necessitano di trattamenti sistematici di fitofarmaci e sono caratterizzate da un ridotto consumo idrico. Inoltre il girasole grazie alle sue profonde radici ha buone capacità fitodepuranti e ha mostrato buone rese, anche con un ridotto utilizzo di fertilizzanti, soprattutto se a lento rilascio (nella coltivazione a basso input si può ridurre la concimazione di 4 volte rispetto al mais).

- *ambito di filiera coinvolto: economico e tecnologico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: utilizzo e consumo*, in Toscana sono presenti distretti industriali di fama internazionale particolarmente impattanti quali il distretto conciario di S.Croce, quello tessile di Prato e quello cartario di Lucca che hanno manifestato particolare interesse per i biolubrificanti.

- *ambito di filiera coinvolto: economico/sociale/ambientale; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: utilizzo e consumo*, in alcuni casi lo sviluppo di biolubrificanti si è avuto a seguito di una emergenza ambientale che veniva pagata dalla comunità dei cittadini in termini di qualità della salute e conseguentemente dalle istituzioni in termini di spese sanitarie e di inquinamento. Ecco perché la pubblica amministrazione potrebbe risultare interessata a compensare il differenziale di prezzo che eventualmente potrebbe determinarsi prima del raggiungimento di un'economia di scala.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione e utilizzo*, la possibilità di coltivare in Toscana varietà con un contenuto di acido oleico o di acido erucico, così elevato da non essere facilmente

disponibili sul mercato, potrebbe fornire all'industria prodotti tecnologicamente molto avanzati. Attualmente in Toscana, grazie anche ai progetti BIOVIT e DULVIT si stanno sperimentando biolubrificanti derivati da girasole alto oleico additivati opportunamente (con sostanze di origine naturale) a seconda del settore di utilizzo nel tessile (fase di cardatura in sostituzione di alchilbenzeni), conciario (fase di finissaggio ancora in sostituzione di alchilbenzeni) e cartario (come distaccanti nelle carte tissue e monolucide).

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: utilizzo e consumo*, considerando che in generale il lubrificante ha la caratteristica di poter essere usato in minori concentrazioni rispetto al lubrificante minerale a parità di prestazioni, permettendo di compensare i costi più alti, e che i costi degli oleanti rispetto a quelli di produzione finali sono irrisori (ad esempio sono dell'1% nel tessile), i prezzi eventualmente maggiori risulterebbero comunque trascurabili a fronte delle potenziali ricadute positive per la sensibile riduzione di impatto sugli operatori e/o sull'ambiente e/o sui consumatori. E' anche importante sottolineare che la sostituzione degli oli minerali con biolubrificanti generalmente non prevede variazioni di impianto né di processo, ma solo una ottimizzazione dei parametri operativi dovuti appunto alle variazioni nelle concentrazioni utilizzate, non richiede perciò significativi investimenti aggiuntivi.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: utilizzo e consumo*, uno dei vantaggi più significativi consiste nella possibilità di realizzare prodotti con particolari caratteristiche qualitative, che utilizzando gli oli minerali erano impensabili. Il maggiore valore aggiunto si è riscontrato ad esempio con la sperimentazione nel settore conciario che, come il tessile, è da sempre molto sensibile alla possibilità di creare nuove mode e di differenziare le produzioni di qualità superiore.

- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: utilizzo e consumo*, il sistema economico italiano frazionato in molte piccole e medie imprese potrebbe essere più ricettivo rispetto alle proposte di innovazione e all'uso di composti e reagenti sempre più sofisticati ed ecocompatibili, anche nell'ottica di una approvazione della proposta di regolamento denominato Reach, destinato a modificare sensibilmente la disponibilità e la scelta degli ausiliari alle produzioni industriali.

#### Per i co-prodotti:

- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: utilizzo e consumo*, una grossa potenzialità dei biolubrificanti è la sinergia con altre filiere al fine di ridurre i prezzi di vendita (che soprattutto nel caso dell'olio alto erucico sono ancora piuttosto alti): il pannello proteico residuo dei semi

di girasole può essere utilizzato come mangime in zootecnia, mentre quello delle brassicacee potrebbe essere utilizzato come corroborante per il miglioramento delle colture sfruttando l'azione biocida determinata dai prodotti di degradazione dei glucosinolati presenti in queste piante; oppure potrebbe essere detossificato e quindi usato come mangime estraendone questi composti che possono essere usati in medicina per la loro azione antitumorale.

Per produzioni di acido erucico

- *ambito di filiera coinvolto: economico e tecnico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: utilizzo e consumo*, l'acido erucico puro può essere utilizzato per produrre glutammide e altri prodotti oleochimici utili a generare molte delle pellicole da cucina di uso comune.

*Vincoli:*

Per tutte le categorie merceologiche:

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: utilizzo e consumo*, le maggiori potenzialità del settore si realizzano quando si viene a scoprire che con oli vegetali ad elevate prestazioni tecnologiche si possono raggiungere performance superiori rispetto ai prodotti minerali : se ad esempio nel settore cartario fosse messa a punto una formulazione in grado di determinare incrementi di allungamento della carta, probabilmente tutto il settore si convertirebbe a questi nuovi prodotti. Risulta perciò evidente come la ricerca e la sperimentazione siano indispensabili nei diversi settori industriali che usano lubrificanti.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: intera filiera*, sono state registrate incertezze sia da parte del mondo agricolo che teme che l'industria non garantisca una sufficiente remunerazione e il ritiro di quantitativi costanti nel tempo, sia da parte del mondo industriale che teme che il settore primario non sia in grado di garantire quantitativi adeguati e ad un prezzo sufficientemente basso: per superare queste incertezze si rende quindi necessario un accordo di filiera.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: intera filiera*, tutta la filiera faticosamente costruita potrebbe svanire nel momento in cui l'industria decidesse di approvvigionarsi dell'olio vegetale sul mercato internazionale al prezzo più basso, aumentando le esternalità dovute ai costi di trasporto e soprattutto vanificando l'innovazione sperimentata in agricoltura, esponendosi così ai rischi della competizione con i Paesi esteri.. Sembra perciò preferibile occupare una nicchia di mercato, difficilmente imitabile, frutto della proficua collaborazione di tutta la filiera, che presumibilmente riuscirebbe ad avere maggiore visibilità proprio perché composta da diversi settori della mondo economico.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, le colture oleaginose hanno avuto una notevole diffusione in Toscana sul finire dagli anni '80 grazie ai contributi stanziati dalla PAC. Il minore interesse di queste colture per scopi alimentari ne ha ridotto drasticamente la coltivazione negli ultimi 10 anni, proprio quando le ricerche avevano portato alla realizzazione di tecniche di coltivazione con una riduzione di input idrici e chimici senza che le rese fossero eccessivamente compromesse. La più recente riforma, che ha introdotto il disaccoppiamento, ha determinato una situazione di ulteriore incertezza per questo tipo di colture.

- *ambito di filiera coinvolto: normativo; fase di processo cui si riferisce il vincolo: intera filiera*, a livello normativo è in via di approvazione una decisione della Commissione che stabilirà i criteri ecologici per il rilascio del marchio Ecolabel per i lubrificanti. È importante il fatto che i formulati a marchio Ecolabel dovranno contenere una percentuale minima di materie prime rinnovabili (oli vegetali o grassi animali).

- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: distribuzione*, per la filiera dei biolubrificanti si registrano difficoltà distributive rispetto a un mercato consolidato e globalizzato quale è quello dei lubrificanti minerali.

- *ambito di filiera coinvolto: sociale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: intera filiera*, per la filiera dei biolubrificanti si rileva la necessità di una maggiore informazione e comunicazione agli utilizzatori industriali sotto la spinta di una crescente sensibilizzazione di operatori, consumatori, amministrazioni pubbliche e cittadini.

#### *Per i co-prodotti:*

- (ambito di filiera coinvolto: tecnico e normativo; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo) per la filiera dei mangimi zootecnici si rileva l'assenza d'indicazione sull'origine delle fonti proteiche.

- (ambito di filiera coinvolto: sociale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: intera filiera) per il settore agricolo si rileva una scarsa informazione agli agricoltori in merito alla possibilità di usare pannelli proteici come corroboranti.

### *7.3 Filiera delle biomasse lignocellulosiche a destinazione energetica*

La possibilità di inserire colture da biomassa lignocellulosica negli ordinamenti produttivi è stata dibattuta a partire dagli anni '90, ma allora l'attenzione si concentrava prevalentemente sull'introduzione di tali colture sulle superfici a set-aside; i recenti orientamenti politici, con particolare riferimento a quelli della politica agricola comunitaria, stanno delineando un

nuovo contesto, nell'ambito del quale le colture energetiche, tra cui quelle da biomassa, stanno acquisendo un ruolo equiparabile ai seminativi convenzionali.

Il contributo riconosciuto e richiesto all'agricoltura per lo sviluppo e la tutela dei territori rurali si sta modificando notevolmente (si veda in proposito la c.d. legge di orientamento - Dlgs. 228/2001). Ciò se da un lato genera nuove opportunità per gli imprenditori agricoli (che possono diventare referenti per una fattiva gestione e manutenzione del territorio a seguito di contratti e convenzioni con le pubbliche amministrazioni), dall'altro sottolinea che l'attività produttiva, connessa all'agricoltura, concorre all'erogazione di servizi di interesse collettivo. In tal senso, le colture da biomassa non solo costituiscono una produzione di interesse economico, ma anche l'occasione per contribuire all'abbattimento dei gas-serra, alla diffusione di colture con un basso o positivo impatto ambientale, alla riqualificazione di terreni agricoli in cui le colture convenzionali sono state abbandonate.

Nell'analisi che segue ci richiamiamo a tipologie di prodotto che possono essere distinte in quattro categorie qualitative, a seconda della pezzatura e delle proprietà della biomassa:

- biomassa erbacea (biomassa da colture erbacee dedicate, residui di colture erbacee tradizionali, residui industria agro-alimentare);
- biomassa legnosa in pezzature maggiori (tradizionale legna da ardere, tronchetti, fusti interi, paleria). Questo materiale normalmente ha già un mercato proprio, con l'eccezione degli scarti delle industrie di prima e seconda trasformazione del legno (refili, sciaveli, topi) che possono essere destinati anche alla cippatura (v. punto c);
- biomassa legnosa cippata ottenuta da colture arboree dedicate a turno breve o da residui di tipo legnoso, comunque in pezzatura omogenea;
- segatura di polpa di legno, non utilizzabile tal quale per la conversione energetica, ma ideale per la produzione di pellet di qualità (e).

#### Vincoli:

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, se per la selezione delle specie e delle varietà più idonee già oggi disponiamo di una base conoscitiva abbastanza soddisfacente, alcune lacune sono tuttora riscontrabili per quanto concerne le esigenze idriche, le risposte fisiologiche alle variazioni dei principali elementi climatici (soprattutto della temperatura) e i cicli di accrescimento delle specie sottoposte a ritmi di ceduzione non usuali. L'acquisizione di tali informazioni permetterebbe la definizione di modelli di crescita per le diverse colture, utili alla pianificazione "territoriale" della produzione di biomassa ed alla sua "gestione" integrata a livello di filiera.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico ed economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, al fine di rendere le colture dedicate

economicamente più vantaggiose, è necessario rendere più efficiente la meccanizzazione delle operazioni di piantagione e di raccolta. In diversi casi, la sperimentazione non ha superato la fase prototipale ed è evidente che proprio in questo ambito si senta l'esigenza di approfondire e risolvere quella che sembra essere ancora oggi uno dei principali ostacoli per una produzione economicamente vantaggiosa. I problemi maggiori si riscontrano per le specie arboree, con particolare riferimento alla raccolta di S.R.F., e alla piantagione di colture poliennali rizomatose.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, per quanto riguarda la produzione di calore, se la tecnologia per il combustibile lignocellulosico da specie legnosa può essere considerata sufficientemente matura, quella per la combustione della biomassa erbacea resta ancora da sviluppare essendo caratterizzata da elevati contenuti in ceneri (spesso bassofondenti) che possono danneggiare le caldaie attualmente disponibili sul mercato.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, è necessario mettere a punto tecniche colturali per la produzione e piantagione del materiale di propagazione;
- *ambito di filiera coinvolto: economico e tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: utilizzo e consumo*, è necessaria una classificazione qualitativa della biomassa attraverso la messa a punto di una metodologia di "standardizzazione" che consenta all'utente di accedere ad un prodotto di qualità nota, costante e affidabile.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico ed economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, è emersa come valutazione comune che la sostenibilità ambientale dell'impianto di conversione sia necessariamente vincolata ad una piccola scala. E' condivisa l'opinione di dover sviluppare tecnologie adeguate allo scopo, tali da ottenere costi di esercizio economicamente competitivi rispetto ad altre attività. Contrariamente ci sarebbe il rischio di generare un'applicazione tecnologica assistita che determina un'attività economica non duratura nel tempo.
- *ambito di filiera coinvolto: sociale ed economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, nella costruzione di una linea di produzione è necessario creare a valle un mercato che riconosca un prezzo equo al prodotto energetico dal momento che non c'è altra fonte che ci consente di legare in modo così stretto la produzione di energia con la cura del territorio.
- *ambito di filiera coinvolto: ambientale ed economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: intera filiera*, l'organizzazione di una filiera delle biomasse richiede di movimentare volumi notevoli che possono determinare costi di

trasporto gravosi, con una riduzione del valore aggiunto derivante dall'attività. In tal senso è auspicabile operare su raggi non superiori a 50-80 Km, anche per rendere il sistema più efficiente da un punto di vista ambientale.

- *ambito di filiera coinvolto: normativo; fase di processo cui si riferisce il vincolo*, è emersa la necessità di una legislazione che regolamenti in modo più definito le fonti da cui derivano i combustibili e le modalità di utilizzo delle stesse. In particolare, è stata delineata una situazione che talvolta presenta elementi di non chiarezza tra gli impianti a biomasse e i termovalorizzatori (soprattutto quando si tratta di impianti di grandi potenze), da cui deriva una problematica gestione delle ceneri ottenute (oggi riconosciute come rifiuti) che potrebbero avere un'interessante applicazione in agricoltura.
- *ambito di filiera coinvolto: politico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: intera filiera*, rispetto alla organizzazione di filiere no-food, con particolare riferimento a quella delle biomasse, è stato sottolineato come elemento di debolezza lo scollamento delle politiche dei diversi Ministeri e Assessorati Regionali.
- *ambito di filiera coinvolto: normativo/economico e ambientale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, è stato rilevato che la legislazione nazionale tende a privilegiare forme di incentivazione rivolte al mondo industriale coinvolto nella produzione di energia da grandi centrali, il cui approvvigionamento spesso non ha un ricaduta locale ma usufruisce di importazioni, anche dall'estero, di grossi quantitativi di biomassa.
- *ambito di filiera coinvolto: normativo e sociale; fase di processo cui si riferisce il vincolo: intera filiera*, in generale sono stati indicati come elementi sensibili di ogni innovazione di processo e prodotto, la legislazione e la comunicazione/informazione dal momento che in molti casi non sono in equilibrio con lo "stato dell'arte" della sperimentazione.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, nell'ambito della produzione di calore da combustibile lignocellulosico (e/o anche nella cogenerazione di calore ed energia elettrica) la ricerca si può considerare abbastanza matura, tanto che i livelli di rendimento e di automazione delle caldaie sono del tutto paragonabili a quelle alimentate da combustibili fossili. Non altrettanto sembra possibile affermare qualora si faccia riferimento agli impianti (soprattutto se di piccole e medie dimensioni) destinati alla produzione di sola energia elettrica.
- *ambito di filiera coinvolto: economico e normativo; fase di processo cui si riferisce il vincolo*, gli strumenti resi operativi dalla legislazione vigente non sono applicati compiutamente. In particolare, sono emersi alcuni richiami in merito alla necessità:

- di una maggiore valorizzazione dello strumento degli “accordi quadro e di programma” settoriali e territoriali a livello regionale, anche per facilitare convenzioni tra l’imprenditorialità agricola e il settore dei servizi in modo tale da aumentare il valore aggiunto derivabile dalla produzione di energia (es. erogazione di servizi di teleriscaldamento a favore di enti pubblici). A questo proposito è stato rilevato da più interlocutori che la Regione Toscana si è mostrata particolarmente sensibile a questo argomento;
- della costruzione di “tavoli forti” a livello nazionale per definire politiche energetiche per l’agricoltura (es. certificati verdi di lungo periodo che facilitino la conversione da aziende agricole a vocazione agroalimentare ad aziende agricole energetiche);
- di una applicazione compiuta e quanto più estesa delle direttive comunitarie (con particolare riferimento alla Direttiva Biocombustibili 2003/30/CE).

Per quanto riguarda le tipologie di prodotto già elencate, si richiamano i vincoli tecnico-tecnologici ed economici di maggiore rilevanza:

#### Legna in ciocchi

- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: produzione*, tutte le fasi produttive presentano scarse possibilità di meccanizzazione; le operazioni vengono ordinariamente realizzate con motosega, trattori forestali, verricelli e rimorchi. Anche la movimentazione del materiale e l’alimentazione delle caldaie viene realizzata a mano.
- *ambito di filiera coinvolto: normativo; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, non esistono parametri qualitativi attraverso cui classificare la legna in ciocchi.

#### Cippato

- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico ed economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: utilizzo*, a seconda della biomassa di partenza la meccanizzazione può essere più o meno spinta. Il trasporto è conveniente se effettuato soltanto per distanze brevi (25 km circa).
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico ed economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: utilizzo*, il cippato presenta tipicamente un’umidità elevata che ne complica lo stoccaggio e ne riduce la qualità come combustibile. Viene normalmente prodotto a partire da attività stagionali (silvicole o agricole) che portano ad una disomogenea distribuzione dell’offerta del prodotto nell’arco dell’anno, a fronte di una domanda che può essere costante per tutto l’anno.



- *ambito di filiera coinvolto: normativo; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, non esistono normative di qualità del prodotto, il controllo di questa è effettuata direttamente dal consumatore.

### Paglie

- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: utilizzo*, dato il ridotto valore commerciale il suo trasporto è realizzabile soltanto per ridotte distanze (circa 25 km)
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, sono necessarie apparecchiature specifiche per la gestione delle presse (movimentazione, apertura, alimentazione caldaia) e particolari caldaie per la combustione di questa biomassa con alto contenuto in ceneri

### Residui agro-industriali (gusci, semi, sanse)

- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: utilizzo*, dato il ridotto valore commerciale il suo trasporto è realizzabile soltanto per ridotte distanze (circa 25 km)
- *ambito di filiera coinvolto: normativo; fase di processo cui si riferisce il vincolo: utilizzo*, il DPCM 8/03/02 sancisce che siano utilizzabili come biomasse combustibili soltanto legno vergine e scarti della sola lavorazione meccanica di prodotti agricoli, per cui non deve esserci nessun trattamento chimico nel processo industriale.

### Pellet

- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico ed economico; fase di processo cui si riferisce il vincolo: trasformazione*, il processo di pellettazione ha un costo abbastanza elevato e la tecnica può essere ancora perfezionata.
- *ambito di filiera coinvolto: normativo; fase di processo cui si riferisce il vincolo: consumo*, non è definita una normativa sulla qualità del prodotto a livello nazionale.

### Opportunità:

- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione*, particolarmente favorevoli alla colture da biomasse risultano essere i seminativi che non sono più competitivi per le produzioni convenzionali a seguito dei cambiamenti avvenuti nel mercato e negli indirizzi politici.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnico-tecnologico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione*, l'ipotesi di conversione alle colture energetiche trova un contesto favorevole, dal punto di vista logistico, nelle aziende di pianura che si sono strutturate appoggiandosi a grossi contoterzisti. Nella generalità dei casi

si tratta di un contoterzismo con notevoli capacità di adattamento del parco macchine a quello che il mercato richiede.

- *ambito di filiera coinvolto: economico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione*, il mondo della finanza di progetto sta mostrando un crescente interesse nei confronti della tematica energetica, con particolare riguardo a quella collegata al mondo dell'imprenditorialità agricola.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico e socio-economico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: intera filiera*, per quanto riguarda la costruzione della filiera sono state indicate due strategie percorribili:
  - “allungare la filiera all'interno del settore primario” riconoscendo nuovi ruoli all'agricoltura nella fornitura dei servizi calore, la cui applicabilità è strettamente connessa ad uno snellimento delle procedure autorizzative e burocratiche;
  - identificare applicazioni sul piano tecnologico (semplici ed economiche) che rendano direttamente utilizzabili all'interno dell'azienda le biomasse e più in generale le fonti energetiche di derivazione agricola.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione*, per garantire l'ottenimento di elevate prestazioni produttive si è in molti casi proceduto alla selezione genetica di varietà e cloni, ma anche alla messa a punto di tecniche colturali, sia per le specie erbacee che per quelle capaci di rispondere nel modo più efficace alle caratteristiche agro-pedo-climatiche del luogo.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico ed economico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione e utilizzo*, sono stati sviluppati alcuni prototipi specifici per una gestione quanto più possibile meccanizzata delle colture; la sperimentazione di macchinari e di cantieri specializzati per la piantagione e per la raccolta si è posta l'obiettivo di fornire soluzioni efficienti da un punto di vista tecnico ed economico (anche se molte delle problematiche risultano ancora non del tutto risolte).
- *ambito di filiera coinvolto: tecnico-tecnologico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione e utilizzo*, nell'ottica di una maggiore diffusione delle colture dedicate (in forma complementare rispetto agli ordinamenti produttivi già esistenti) risulta di grande interesse l'integrazione di queste con la logistica dei residui agricoli (potature) e forestali (ramaglie). Per poter disporre efficacemente di questo tipo di biomassa è comunque indispensabile identificare le modalità per organizzare efficienti cantieri per la raccolta, la gestione, lo stoccaggio e la distribuzione della biomassa stessa; in molte occasioni, infatti, si tratta di materiale già presente sul territorio, ma diffuso in modo più o meno casuale nello spazio, caratterizzato da un bassissimo valore intrinseco e, quindi,

di difficile concentrazione, anche tenuto conto che i residui di origine forestale sono accessibili da una rete viaria scarsamente efficiente.

- *ambito di filiera coinvolto: tecnologico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo, nel settore della conversione energetica*, sono state sviluppate tecniche di combustione in grado di ottimizzare il rendimento della biomassa lignocellulosica, grazie ad impianti altamente efficienti sul piano della termo-conversione, con bassissime emissioni volatili e caratterizzati da un elevato grado di meccanizzazione.
- *ambito di filiera coinvolto: ambientale; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: produzione*, si stanno delineando interessanti strategie progettuali per l'utilizzo delle colture dedicate in interventi di riqualificazione ambientale: fasce tampone, diaframmi a difesa dall'inquinamento acustico, schermi visivi, incremento biodiversità, ecc...
- *ambito di filiera coinvolto: economico e ambientale; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: intera filiera*, è necessario quantificare economicamente le esternalità positive originate dalla produzione di biomassa, in modo tale da attivare interventi di incentivazione proporzionali alla riduzione di costi sociali determinata da attività produttive che generano cicli virtuosi da un punto di vista ambientale.

#### Co-prodotto

E' stato sottolineato che i residui delle ceneri potrebbero essere riutilizzati e commercializzati come fertilizzante generando un guadagno aggiuntivo per l'agricoltore.

#### *7.4 Filiera dei biopolimeri*

I biopolimeri si caratterizzano per essere preparati attraverso processi biologici che conferiscono al prodotto finale un'elevata biodegradabilità. Possono essere:

- derivati da fonti non rinnovabili (in tal senso non sono di interesse per il progetto);
- derivati da materiali di origine vegetale e quindi rinnovabili come l'amido e le miscele di amido (come il Materbi® della Novamont, azienda italiana leader del mercato, che usa mais o il Solanyl®, che usa bucce di patate), l'acido polilattico ottenuto da zuccheri (come il PLA Natureworks® della Cargill Dow finora prodotto da mais), i poliidrossialcanoati (PHA) e altri. In questo caso, possono essere ulteriormente distinti anche in funzione del fatto che siano derivati
  - da materie prime di origine vegetale (amido e acido lattico essenzialmente, ma anche lignina e cellulosa). Tra questi non sembrano esistere in letteratura descrizioni di colture dedicate alla produzione di biopolimeri,

salvo il caso di alcune sperimentazioni e della coltivazione di piante geneticamente modificate negli Stati Uniti;

- da scarti di vegetali o misti (bucce di patata, rifiuti caseari, alghe, ossa, rifiuti organici urbani). Per questa applicazione è in fase di studio l'utilizzo di una nuova tecnologia per produrre PLA dagli scarti delle lavorazioni di prodotti agricoli, come ad esempio dalle stoppie di mais per le quali si prevedono le prime ricadute applicative nel giro di 7-8 anni.

Le applicazioni dei biopolimeri, già sperimentate e commercializzate, riguardano diversi settori. Nel settore agricolo sono commercializzati come vasetti per piante, supporti per il lento rilascio di feromoni o fertilizzanti, tutori per piante e anelli di sostegno per potature, teli per pacciamatura o solarizzazione; a questo proposito si segnala come la filiera dei biopolimeri, oltre a consentire una diversificazione nella destinazione delle produzioni agricole, generi una positiva ricaduta ambientale nella fase di consumo. Ai fini dell'individuazione dei vincoli e delle opportunità, i fattori sono stati presi in esami complessivamente (per tutte le categorie merceologiche), con alcune informazioni di dettaglio per i biocompositi con fibre vegetali<sup>1</sup>.

#### *Vincoli:*

Per tutte le categorie merceologiche:

- *ambito economico; fase di produzione e consumo*, la filiera dei biopolimeri è già presente sul mercato nazionale ed internazionale, anche se la concorrenza con il mercato delle plastiche, settore già ampiamente collaudato e operante ad un livello di economia di scala, risulta molto difficile se non verranno attivate forme di sostegno da parte dell'amministrazione pubblica, giustificate ampiamente dall'internalizzazione dei costi ambientali, quantificabili con una analisi dell'intero ciclo di vita dei prodotti. Il settore dei biopolimeri, al presente, non si avvantaggia di alcun tipo di aiuto pubblico, neanche di forme di defiscalizzazione analoghe a quelle previste per il biodiesel.
- *ambito economico e tecnico-tecnologico; fase di utilizzo e consumo*, per tutti i prodotti che internalizzano i costi dello smaltimento, con particolare riferimento a quelli utilizzati in agricoltura, si rendono necessarie campagne di sensibilizzazione verso gli utilizzatori finali. A questo proposito, potenzialità interessanti potrebbero avere i contenitori in biopolimeri per fitofarmaci e fertilizzanti, o comunque contenitori per i quali è previsto lo smaltimento dopo l'uso. Si rende quindi necessario sperimentare nuovi prodotti e confrontarli con i prodotti tradizionali esistenti sul mercato, considerando tra i costi di filiera anche quelli necessari allo smaltimento.

---

<sup>1</sup> A questo proposito si segnala la convergenza con la filiera delle fibre vegetali.

- *ambito economico; fase di utilizzo e consumo*, dato il costo nettamente superiore delle bioplastiche, essenzialmente dovuto alla mancanza di economie di scala e all'ammortamento degli investimenti in innovazione, si rileva un fabbisogno di conoscenza per l'ottenimento di prodotti nei quali la biodegradabilità ha un valore aggiunto molto elevato: protesi medicali, film liquidi per pacciamatura, nanotecnologie, biocompositi. Per i prodotti già disponibili sul mercato, si rende necessario abbassare i prezzi, utilizzando materie prime a costo zero come i rifiuti organici o i residui vegetali, come ad esempio le stoppie di mais. Più in generale è necessario ad avvalorare le qualità ambientali dei biopolimeri mediante studi su nuove certificazioni ambientali, analisi del ciclo di vita dei prodotti, miglioramento degli effetti della mineralizzazione dei biopolimeri nel suolo o nella produzione di compost.

#### *Opportunità:*

Per tutte le categorie merceologiche:

- *ambito economico; fase di consumo*, per sopperire a forme di defiscalizzazione non previste per legge, potrebbe essere accolta la proposta di un'importante associazione di amiderie francesi che, al fine di sostenere e consolidare il mercato dei biopolimeri, promuoverà una riduzione delle tasse a favore di chi utilizza imballaggi biodegradabili.
- *ambito ambientale ed economico; fase di utilizzo e consumo*, la promozione dei biopolimeri può trovare un elemento di forza nella diffusione di imballaggi ecocompatibili e compostabili, che sondaggi recentemente condotti indicano come un'azione particolarmente apprezzata anche dall'opinione pubblica. Questo utilizzo può trovare ulteriore stimolo nel consolidamento della filiera del compost di qualità a seguito della raccolta della frazione organica dei Rifiuti Solidi Urbani con imballaggi biodegradabili.
- *ambito ambientale; fase di trasformazione*, studi sul ciclo di vita dei prodotti (LCA come standardizzato dalle ISO 14040) hanno confrontato il consumo d'energia e le emissioni di CO<sub>2</sub> necessarie alla produzione del polietilene (PE) con quelle necessarie alla produzione di biopolimeri a partire da amido di mais, acido polilattico e PHA, verificando riduzioni del 15-80% variabili, in funzione del materiale biopolimerico utilizzato: maggiori per i pellet di amido e leggermente inferiori per il PHA, che necessita di maggiore energia per essere prodotto.
- *ambito economico; fase di produzione e trasformazione*, i biopolimeri possono essere molto diversi tra loro, almeno quanto lo sono i tipi di plastiche tradizionali oggi in commercio (PE, PET, PS, PVC...), anche in considerazione degli innumerevoli settori d'applicazione. Questo comporta che in un mercato così ampio sussistano

ampi margini di sviluppo non solo per la trasformazione di biopolimeri, ma anche per la produzione della materia prima.

- *ambito tecnico; fase di consumo*, potenzialità particolarmente interessanti per il settore agricolo si prevedono per le seguenti tipologie di prodotto: (1) teli per pacciamatura e solarizzazione in Materbi, alcune prime sperimentazioni hanno mostrato risultati molto incoraggianti anche in Toscana, dove i teli biodegradabili sono stati sperimentati in primavera e autunno su pomodoro, cavolo e melone; (2) piccoli tunnel di Materbi di durata inferiore al mese (dove il consumo di PE è molto elevato): il Materbi sembra consentire una maggiore trasparenza all'infrarosso e la sua maggiore traspirabilità non sembra ostacolare il mantenimento delle idonee condizioni di umidità all'interno della serra; (3) teli in biopolimeri per contenere le infestanti durante interventi di riforestazione; (4) supporti per trappole a feromoni per le quali sono necessarie necessari semplici collaudi con prove agronomiche; (5) tutori per piante, anelli di sostegno per potature, vasi e fitocelle.
- *ambito economico; fase di consumo*, per quanto riguarda i prodotti di uso comune, un importante incentivo potrebbe venire dal green procurement: il rapporto tra enti pubblici e biopolimeri è ancora tutto da costruire, sono perciò auspicabili leggi ad hoc che favoriscano, oltre al consumo di prodotti riciclati nella pubblica amministrazione, l'utilizzo di prodotti biodegradabili e derivati da fonti rinnovabili.
- *ambito tecnico-tecnologico; fase di trasformazione*, il contenuto tecnologico nella produzione di biopolimeri è particolarmente elevato. Risulta perciò molto importante indagare le potenzialità di miglioramento delle prestazioni del prodotto finale e la riduzione dei costi di processo in rapporto alle necessità di utilizzo. Allo stesso modo la ricerca agroambientale dovrebbe migliorare la produzione di materia prima per fornire all'industria materiali in grado di ridurre i costi di polimerizzazione. Applicazioni interessanti per l'industria dei biopolimeri potrebbero provenire dalla ricerca su varietà di mais che producono amido ad alto contenuto di amilosio (o viceversa varietà waxi ad elevato contenuto di amilopectina). Come accennato, l'amido per produrre bioplastiche potrebbe provenire anche da colture che richiedono minori input rispetto al mais, quali ad esempio sorgo zuccherino o patata. L'acido lattico prodotto grazie alla fermentazione batterica dello zucchero (quindi da svariate fonti rinnovabili, comprese alcune a costo zero) sembra essere la materia prima che offrirà maggiori possibilità alla ricerca, nel campo dell'approvvigionamento della materia prima, nel campo delle biotecnologie per la fermentazione batterica, in quello dell'innovazione di processo.
- *ambito economico; fase di produzione*, possibilità di diversificare la destinazione delle produzioni da parte delle aziende agricole.

### *Biocompositi*

Una nota specifica spetta ai biocompositi, ossia biopolimeri con fibre vegetali in sostituzione di materiali compositi di origine sintetica (plastiche e fibra di vetro), ottenuti dall'assemblaggio dei due componenti.

### *Vincoli*

- *ambito tecnico-tecnologico; fase di produzione*, si rende necessario individuare varietà ed ibridi quantitativamente e qualitativamente interessanti.

### *Opportunità*

- *ambito economico; fase di consumo*, l'utilizzo dei biocompositi, oltre a trovare applicazione nei settori interessati dai biopolimeri, si estende a quello delle costruzioni (es. sostegno temporaneo dei terrapieni, tubature interratoe temporanee, recupero di scarpate e cave).

## *7.5 Filiera dei coloranti naturali*

I coloranti naturali, di origine vegetale o animale, sono stati impiegati per millenni nel settore tessile, cosmetico, alimentare e in quello artistico (dai dipinti su tela e tavola ai tessuti e arazzi, alla miniatura). La maggior parte di essi sono stati soppiantati verso la fine del XIX secolo con l'avvento di quelli sintetici, caratterizzati da una maggiore uniformità e costi più contenuti.

Recentemente nei Paesi industrializzati si sta assistendo ad un crescente interesse verso i prodotti di origine naturale, e tra questi i coloranti vegetali, percepiti come più salubri e più rispondenti alle esigenze di un consumatore maggiormente attento alla qualità della vita e alla tutela dell'ambiente. Le caratteristiche di maggiore biodegradabilità e compatibilità ambientale che caratterizzano i coloranti di origine naturale sta aprendo nuove opportunità di impiego in diversi settori industriali che tradizionalmente si rivolgono a materie prime provenienti dalla sintesi chimica.

Con particolare riferimento al settore tessile, tra le numerose specie in grado di fornire coloranti vegetali ve ne sono alcune che, più di altre, presentano elevate potenzialità produttive ed un più facile inserimento nei tradizionali ordinamenti colturali. Tra queste degne di attenzione sono alcune specie in grado di fornire i tre colori fondamentali quali il rosso (*Rubia tinctorum* per l'alizarina), il giallo (*Reseda tinctoria* per la produzione di luteolina) e il blu (*Isatis tinctoria* e *Polygonum tinctorium* per la produzione di indaco). Anche per numerose altre specie, quali camomilla dei tintori, ginestra dei tintori e altre, la sperimentazione agronomica fin qui condotta ha mostrato buona adattabilità all'ambiente di coltivazione, disponibilità di varietà ed ecotipi caratterizzati da buoni livelli produttivi per resa e contenuto in principi coloranti ([www.agr.unipi.it/colorinaturali](http://www.agr.unipi.it/colorinaturali)). I dettagli relativi ai fattori di vincolo ed opportunità per ciascuna delle specie sopraindicate sono stati sviluppati in modo esauriente nei report contenenti rispettivamente la bibliografia ragionata e il

resoconto del tavolo di filiera, a cui rimandiamo. Nel caso specifico saranno messi in evidenza i fattori di carattere più generale concernenti l'uso tessile e sarà fornito un quadro più generale con riferimento agli elementi di vincolo tecnologico ed economico (così come evidenziato nelle griglie merceologiche dal responsabile scientifico di filiera) su altri possibili utilizzi dei coloranti naturali (cosmetici naturali, pellame, vernici per la bioedilizia).

#### *Categoria merceologica: tessile*

Lo sviluppo del mercato del tessile ecologico ha indotto le aziende a porre attenzione non solo alla provenienza e al tipo di fibra, ma anche alle altre sostanze chimiche che normalmente vengono impiegate nella fabbricazione del prodotto (mordenti, coloranti, sbiancanti e altri ausiliari). Quando le aziende decidono di utilizzare fibre tessili naturali, l'uso di un colorante di sintesi può compromettere la naturalità del prodotto, ricercata da un consumatore sempre più attento alla qualità, alle tematiche ambientali e alla tutela della propria salute.

#### *Opportunità:*

- *ambito tecnologico; fase di utilizzo*, la tintura con colori vegetali permette la realizzazione di prodotti di ottima qualità su fibre sia animali che vegetali, impiegando mordenti meno tossici e inquinanti in sostituzione del cromo e di altri metalli pesanti. L'uso di questi mordenti, nonché di agenti di finissaggio più eco-compatibili, consente comunque un legame stabile tra colorante e fibra e conferisce alla colorazione naturale una solidità alla luce e al lavaggio, poco lontana da quella che caratterizza i prodotti realizzati con coloranti sintetici.
- *ambito economico; fase di utilizzo*, in Toscana sono presenti distretti industriali tessili di fama internazionale, quali il distretto tessile di Prato e quello del Casentino. Queste aziende mostrano in genere interesse ma soffrono la concorrenza (come del resto l'intero comparto tessile italiano) di quei paesi (Cina, Turchia, India) dove i costi di produzione sono estremamente bassi. La scelta vincente sembra essere quella di collocarsi su mercati al di fuori della concorrenza dei Paesi extra - europei precedentemente citati – offrendo prodotti quanto più customerizzati anche attraverso l'utilizzo dei coloranti naturali.
- *ambito economico; fase di distribuzione*, il consumatore è disposto a pagare il 20% in più per un prodotto che presenta non solo certificazione ambientale ma anche etica. A questo proposito la Regione Toscana, oltre ad aver aderito alla certificazione EMAS 2, ISO 14000 e Ecolabel ha definito ed aderito alla Certificazione etica e ambientale SA 8000 mettendo a disposizione delle risorse che consentono alle imprese di coprire il 50% dei costi di certificazione.
- *ambito tecnologico; fase di produzione*, esiste un know-how per ottenere un processo produttivo a partire dalla semina fino all'ottenimento delle polveri coloranti secondo



processi eco-compatibili, è quindi necessario creare strutture di estrazione dei coloranti vegetali in loco per ottenere una contrazione della filiera (da sviluppare su un raggio di 50 km). In questo modo si potranno ridurre i costi di produzione andando a valorizzare a pieno le piante coloranti come risorsa rinnovabile.

- *ambito economico; fase di utilizzo, distribuzione, consumo*, all'interno del settore tessile è possibile sviluppare non solo prodotti per il tessile-abbigliamento, ma anche altri prodotti per l'arredamento e la casa, quali tovaglie, tendaggi, rivestimenti e tessuti per il bagno, settori di "nicchia" che completano il quadro delle opportunità.
- *ambito normativo/economico; intera filiera*, per quanto riguarda la concorrenza originata dai coloranti naturali di origine extra – europea, disponibili sul mercato a costi minori, è importante offrire garanzie sull'origine dei prodotti italiani attraverso un percorso di tracciabilità della materia prima. A titolo di esempio si ricorda che attualmente l'indaco indiano, ottenuto da *Indigofera spp.*, è spesso adulterato con l'indaco di sintesi e non si ha la certezza sulla autenticità della sua origine biologica.
- *ambito normativo; intera filiera*, nuove opportunità per coloranti e materie prime rinnovabili, da impiegare nel settore tessile, vengono fornite anche dai vincoli normativi posti dalle direttive comunitarie che limitano l'impiego di coloranti di sintesi ritenuti tossici e responsabili dei crescenti casi di dermatiti allergiche da contatto. L'impiego dei coloranti nel settore tessile è, infatti, disciplinato da normative ben precise che indicano le sostanze e le dosi consentite. A tale proposito la direttiva 61/2002 CE ha bandito l'utilizzo di 23 coloranti di tipo azoico e ha posto delle restrizioni alla immissione sul mercato di altre sostanze coloranti di sintesi ritenute pericolose.
- *ambito normativo e tecnico-tecnologico; fase di produzione e trasformazione*, per qualificare i prodotti tessili è indispensabile definire disciplinari di produzione ed estrazione dei coloranti naturali.

#### *Vincoli:*

- *ambito tecnologico; fase di trasformazione e utilizzo*, finché parliamo in termini di impresa artigianale la tintura naturale si avvale di procedimenti nei quali le conoscenze e l'esperienza del tintore, unite a tempi di realizzazione più lunghi, giocano un ruolo cruciale permettendo la realizzazione di prodotti di alta qualità. Più difficile appare il trasferimento su scala industriale delle tecniche della tintura naturale che pongono ancora molte problematiche di tipo tecnico quali la difficoltà di controllare automaticamente i tempi e le condizioni delle diverse fasi del processo. Anche la formulazione del colorante, sotto forma di polvere o di estratto, può influire sulla qualità del risultato, essendo in molti impianti, difficile effettuare la tintura con le polveri ricavate dalle piante. A questo scopo risulta necessario investire in ricerca per ovviare a queste difficoltà e poter mettere a punto tecniche di tintura che si

adattino alla tintura industriale. Nel passaggio dalla tintura artigianale a quella industriale dovrebbero essere rivisti criticamente i singoli passaggi del processo di estrazione, di tintura e finissaggio accertando i loro effetti sulla resa e sulla qualità del prodotto finale.

- *ambito economico e tecnologico; fase trasformazione*, sono i costi di estrazione e di formulazione del pigmento ad incidere maggiormente sul costo di produzione dei pigmenti vegetali (oggi i coloranti naturali si trovano ad avere prezzi ancora più alti rispetto a quelli di sintesi). Oltre al costo, si segnala come fattore di vincolo la necessità di una minore quantità di pigmento e procedimenti di tintura più rapidi e più facilmente automatizzabili nella tintura con colori di sintesi.
- *ambito tecnico-tecnologico; fase di produzione e trasformazione*, nella fase di produzione e trasformazione della materia prima le problematiche ancora irrisolte sono di tipo agronomico-produttivo (organizzazione aziendale, tecnica colturale, stagionalità delle produzioni, stoccaggio), di tipo tecnologico (disponibilità di impianti che richiedano bassi costi di allestimento e di gestione e che siano in grado di operare on-farm), di tipo economico-sociale (costo finale di produzione del colorante, interventi di sostegno per la realizzazione di impianti di trasformazione e/o estrazione, formazione degli operatori) ed infine ecologico e ambientale (logistica dei trasporti, bilanci agro-ambientali, gestione dei reflui, consumo di acqua e energia).
- *ambito tecnico; fase di produzione*, un grosso punto critico che dovrà necessariamente essere superato per avviare una filiera locale è la scarsa disponibilità di materiale di propagazione gamica o agamica opportunamente selezionato, indispensabile per l'attivazione della filiera su scala almeno aziendale.
- *ambito tecnico; fase di produzione*, un problema ancora non sufficientemente risolto è la messa a punto di un'opportuna strategia di controllo delle piante infestanti che con la loro presenza possono andare ad incidere negativamente sulla qualità del prodotto. La non disponibilità di erbicidi chimici registrati per essere impiegati su queste nuove colture può rendere difficile un adeguato controllo delle piante infestanti soprattutto nelle primissime fasi dopo l'emergenza. In particolare alcune piante coloranti, come il *Polygonum tinctorium* presenta una grande affinità con le principali *Polygonaceae* macroterme (*Polygonum aviculare*, *Polygonum laphatifolium*, ecc.) che infestano le nostre colture primaverili-estive.
- *ambito tecnico; fase di produzione*, difficoltà, seppur di minor rilevanza perché ormai quasi completamente risolte, esistono in relazione alla meccanizzazione di queste colture.
- *ambito tecnico-tecnologico; fase di produzione e trasformazione*, gli aspetti legati all'organizzazione aziendale, alla logistica della raccolta, stoccaggio ed estrazione sono particolarmente importanti per la coltura del guado in quanto le foglie devono essere "processate" immediatamente dopo la raccolta poiché i precursori dell'indaco

presenti nelle foglie fresche sono molto instabili e vanno incontro a rapida degradazione. Questo comporta la necessità di organizzare le coltivazioni in diversi lotti di produzione, di raccolta ed estrazione in modo commisurato alla capacità di lavoro degli impianti. Sempre per il guado la stagionalità delle produzioni che comporta una gestione discontinua degli impianti, può essere superata organizzando delle semine scalari con diversi turni di taglio. Meno problematica risulta la raccolta e la trasformazione di reseda e robbia che richiedono un processo di essiccazione, cernita e successiva eventuale macinazione per ridurre la droga in polvere.

- *ambito tecnologico; fase di trasformazione*, la fase di estrazione, in particolare per l'indaco, richiede ulteriori studi sia di base che applicativi, al fine di definire meglio le condizioni di estrazione e ottimizzare così la resa (ancora troppo lontana dalla resa potenzialmente ottenibile) nonché la qualità del prodotto ottenuto (in termini di purezza). In questa fase un altro problema è rappresentato dall'elevato costo di produzione dovuto principalmente alla bassa resa e alla disponibilità di impianti che richiedono elevati costi di allestimento e di gestione. Questo problema potrebbe in parte, essere eventualmente risolvibile con una gestione consortile o cooperativa degli impianti per contenere i costi.
- *ambito tecnologico; fase di utilizzo*, nella fase di tintura un aspetto importante da considerare è l'esigenza di avere tinture uniformi e resistenti alla luce e di avere a disposizione una vasta gamma di colori per poter rispondere alle diverse esigenze di mercato. E' inoltre necessario acquisire maggiori conoscenze sulle tipologie di formulazione dei coloranti naturali. Per alcuni tipi di tintura ad esempio potrebbe essere utilizzata la polvere colorante (paragonabile alla droga prodotta dalle piante officinali), mentre in altri casi potrebbe essere necessario poter disporre di estratti, da utilizzare negli impianti presenti nelle tintorie industriali.
- *ambito sociale; fase di consumo*, confrontando le diverse esperienze dei presenti al tavolo di filiera, le problematiche di tipo tecnico-produttivo hanno assunto un ruolo secondario rispetto alla necessità di investire in comunicazione e divulgazione per far meglio comprendere al consumatore il significato di questi nuovi prodotti. Molti dei presenti, soprattutto coinvolti nella parte terminale della filiera, hanno messo in evidenza come al momento le possibilità di collocamento sul mercato di prodotti tessili naturali siano modeste e come sia prioritario favorire la comunicazione per ampliare le possibilità di mercato..
- *ambito ambientale; fase di produzione*, lo studio dell'impatto ambientale che le nuove colture potrebbero avere nei diversi sistemi agricoli europei, ha messo in evidenza come i problemi maggiori siano legati alla perdita di azoto nel terreno e alla possibilità che le piante di *Isatis tinctoria* si riproducano spontaneamente diventando a loro volta infestanti.

- *ambito ambientale; fase di trasformazione e utilizzo*, la trasformazione e l'utilizzo dei coloranti naturali pone comunque il problema della gestione dei rifiuti solidi e liquidi (costo elevato delle analisi chimiche, impianti con requisiti adeguati, scarichi idrici con COD e BOD conforme) e di un consumo elevato di acqua.
- *ambito sociale; fase di consumo*, si rileva la necessità di una maggiore comunicazione e informazione nei confronti sia degli operatori della filiera che dei consumatori in merito alle caratteristiche del prodotto finito. Il mondo della ricerca, le imprese, le associazioni ambientaliste e del biologico devono lavorare insieme al fine di accrescere la consapevolezza nel consumatore e negli operatori del valore aggiunto insito nei colori e nelle fibre naturali e dei rischi per la salute connessi con l'uso di coloranti di sintesi, spesso tossici e/o cancerogeni.
- *ambito economico e sociale; intera filiera*, si rileva la necessità di organizzare meglio la filiera anche attraverso specifiche organizzazioni di prodotto.

#### *Categoria merceologica: pellame*

La produzione di pellame conciato al vegetale è rivolta a quei manufatti che richiedono il diretto contatto con il corpo (ad es. i cinturini degli orologi, calzature). Negli ultimi anni si è assistito ad un aumento delle concerie che fanno concia al vegetale. L'estrazione di queste sostanze avviene nel pieno rispetto dell'ambiente, con metodi che ne garantiscono la salvaguardia permettendo altresì la naturale ricrescita delle piante. Questo tipo di produzione, se abbinato a colorazioni con pigmenti di origine vegetale, può ridurre i rischi di allergie e irritazioni, completando un ciclo di lavorazione totalmente naturale che esclude metalli pesanti e altre sostanze chimiche di sintesi potenzialmente dannose per la salute. Una adeguata azione di comunicazione al consumatore, supportata da politiche di marchio e tracciabilità potrebbe valorizzare questi prodotti più rispettosi dell'ambiente e della salute dei consumatori.

#### *Vincoli:*

- *ambito tecnologico; fase di utilizzo*, è necessario mettere a punto il processo di concia, tintura, e finissaggio, non esiste infatti una sperimentazione relativa all'impiego di coloranti naturali vegetali nella tintura della pelle. Non si conosce come i coloranti naturali vegetali reagiscano al contatto con le altre sostanze impiegate nel processo sia di concia, che di ingrassaggio e finissaggio e come i colori naturali vegetali applicati alla pelle reagiscano con le sostanze concianti (in questo caso i tannini) e quando vanno applicati (prima o dopo la concia; prima o dopo l'ingrasso?), o quali altre sostanze possano essere impiegate per la concia al naturale alternative ai tannini (rabarbaro? coloranti stessi?).
- *ambito tecnologico; fase di utilizzo*, non si conosce la qualità delle tinture ottenute e la loro resistenza ai fattori di alterazione come la luce, la traspirazione etc.

- *ambito sociale; intera filiera*, si rileva la necessità di maggiore comunicazione e informazione nei confronti sia degli operatori della filiera che dei consumatori sulle caratteristiche del prodotto finito. Il mondo della ricerca, le imprese, le associazioni ambientaliste e del biologico devono lavorare insieme al fine di accrescere la consapevolezza nel consumatore del valore addizionale insito nei prodotti con pelli conciate, colorate e rifinite con prodotti naturali; inoltre è necessario far capire al consumatore e agli operatori i rischi per la salute connessi con l'uso di coloranti di sintesi, concianti e ausiliari, spesso tossici e/o cancerogeni.
- *ambito sociale ed economico; intera filiera*, si rileva la necessità di organizzare meglio la filiera anche attraverso specifiche organizzazioni di prodotto e di garantire maggiore integrazione tra i diversi soggetti che operano lungo la filiera e di tracciabilità delle materie prime.

*Categoria merceologica: vernici per bioedilizia*

Tutti i componenti delle vernici e delle pitture utilizzate dalle ditte produttrici di materiali bioedili sono sempre dichiarate (la cosiddetta etichetta “trasparente”), secondo un codice etico che richiede la massima trasparenza sulla biografia del prodotto. Sono prodotti composti da materie prime naturali rinnovabili, esenti da emissioni nocive, la cui trasformazione avviene nel rispetto della natura, con l'esclusione di materie prime di sintesi petrolchimica. Si tratta di composti ottenuti da resine vegetali, oli vegetali, gomme e colle, oli essenziali, coloranti vegetali, prodotti di origine animale, sostanze minerali naturali elaborate.

*Vincoli:*

- *ambito tecnologico; fase di utilizzo*, non c'è una estesa sperimentazione al riguardo, quindi si rileva la necessità di perfezionare molti procedimenti, di mettere a punto le diverse miscele pittoriche sia per interni che per esterni, di individuare solventi e composti che siano rispondenti alla norme di sicurezza vigenti e conformi ai disciplinari della bioarchitettura; di acquisire conoscenze in merito alla resistenza delle miscele pittoriche (soprattutto da esterni) ai fattori di scolorimento (in particolare alla luce).
- *ambito sociale; fase di utilizzo e consumo*, si rileva la necessità di maggiore comunicazione e informazione nei confronti sia degli operatori della filiera che dei consumatori sulle caratteristiche del prodotto finito. Il mondo della ricerca, le imprese, le associazioni ambientaliste e della bioarchitettura devono lavorare insieme, al fine di accrescere la consapevolezza nel consumatore del valore addizionale insito nelle vernici, colori e pitture murali formulate con prodotti naturali sicuri per la salute del consumatore e per far capire al consumatore e agli operatori i rischi per la salute

connessi con l'uso di vernici e pitture che spesso presentano composti tossici e cancerogeni.

#### *Categoria merceologica: cosmetici naturali*

Il colorante naturale è uno dei tanti composti che rientra nella cosmesi naturale. Può rientrare tra i componenti del cosmetico solo se rientra tra le sostanze ammesse nell'Allegato 4 del DL 713 dell'11 ottobre 1986 e successive modificazioni; in caso contrario deve essere presentata una richiesta con relativa domanda al Comitato Scientifico Nazionale di Cosmesi e al Comitato Scientifico dei prodotti destinati al consumatore.

#### *Vincoli:*

- *ambito tecnologico; trasformazione e utilizzo*, un aspetto critico dell'inserimento del colorante naturale nella miscela è relativo alla purezza delle materia prima colorante. Le impurità devono essere caratterizzate e se elevate, rientrare tra quelle ammesse nell'allegato 4 del DL 713 dell'11 ottobre 1986 e successive modificazioni
- *ambito tecnologico; fase di trasformazione e utilizzo*, si rileva la necessità di ricerca sul fronte delle materie prime per trovare nuovi conservanti, emulsionanti, e tensioattivi utilizzabili nella cosmesi naturale.
- *ambito sociale; fase di utilizzo e consumo*, si rileva la necessità di maggiore comunicazione e informazione nei confronti sia degli operatori della filiera che dei consumatori sulle caratteristiche del prodotto finito e di far capire al consumatore e agli operatori i rischi per la salute connessi con l'uso di composti tossici, allergenici, e cancerogeni.
- *ambito normativo; intera filiera*, si rileva la necessità di mettere a punto di disciplinari di produzione da parte di ICEA e del CCPB.

#### *7.6 Filiera delle fibre vegetali*

L'utilizzo delle fibre vegetali è assai diversificato e riconducibile alla produzione di filati e tessuti, a più elevato valore aggiunto; di fibre tecniche nei settori bioedili, automobilistici, geotessili; di cellulosa e di energia. Nello specifico l'attività di ricerca del Progetto Activa ha concentrato la propria attenzione sulle potenzialità della canapa, e in misura minore sul kenaf, con riferimento all'uso tessile e non.

#### *Opportunità:*

##### *Per tutte le categorie merceologiche ad uso tessile:*

- *ambito tecnico ed economico; intera filiera*, le specie vegetali da fibra sembrano rispondere bene alle odierne istanze socio-economiche: da un lato, si presentano come ottima alternativa colturale per gli agricoltori in risposta ai nuovi assetti di mercato che più testimonianze hanno descritto come estremamente sfavorevoli

soprattutto per le colture industriali; dall'altro, si caratterizzano per essere conducibili con tecniche a basso impatto ambientale e per fornire materie prime che rientrano nelle produzioni eco-compatibili.

Per tutte le categorie merceologiche ad uso non tessile:

- *ambito tecnologico ed economico; intera filiera*, i potenziali utilizzi assai diversificati costituiscono un valido presupposto per il posizionamento di nuovi prodotti derivati da fibre vegetali (biocompositi), cellulosa per carte pregiate (intera pianta), lettiere per animali o substrati per ortofloricoltura (parti legnose della pianta), materiali adsorbenti per inquinanti oleosi.

Per i prodotti ottenuti dalla canapa

- *ambito tecnico ed economico; intera filiera*, la Regione Toscana è all'avanguardia in questo settore: in alcune zone del Senese esistono già piccole filiere artigianali basate sulla coltivazione della canapa, nate grazie a progetti orientati ad uno sviluppo rurale sostenibile.
- *ambito economico; fase utilizzo e distribuzione*, per quanto riguarda la capacità di penetrazione del mercato da parte dei prodotti eco-compatibili, una recente indagine di mercato ha evidenziato una reazione positiva dei confezionisti e delle aziende tessili del distretto di Prato che già propongono un campionario che comprende prodotti derivati da fibre naturali, canapa compresa.
- *ambito economico; fase di trasformazione*, attribuendo alla canapa le potenzialità per andare a costituire la nuova identità toscana e italiana del tessile, è sentita l'esigenza di distinguere i prodotti derivati dalla canapa all'interno del variegato mondo delle fibre naturali, ampliando le opportunità di mercato anche al di fuori di quei canali di vendita nei quali questi prodotti hanno già avuto successo (per esempio nell'ambito dei parchi naturali, dove il consumatore riconosce il valore della salvaguardia ambientale del "prodotto canapa") e creando un "marchio canapa italiana" basato su canapa prodotta, tessuta e confezionata in Italia e preferibilmente tinta con coloranti naturali.
- *ambito tecnico; intera filiera*, esiste un *know-how* per ottenere un processo produttivo a partire dalla semina fino alla filatura senza l'utilizzo di prodotti chimici.
- *ambito economico; fase di trasformazione*, con riferimento alle aziende del tessile pratese (in particolar modo la piccola e media impresa) si segnala uno stato di sofferenza determinato dalla concorrenza (come del resto l'intero comparto tessile italiano) di quei Paesi (Cina, Turchia, India) dove i costi di produzione sono estremamente bassi. La scelta vincente più che cercare prodotti di alta qualità a bassi costi (che condurrebbe all'importazione) sembra essere quella di collocarsi su mercati

al di fuori della concorrenza dei Paesi extra-europei precedentemente citati. In tal senso la canapa risponderebbe pienamente all'esigenza di differenziarsi.

- *ambito economico; fase di utilizzo e distribuzione*, oltre al tessile, altre opportunità di mercato possono essere: (a) bioedilizia, uso di pannelli fonoassorbenti (b) settore auto, pannelli e selleria. (c) reaalizzazione di truciolari leggeri a base di canapulo (d) i geotessili, uso di tessuti e “tessuti non tessuti” applicati come supporti per il manto stradale, protezione delle dighe, filtri drenanti e rinforzi per gli argini;

*Vincoli:*

*Per tutte le categorie merceologiche a uso tessile*

- *ambito tecnico; fase di produzione e trasformazione*, si segnalano i seguenti punti critici tecnici e tecnologici: reperimento sementi certificate di varietà idonee; ottimizzazione della fitotecnica (dalla scelta varietale alla raccolta) in relazione alle specifiche situazioni di coltura; messa a punto di macchine agricole e impianti industriali di grande efficienza in grado di garantire costanza di qualità della fibra; necessità di innovazione continua.
- *ambito economico; fase di produzione*, si segnalano i seguenti punti critici merceologici: costi di produzione elevati in confronto alle fibre sintetiche e naturali di importazione; dimensioni limitate dell'offerta perciò difficoltà nell'avvio della filiera; difficoltà ad assicurare uniformità e costanza di produzione.
- *ambito economico; fase di trasformazione e utilizzo*, mancanza di standard di qualità accettati da trasformatori e utilizzatori finali.

*Per tutte le categorie merceologiche ad uso non tessile:*

- *ambito economico; fase di trasformazione e utilizzo*, si segnalano i seguenti punti critici: costo della materia prima e filiera da organizzare.
- *ambito tecnico; fase di produzione e trasformazione*, si segnalano i seguenti punti critici tecnici e tecnologici: reperimento di sementi di varietà idonee certificate (soprattutto per kenaf); ottimizzazione di qualche aspetto della tecnica colturale; miglioramento dell'efficienza della raccolta meccanica anche solo con adattamento delle macchine esistenti; per ciascuno dei settori, miglioramento degli impianti esistenti o realizzazioni di nuovi con tecnologie innovative.

*Per i prodotti ottenuti dalla canapa:*

- *ambito economico; fase di trasformazione, utilizzo e distribuzione*, per quanto riguarda la capacità di penetrazione da parte dei prodotti eco-compatibili, una recente indagine di mercato ha evidenziato che il problema maggiore risultano essere i prezzi troppo alti del prodotto finito.



- *ambito economico; fase di trasformazione, utilizzo e distribuzione*, gli andamenti ciclici delle richieste da parte dell'alta moda, che comunque ha manifestato un crescente interesse, portano a considerare il contributo di questo settore utile solo a livello di immagine.
- *ambito economico; fase di produzione e trasformazione*, rispetto alla diffusa volontà di utilizzare produzioni italiane, tutelate anche attraverso uno specifico marchio, si rileva la scarsità della produzione nazionale, in gran parte assorbita dal settore dell'alta moda.
- *ambito economico; fase di produzione e trasformazione*, è necessario creare strutture di stigliatura e più in generale di trasformazione in loco per ottenere una filiera corta (da sviluppare su un raggio di 50-100 km). In questo modo si potranno ridurre i costi di produzione andando a valorizzare a pieno la canapa come risorsa rinnovabile.
- *ambito economico; fase di utilizzo e consumo*, per quanto concerne gli usi non tessili della canapa (materiali geotessili, bioedili, automobilistici) si segnalano come fattori disincentivanti la potenziale domanda di ingenti quantità ma a prezzi molto bassi; la scarsa reattività del mercato nazionale a questi prodotti innovativi, con particolare riferimento ai geotessili (un fattore disincentivante è rappresentato dall'odore del pannello stampato di canapa diverso da quelli convenzionali).
- *ambito economico; fase di produzione e trasformazione*, dalle analisi economiche condotte durante il progetto Toscanapa, è risultato indispensabile integrare l'agricoltore nelle strutture di prima trasformazione (si parla di stigliatura, ovvero la separazione della fibra dallo stelo) per garantire un adeguato livello di redditività.
- *ambito economico e tecnico-tecnologico; intera filiera*, le potenzialità di mercato dei prodotti derivanti dalla fibra di canapa sembrano elevate, ma è importante verificare attentamente i costi di produzione e la qualità dei prodotti di una filiera completa (dal campo al prodotto finito) costruita in un raggio di 50-100 km, definendo le modalità di conferimento; la continuità di rifornimento; la standardizzazione della materia prima.
- *ambito normativo; fase di produzione*, sebbene a livello giuridico la disciplina sia ben regolamentata, gli agricoltori sottolineano la necessità di una più stretta collaborazione con le forze dell'ordine perché i controlli antidroga non impediscano il normale svolgimento delle pratiche culturali.
- *ambito sociale; fase di consumo*, è stata registrata la necessità di fornire una maggiore informazione per sostenere la coltura della canapa nelle sue diverse possibilità di utilizzo e di creare un'immagine forte basata sulla garanzia di qualità, tracciabilità e caratteristiche specifiche (basso input ambientale in tutte le fasi di prodotto, caratteristiche di salubrità del prodotto) di interesse per i consumatori.
- *ambito tecnico-tecnologico; fase di produzione*, la canapa ha tre problemi da affrontare e risolvere: meccanizzare la raccolta tenendo conto della necessità di

utilizzare le macchine da lino per le fasi successive; sviluppare la macerazione su scala industriale sfruttando le conoscenze già ottenute a livello di impianto pilota; assicurare la disponibilità di sementi delle varietà adatte a specifiche condizioni di coltura. In generale, è necessario procedere ad un adeguamento per la canapa delle attrezzature disponibili per il lino, dando la priorità alla stigliatura per diminuire le perdite di canapulo residuo.

#### Per i prodotti del kenaf

- (ambito economico; fase di utilizzo) L'utilizzo del kenaf, a causa della sua fibra corta e rigida, è prevalentemente orientato a settori non tessili, con particolare riferimento al settore bioedile e automobilistico per i quali si rilevano rispettivamente per la bioedilizia problemi in termini di lenta risposta del mercato e per le auto problemi in termini di sensibilità all'umidità e di diverso odore rispetto ai pannelli convenzionali.

#### 7.7 Filiera dei fitofarmaci di origine vegetale

Sulla base delle diverse modalità attraverso cui si esplica l'azione biocida, possono essere distinte tre differenti tipologie di utilizzo, tali da considerarle categorie merceologiche distinte:

- *colture miglioratrici bioattive*, il cui effetto positivo sulla fertilità chimica e biologica dei terreni e sull'autoimmunità dell'agro-ecosistema, accresce le difese intrinseche del sistema agricolo e conseguentemente diminuisce la necessità degli interventi;
- *colture destinate all'ottenimento di estratti e farine*, utilizzabili in formulati come i prodotti di sintesi, i cui principi attivi hanno un'azione fitoiatrice;
- *colture destinate alla produzione di molecole* che contribuiscono alla difesa delle colture nella *forma di coadiuvanti*; tra i possibili esempi si cita l'estrazione di oli per la produzione di co-formulati in sostituzione di quelli di origine minerale, utilizzo che sembra avere notevoli possibilità sia per i quantitativi superiori rispetto alla produzione di principi attivi, sia per i notevoli progressi ottenuti sul piano tecnologico che permettono di ottenere oli qualitativamente superiori<sup>2</sup>.

Nell'analisi dei fattori di vincolo ed opportunità saranno prese in esame le prime due tipologie perché più direttamente attinenti la filiera di interesse per il progetto. Alla luce di quanto emerso nelle fasi di ricerca del progetto Activa, i principali fattori sono riassumibili come segue<sup>3</sup>:

---

<sup>2</sup> A questo proposito si segnala la convergenza con la filiera dei biolubrificanti.

<sup>3</sup> E' data indicazione quando il fattore si riferisce ad una specifica categoria merceologica.

Vincoli:

Per tutte le categorie merceologiche:

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico, fase di consumo*, nonostante le buone prospettive di sviluppo dei fitofarmaci di origine naturale, bisogna ricordare che il loro utilizzo richiede un approccio diverso alla difesa delle colture, in quanto raramente la sostituzione integrale di prodotti di sintesi si è mostrata in grado di fornire risultati soddisfacenti. Le esperienze più interessanti sono state ottenute mediante sinergie tra le diverse tecniche, come ad esempio il sovescio di piante ad azione biocida cui far seguire la solarizzazione, in linea anche a quanto previsto da alcuni disciplinari proposti dalla grande distribuzione e in corso di attuazione nell'orticoltura (in Sicilia, Sardegna, Lazio, Campania, Puglia).
- *ambito tecnico, fase di consumo*, rispetto all'immissione di una molecola di sintesi, i cui prodotti di degradazione sono conosciuti e facilmente isolabili, le molecole naturali interagiscono con l'ambiente in modo complesso da cui deriva una maggiore difficoltà nell'analisi degli effetti. Applicando disegni sperimentali classici (a parcelle randomizzate di limitate dimensioni e per periodi brevi), risulta difficile stabilire la reale efficacia di queste molecole per le quali occorre sviluppare e finanziare la ricerca di nuove metodologie di studio e di sperimentazione.
- *ambito sociale; fase di consumo*, le colture miglioratrici ad azione biocida e i prodotti di origine naturale devono essere supportati da un punto di vista tecnico al fine di ottimizzare i risultati, quindi il collegamento tra il produttore, il tecnico agronomo e l'utilizzatore deve essere quanto più stretto possibili. Nel trasferimento di conoscenza risulta fondamentale la formazione dei tecnici, quindi il ruolo che l'associazione di categoria può fornire in tal senso.

Per i fitofarmaci di origine vegetale:

- *ambito economico; fase di distribuzione*, un altro vincolo alla diffusione di questi prodotti è la scarsa organizzazione e capillarità della distribuzione.
- *ambito tecnico; fase di consumo*, nel settore del florovivaismo, in concorrenza con altre realtà che non hanno interesse a contenere l'uso di sostanze pericolose, i limiti alla diffusione di molecole naturali sono dovuti alla loro efficacia in quanto le soglie di tolleranza estetica del prodotto finito sono praticamente nulle.
- *ambito economico; fase di produzione e consumo*, è più conveniente economicamente registrare un prodotto di pieno campo piuttosto che per produzioni che riguardano le produzioni ad elevato impatto ambientale ma di piccole dimensioni (come le piccole coltivazioni di ortaggio in ambiente protetto). Questa situazione comporta una carenza di prodotti specifici per questi settori che potrebbero ottenere benefici particolarmente importanti dalla applicazione di molecole naturali.

- *ambito normativo; fase di produzione*, in Italia il DPR 290/2001 stabilì che le sostanze di origine naturale potevano essere immesse sul mercato senza registrazione, questo ha comportato una deregulation del settore con conseguente squalifica del prodotto agro-farmaceutico. Una conseguenza immediata è stata quella di demotivare le società produttrici alla ricerca di nuovi prodotti di origine vegetale, in quanto non difendibili a livello di registrazione. Questa legge è stata bloccata dalla Commissione Europea; è ora al vaglio del MIPAF la possibilità di stilare, aggiornare (e quindi) supervisionare una lista di sostanze denominate corroboranti (e non fitofarmaci) per le quali non è necessaria la registrazione.
- *ambito normativo; fase di produzione*, ad oggi, qualsiasi prodotto fitoiatrico immesso sul mercato deve essere registrato; i prodotti di sintesi o di origine naturale prevedono gli stessi dossier regolativi, caratterizzati da fasi autorizzative lunghe e costose, senza tenere in alcuna considerazione la maggiore ecocompatibilità intrinseca all'uso di prodotti naturali. La Commissione Europea DG VI sta studiando la revisione della lista che comprende le sostanze di cui parliamo per cui è prevista una registrazione semplificata. L'auspicabile aumento della concentrazione di molecole bioattive nelle varietà dedicate attraverso interventi di selezione genetica classica, richiede però di definire quale unità di prodotto dovrà essere considerata per la registrazione.
- *ambito normativo; fase di consumo*, occorre stabilire da subito la compatibilità di ciascuno di questi nuovi prodotti con disciplinari del biologico e dell'integrato, sebbene l'utilizzo di queste tecniche esclusivamente in specifici settori di mercato non consentirebbe il miglioramento di tutta l'agricoltura;
- *ambito tecnico; fase di produzione*, si segnala la necessità di supportare la ricerca e la sperimentazione di varietà con elevata attività biocida e dei prodotti maggiormente richiesti dai mercati.

*Per le colture miglioratrici ad azione biocida:*

- *ambito tecnico; fase di produzione*, in generale, si segnalano due specifici punti critici: 1) per la produzione di sementi, un fabbisogno in termini di ricerca e sperimentazione per l'individuazione di varietà ad elevata attività biocida; 2) per la coltivazione, la necessità di ottimizzare la tecnica culturale al fine di ridurre i costi di produzione e i tempi fenologici della coltura da sovescio.
- *ambito sociale; fase di consumo e produzione*, la produzione di sementi è fortemente limitata dalla scarsa informazione presso gli agricoltori dei principi di agroecologia e della convenienza nell'uso di queste tecniche che mirano ad accrescere la fertilità e l'autoimmunità dell'agroecosistema.

*Opportunità:*

*Per i fitofarmaci di origine vegetale:*

- *ambito economico; fase di consumo*, la riduzione dell'impiego di fitofarmaci di sintesi e soprattutto dei trattamenti a calendario esclude il rischio di contestazioni in seguito alla presenza di residui chimici superiore ai limiti consentiti.
- *ambito sociale e ambientale; fase di consumo*, in generale, costituiscono un'importante opportunità per promuovere uno sviluppo eco-compatibile perché, contrariamente alle molecole di sintesi, rispondono a requisiti di rinnovabilità, biodegradabilità, ipotossicità, oltre a non produrre impatti sulle emissioni di CO<sub>2</sub>. Inoltre, la riduzione dell'impiego di fitofarmaci di sintesi e soprattutto dei trattamenti a calendario migliora in modo evidente la qualità dell'ambiente di lavoro degli addetti alla produzione, soprattutto per quei settori in cui particolarmente elevato è il rischio sanitario degli operatori.
- *ambito tecnico; fase di produzione*, con riferimento ad essenze coltivabili in Toscana, interessanti prospettive riguardano l'utilizzo di farina da semi di Brassica carinata non solo in pieno campo (sottoforma di pellet), ma anche in fase di post-raccolta, oltre alle farine di semi di aglio e nicotina. Con riferimento ad essenze coltivabili in Toscana, a costi contenuti, alcuni sistemi dei glucosidi sono da considerarsi di maggiore interesse: (1) disolfidi prodotti in seguito a degradazione di tessuti di aglio e cipolla; (2) composti cianogenici prodotti dal sistema diumina-glucosidasi tipico del sorgo bicolor e della cassava; (3) composti di degradazione dell'idrolisi enzimatica dei glucosinolati, sistema tipico delle famiglie delle *Brassicacee*; (4) saponine da erba medica.
- *ambito tecnico; fase di consumo*, nel florovivismo riscontra interesse la possibilità di utilizzare colture miglioratrici in grado di ripristinare un buon livello di fertilità e conseguentemente di limitare il successivo uso di trattamenti fitosanitari di difesa.
- *ambito economico e sociale; fase di produzione e consumo*, la produzione di fitofarmaci di origine vegetale genera una positiva ricaduta da un punto di vista sociale ed economico in quanto l'agricoltore stesso diventa produttore di composti ad azione biocida, ritagliandosi una nuova fonte di reddito (se immessi sul mercato) e/o risparmio (se riutilizzati in azienda), trasferendo localmente produzioni ordinariamente accentrate nelle mani di poche industrie agro-farmaceutiche. Da sottolineare che nel caso delle suddetta filiera, coloro che operano in forma diretta (azienda agricola) o indiretta (agroindustria di trasformazione di materiale vegetale e di conservazione di prodotti orto-frutticoli in fase post-raccolta) possono essere coinvolti nella fase di produzione, trasformazione, utilizzo e consumo di fitofarmaci di origine vegetale.
- *ambito normativo e economico; fase di produzione e consumo*, le recenti restrizioni e controlli sul mercato degli agro-farmaci, tali da determinare anche l'eliminazione

(come nel caso del Bromuro di metile a seguito dell'attuazione del Protocollo di Kyoto), rappresentano un altro fattore fortemente incentivante la produzione di fitofarmaci di origine vegetale. Questa valutazione se vale in senso generale, anche alla luce dei recenti indirizzi normativi a livello comunitario (es. Direttiva *Reach*), assume un significato ancora più pregnante nell'ambito di progettualità territoriali (es. distretti agricoli/agroindustriali biologici ed integrati) o commerciali (es. linee di prodotti commercializzate dalla grande distribuzione) orientate a garantire prodotti salubri ai consumatori.

*Per le colture miglioratrici ad azione biocida:*

- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo*, la difesa delle colture trova nella fertilità del suolo un fattore sinergico di primaria importanza, infatti, l'aumento di sostanza organica sviluppa un effetto allelopatico che favorisce i meccanismi di competitività tra i patogeni e di autoimmunità dell'agroecosistema. In tal senso la difesa attraverso la pratica di sovesci (con colture miglioratrici ad azione biocida) produce una positiva ricaduta da un punto di vista ambientale anche perché costituisce un'alternativa alle matrici su cui lavora l'industria dei fertilizzanti organici, molto spesso contenente quantità non trascurabili di metalli pesanti.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo*, l'azione sterilizzante del bromuro di metile, il cui utilizzo non era particolarmente diffuso in Toscana, può essere ottenuta dal ripristino dell'equilibrio del suolo e dalla sinergia di diverse tecniche, difficilmente contestabili, anche se da applicare in modo differenziato a seconda della coltura. Tra le tecniche applicabili si ricordano: (1) l'utilizzo di funghi antagonisti e in generale di lotta biologica; (2) la solarizzazione per cui si applicano teli di plastica (anche biodegradabile) al fine di aumentare la temperatura del suolo in seguito all'irradiazione solare; (3) la biofumigazione che, oltre al sovescio di *brassicacee* o all'apporto di materiale proveniente da *brassicacee* di cui abbiamo parlato, prevede anche l'apporto di grandi quantità di sostanza organica che una volta bagnata mostra fenomeni di idrolisi e fermentazione con produzione di sostanze ad elevata attività biocida; (4) l'utilizzo di portainnesti resistenti che ha delle limitazioni derivanti dai costi elevati, ma che possono risultare fondamentali nella fase di ripristino della fertilità biologica di un suolo; (5) la sterilizzazione con vapore che però, se è vero che ha un basso impatto in termini di biodegradabilità e tossicità, non si può dire altrettanto in termini di consumi energetici e produzione di CO<sub>2</sub>, soprattutto se applicata nei mesi invernali.
- *ambito di filiera coinvolto: tecnico; fase di processo cui si riferisce l'opportunità: consumo*, nel florovivismo riscontra interesse la possibilità di utilizzare colture

miglioratrici in grado di ripristinare un buon livello di fertilità e conseguentemente di limitare il successivo uso di trattamenti fitosanitari di difesa.

#### ***8. Individuazione delle ipotesi strategiche attuabili per ciascuna filiera in relazione ai diversi scenari***

L'individuazione delle ipotesi strategiche attuabili per ciascuna filiera in relazione ai diversi scenari rappresenta l'ultima fase di analisi delle filiere non-food ed ha lo scopo, come precisa il titolo stesso, di individuare le ipotesi strategiche (proposte nel paragrafo precedente relativo all'analisi dei vincoli e delle opportunità) effettivamente attuabili in funzione del verificarsi di un determinato scenario.

L'analisi è stata condotta valutando le strategie, filiera per filiera, in maniera da evidenziare singolarmente gli interventi attuabili e renderli più facilmente applicabili mediante provvedimenti attuativi da parte dei vari soggetti preposti (enti pubblici, istituti di ricerca, operatori di filiera, ecc.). Nell'ambito della valutazione verranno indicate le linee strategiche da perseguire nell'ipotesi in cui si verifichi il trend attuale (Scenario 1), un trend con maggiori possibilità di sviluppo per la filiera in oggetto (Scenario 2) ed uno con minori possibilità di sviluppo (Scenario 3) (rif. Par. 6 "Analisi degli scenari").

Prima di partire con l'analisi delle strategie attuabili per singole filiere, si rende opportuno porre in evidenza un principio di linea di intervento strategico valido indistintamente per tutte le filiere studiate. Nel momento in cui si realizzassero le ipotesi dello Scenario 2, le strategie da attuare coinciderebbero con le ipotesi strategiche nel loro complesso, tenendo presente che andrebbe comunque rispettato un determinato ordine di attuazione, con riferimento al punteggio che è stato attribuito a ciascuna ipotesi strategica, in base ai criteri di Sensibilità e Incidenza (vedi Par. 5 step 4 della metodologia). Nella pratica, quindi, tenendo conto delle risorse disponibili, i primi passi da condurre sarebbero quelli in direzione dell'attuazione delle strategie con il punteggio più alto (pari a 5) e via via quelle con il punteggio più basso (4,5; 4; 3,5; 3; ecc.).

Nell'ipotesi in cui si dovesse verificare lo Scenario 3, che presuppone la possibilità di uno scarso o limitato sviluppo per la filiera indagata, sarebbe nuovamente opportuno valutare bene le risorse disponibili e considerare di attivare solo le strategie strettamente necessarie all'attivazione del settore indagato; questo come principio generale, a prescindere dalle singole filiere indagate.

Ai fini di una valutazione il più possibile oggettiva è fondamentale tenere presente che assai difficilmente potranno verificarsi contemporaneamente tutte le ipotesi previste da uno scenario. Con il termine "realizzazione" di un determinato scenario vogliamo considerare il caso in cui si verifichino la maggior parte delle condizioni considerate.

Occorre, inoltre, tener presente che esiste una categoria di variabili di scenario particolarmente importanti, per le quali, il loro realizzarsi, nell'ambito dello Scenario 2 (quello che permette maggiori possibilità di sviluppo per la filiera), sarebbe in grado di

condizionare fortemente lo sviluppo di tutte le filiere senza distinzioni. Ci riferiamo, nello specifico, all'andamento del prezzo del petrolio che fino a questo momento, dati i suoi livelli particolarmente elevati (negli ultimi tempi ha raggiunto livelli fino a 70 dollari al barile), ha favorito in maniera particolare l'attivazione di numerose filiere non-food, in special modo quella dei biocombustibili, delle biomasse da energia, dei biolubrificanti e dei biopolimeri, ma che nel complesso ha influito su tutto l'andamento del settore. La ratifica del Protocollo di Kyoto da parte dei principali Paesi produttori di gas serra ha rappresentato un'altra variabile di scenario trainante, così come la possibilità di poter estendere la coltivazione delle colture non-food anche sui terreni non riservati a set-aside a seguito della nuova Riforma della PAC.

In aggiunta a questo, è opportuno considerare che ciascuna filiera presenta delle peculiarità, per cui in alcuni casi è sufficiente il realizzarsi di un singolo aspetto o di alcuni di essi, sempre relativamente allo Scenario 2, perché si inneschi un meccanismo per cui può risultare positiva l'attuazione di gran parte delle ipotesi strategiche. Ci riferiamo, ad esempio, nell'ambito della filiera delle fibre vegetali alla possibilità di ottenere un alleggerimento a livello burocratico mediante l'introduzione di un riconoscimento legale della canapa da fibra a livello nazionale che al momento rappresenta una delle maggiori problematiche, in grado in molti casi di condizionare fortemente la sua coltivazione; o ancora nella filiera biocombustibili il ripristino del quantitativo defiscalizzato di biodiesel al livello degli anni passati o ad un livello superiore (300.000 t ed oltre) con l'approvazione della nuova finanziaria. Lo stesso accadrebbe nell'ambito della filiera dei biolubrificanti nel caso in cui i nonilfenoli venissero sostituiti con tensioattivi a basso impatto ambientale, biodegradabili che ben si adattano all'utilizzo combinato con i biolubrificanti stessi, per cui la filiera riceverebbe un notevole impulso, così come se nel campo dei biopolimeri avessero un adeguato sviluppo le normative volte alla limitazione di materiali organici persistenti (POP).

L'analisi relativa alle singole filiere verrà concentrata sugli sviluppi che potrebbero essere determinati dal realizzarsi dello Scenario 1, il quale, rispecchiando il trend attuale degli eventi, risulta attualmente quello con maggiori probabilità di avverarsi. Per ciascuna filiera verranno indicate le principali strategie che si renderebbe opportuno attuare in questo frangente da parte dei rispettivi soggetti preposti (istituzioni scientifiche e di ricerca, istituzioni politico-amministrative, soggetti che operano direttamente nella filiera) e in considerazione delle categorie merceologiche che andranno ad interessare gli interventi strategici considerati (entrambi, soggetti e categorie merceologiche, sono indicati negli schemi delle ipotesi strategiche elaborati mediante l'analisi dei vincoli-opportunità). Le strategie saranno indicate suddividendole nei vari ambiti applicativi considerati: Politico/Normativo, Economico, Ambientale/Biologico, Tecnico/Tecnologico e Sociale.

Di seguito sono riportati gli schemi sintetici dell'analisi, messi a punto per ciascuna filiera produttiva.



<b>Strategie attuative filiera colture dedicate da energia</b>	
<i>A livello Politico/Normativo</i>	sono auspicabili interventi volti, in primo luogo, alla promozione di azioni coordinate di intervento sul settore, promuovendo delle linee prioritarie di intervento comuni tra le pubbliche amministrazioni, i soggetti imprenditoriali e le istituzioni scientifiche. Questo permetterebbe di riuscire ad orientare la ricerca per gli anni a venire in maniera concordata, così come le azioni a livello politico e normativo senza sprechi di tempo e risorse. Si rende auspicabile partire dalle esigenze degli operatori della filiera per capire le dinamiche in atto e poter intervenire tempestivamente, in maniera efficiente ed efficace. A tal proposito, risulta di fondamentale importanza la promozione di tavoli di concertazione, nonché di accordi quadro di filiera tra gli operatori, in modo da passare dalla fase di sperimentazione a quella di avvio di progetti pilota. Altro ambito di intervento di assoluta rilevanza risulta essere la disciplina delle politiche di marchio e certificazione a garanzia della tracciabilità dei prodotti, e l'adeguamento dell'assetto normativo rispetto alle politiche di settore.
<i>A livello Economico</i>	occorre attivarsi al fine di aumentare la competitività delle imprese italiane nei confronti di quelle comunitarie ed extracomunitarie, attraverso azioni dirette e una serie di azioni indirette che possono comunque avere una ricaduta su questo fattore strategico. Ci riferiamo alla promozione della vendita diretta di energia da parte delle aziende, alla promozione dei vantaggi economici legati all'acquisto di titoli commerciali ambientali, o meglio, alla promozione del teleriscaldamento da biomassa nell'ambito dei certificati bianchi ed alla produzione di energia da biomassa nell'ambito dei certificati verdi. Altro intervento che sta alla base del funzionamento ottimale della filiera a livello nazionale è quello di riuscire a garantire un sufficiente grado di reperibilità della biomassa a livello regionale e comprensoriale ed alla promozione di accordi interprofessionali sul prezzo della biomassa dal produttore primario all'utilizzatore finale.
<i>A livello Ambientale/Biologico</i>	occorre in primo luogo incentivare la concentrazione della produzione di biomassa in areali circoscritti e ad alta vocazione in modo da ridurre i consumi energetici legati al trasporto e garantire pratiche colturali a ridotto impatto ambientale. Occorre poi valutare, dal lato della ricerca scientifica, una serie di aspetti legati al ruolo multifunzionale delle colture da biomassa (fitodepurazione, frangivento, frangirumore, ricarica delle falde acquifere, creazione habitat per la selvaggina, mantenimento del paesaggio e della biodiversità), alla riduzione del prelievo idrico ed alla conservazione dei suoli.
<i>A livello Tecnico/Tecnologico</i>	risulta fondamentale lavorare per aumentare l'efficienza dei processi (ottimizzare il processo di recupero del calore nella produzione di energia elettrica, aumentare l'efficienza dei rendimenti della generazione elettrica da biomassa e l'efficienza della combustione della biomassa con altri combustibili). Ancora prima, è importante acquisire un adeguato quadro conoscitivo delle prestazioni delle diverse tipologie di biomassa per la produzione di energia e delle caratteristiche varietali delle colture dedicate. L'altro aspetto significativo è quello di garantire una sufficiente diffusione di progetti dimostrativi rappresentativi del livello di conoscenza tecnico-tecnologica acquisita.
<i>A livello sociale</i>	occorre essenzialmente favorire il coordinamento tra i soggetti coinvolti (organizzazioni di categoria, enti territoriali, associazioni ambientaliste, associazioni consumatori, ecc.) nel sostegno della produzione di energia da biomassa e promuovere azioni per sensibilizzare gli operatori economici ed i consumatori nei confronti dei temi energetici.

### *Strategie attuative filiera coloranti naturali*

<i>A livello Politico/Normativo</i>	è estremamente importante la definizione di politiche di marchio e tracciabilità dei coloranti naturali per garantire il prodotto al consumatore e determinare un valore aggiunto sul mercato valorizzando le produzioni di nicchia. In conseguenza a questo, occorre definire delle politiche di promozione dei settori in cui viene fatto uso di coloranti naturali, quali il tessile biologico, la bioedilizia, ecc., nonché i disciplinari di produzione nell'ambito degli stessi. Occorre, inoltre, avviare iniziative politiche sul piano della formazione e comunicazione per promuovere la conoscenza dei coloranti naturali e dei loro settori di impiego, così come l'implementazione di programmi di sostituzione dei coloranti pericolosi (cancerogeni, tossici, ecc.) per la salute dell'uomo. Ai fini dell'attivazione di una filiera stabile a livello regionale, è necessario istituire dei tavoli di concertazione composti dagli attori principali della filiera stessa, al fine di giungere alla definizione condivisa delle politiche di medio-lungo termine ed alla stipula di accordi quadro per favorire l'implementazione di progetti pilota e quindi di realtà applicative concrete.
<i>A livello Economico</i>	si rende auspicabile la definizione di iniziative a sostegno della competitività delle produzioni regionali/nazionali di coloranti naturali nei confronti di quelle estere-extracomunitarie, tra le quali sarebbe di notevole auspicio la stipula di accordi tra industriali e agricoltori, con lo scopo di garantire la continuità e la qualità delle forniture per i primi ed i prezzi di ritiro per i secondi. Risulta, inoltre, necessaria l'acquisizione di un dettagliato quadro conoscitivo relativamente alla reale quantificazione delle potenzialità di mercato dei coloranti naturali e del relativo posizionamento dei prodotti. Per quanto riguarda le realtà della filiera già attive ed operanti sul territorio regionale, occorre definire delle strategie per la loro valorizzazione e supporto, anche nei confronti di PMI che mostrano interesse a voler far parte della filiera produttiva o ad utilizzare coloranti naturali.
<i>A livello Ambientale/Biologico</i>	occorre definire le linee prioritarie di intervento per valorizzare le caratteristiche agro-ambientali delle colture da coloranti naturali, quali l'adattabilità a tecniche di coltivazione a basso impatto ambientale e biologiche, le scarse esigenze idriche, la coltivazione di colture no-GM, la possibilità di diversificare le produzioni agricole anche in relazione al contenimento dei processi di abbandono delle aree meno competitive per le produzioni tradizionali.
<i>A livello Tecnico/Tecnologico</i>	gli interventi di maggior rilievo da portare avanti a livello agricolo riguardano la messa a punto di varietà colturali caratterizzate da elevata produzione, da alto contenuto di coloranti naturali, da rese stabili ed adatte ai diversi ambienti di produzione, la garanzia di avere a disposizione materiale di propagazione sufficiente alle richieste sperimentali e di mercato e lo sviluppo di sistemi di meccanizzazione che coprano le varie esigenze colturali. A livello delle altre fasi della filiera occorre sviluppare tecnologie ed impianti per il miglioramento della resa dei pigmenti coloranti ed ottimizzare i parametri operativi industriali per la tintura con coloranti naturali rispetto a quelli di sintesi, anche allo scopo di sviluppare tecniche di tintura naturale a scala industriale.
<i>A livello Sociale</i>	occorre intraprendere un'azione informativa nei confronti dei consumatori per sensibilizzarli sui benefici derivanti dai coloranti naturali (riduzione dei rischi allergenici, delle dermatiti da contatto, ecc.) ed allo stesso tempo promuovere iniziative presso gli operatori, sia a livello di formazione tecnica che di riduzione del rischio durante l'attività lavorativa.

<b>Strategie attuative filiera fibre vegetali</b>	
<i>A livello Politico/Normativo</i>	sono auspicabili interventi volti alla promozione di politiche volte a riconoscere e incentivare processi produttivi a basso impatto ambientale, la tutela dell'ambiente e del territorio e la salute dei consumatori, all'organizzazione di tavoli interprofessionali ed alla stipula di accordi quadro di filiera con lo scopo di passare all'attivazione di progetti pilota uscendo dalla fase di sperimentazione. Altro aspetto fondamentale è rappresentato dalla cura dell'adeguamento normativo in conformità alle politiche di promozione della filiera e l'attivazione di interventi da parte della Regione volti al riconoscimento dei benefici prodotti dall'attivazione della filiera stessa.
<i>A livello Economico</i>	analogamente ad altre filiere, risulta fondamentale aumentare la competitività delle produzioni regionali e nazionali rispetto a quelle comunitarie del extracomunitarie, mediante vari sistemi tra cui la valorizzazione di prodotti e co-prodotti di alta qualità posizionabili su mercati di nicchia ad alto valore aggiunto, la disciplina dell'acquisto di fibre da Paesi in cui non vengono rispettati vincoli di carattere ambientale, la garanzia di reperibilità delle produzioni sul territorio (regionale e nazionale) e di uno sbocco stabile sul mercato. Altri aspetti di primaria importanza sono rappresentati dalla definizione di disciplinari di produzione/estrazione e di marchio in grado di attestare la tracciabilità del prodotto e dalla garanzia di un adeguato livello di redditività delle colture da fibra, con particolare riferimento alla prima trasformazione (macerazione, stigliatura).
<i>A livello Ambientale/Biologico</i>	sono auspicabili interventi volti alla valorizzazione: della presenza di ampie superfici vocate alle colture da fibra, del contributo di queste colture nelle aree a rischio di abbandono (meno competitive per le produzioni convenzionali), delle possibilità di diversificazione colturale con effetto positivo sull'agro-biodiversità e delle caratteristiche della coltura, scarsamente esigente dal punto di vista agronomico e miglioratrice della fertilità del terreno.
<i>A livello Tecnico/Tecnologico</i>	è di primaria importanza attuare strategie volte a rendere disponibili macchine per la raccolta e impianti di trasformazione primaria (macerazione, stigliatura) sul territorio regionale, efficienti e in grado di garantire la qualità del prodotto. Occorre poi ottimizzare la fitotecnica in relazione a specifiche situazioni colturali, valorizzare la selezione di sementi certificate, caratterizzate da rese stabili e adatte ai diversi ambienti di coltivazione. A livello impiantistico e di processo è auspicabile l'ottimizzazione dei parametri operativi industriali per la tessitura di fibre vegetali innovative (canapa, kenaf) mediante adattamenti della filiera del lino, mentre a livello di percorsi di sperimentazione è di primaria importanza attivare l'utilizzo delle fibre in comparti alternativi al tessile.
<i>A livello sociale</i>	è di primaria necessità attivare percorsi di formazione-informazione che rendano visibile l'intero processo produttivo presso gli operatori della filiera e in contemporanea, azioni volte alla preparazione tecnico-organizzativa degli imprenditori agricoli e iniziative rivolte ai consumatori finali.

**Strategie attuative filiera biocombustibili**

<i>A livello Politico/Normativo</i>	le strategie da attuare, anche in questo caso, come nella gran parte delle filiere, riguardano la promozione di tavoli interprofessionali di concertazione, al fine di trovare accordi tra gli operatori e giungere auspicabilmente alla stipula di accordi quadro di filiera, mediante la definizione dei prezzi, delle quantità, degli standard qualitativi. Altri aspetti fondamentali da portare avanti sono l'adeguamento normativo, con particolare riferimento al riconoscimento dell'olio tal quale come combustibile per autotrazione ed al riposizionamento della quota defiscalizzata di biodiesel sui valori degli anni scorsi (almeno 300.000 t), da considerare poi la definizione di disciplinari che identifichino le caratteristiche merceologiche dei biocarburanti commercializzati.
<i>A livello Economico</i>	risulta importante, per l'avvio di progetti pilota, l'acquisizione di un quadro conoscitivo sul livello di redditività ottenibile dai vari operatori della filiera per areali rappresentativi della realtà regionale e puntare sull'abbattimento dei costi promuovendo l'attivazione della filiera in ambito regionale valutando il potenziale produttivo a livello agricolo. Occorre poi acquisire informazioni sulle potenzialità di mercato dei biocarburanti valutando i possibili canali di diffusione e quantificare l'andamento dei prezzi delle varie categorie merceologiche. E' fondamentale, inoltre, valutare le possibili implicazioni socio-economiche legate alla possibilità di esclusione della fase agricola dalla filiera, a causa della possibilità di importazione diretta della granella e/o dell'olio dai mercati esteri.
<i>A livello Ambientale/Biologico</i>	vanno perseguite strategie volte ad acquisire informazioni sul livello di biodegradabilità dei prodotti utilizzati nei processi industriali e sulla possibilità di smaltimento dei prodotti esausti, a valutare i bilanci ambientali (energetico, di carbonio, delle emissioni di gas serra) per tipologie di filiere differenziate e per areali rappresentativi del territorio regionale. Vanno poi promosse iniziative per diffondere l'utilizzo dei biocarburanti in area sensibili dal punto di vista ambientale valorizzando gli effetti positivi sull'ambiente determinati dal loro utilizzo. E' opportuno inoltre definire pratiche per valorizzare le caratteristiche agro-ambientali delle specie utili alla produzione di biocarburanti che determinerebbero vantaggi ambientali non indifferenti e la coltivazione di colture tipiche del territorio regionale (es. girasole, colza).
<i>A livello Tecnico/Tecnologico</i>	sono auspicabili interventi relativi alla conduzione di sperimentazioni per la valorizzazione delle potenzialità di utilizzo dei biocombustibili per l'utilizzo nelle flotte dei mezzi pubblici urbani in ambito regionale e per la messa a punto delle tecnologie necessarie per l'utilizzo diretto dell'olio grezzo da destinare alla produzione di calore e/o energia elettrica. Valorizzare le sperimentazioni per la produzione di bioetanolo da scarti di produzione agricola (es. vinacce), per la messa a punto di oli più idonei alla produzione di biodiesel (più lubrificanti) e per migliorare le tecnologie motoristiche per aumentare l'efficienza dei biocarburanti per autotrazione.
<i>A livello sociale</i>	si rende auspicabile far conoscere all'opinione pubblica i benefici ambientali e salutistici derivanti dall'utilizzo dei biocarburanti in sostituzione del gasolio di origine fossile, promuovere l'informazione dei consumatori sugli utilizzi e le caratteristiche dei biocarburanti commercializzati (es. attuale vendita del biodiesel in miscela con il gasolio tradizionale).

<b>Strategie attuative filiera biolubrificanti</b>	
<i>A livello Politico/Normativo</i>	sono necessari interventi volti all'istituzione di tavoli di concertazione a livello regionale, composti dagli attori principali della filiera, per la definizione di politiche di medio-lungo periodo, alla promozione di iniziative per garantire un grado di presenza a livello regionale di soggetti e competenze per l'avvio di progetti pilota già organizzati a livello di filiera. Risulta di primaria importanza l'implementazione di programmi di sostituzione dei lubrificanti impattanti sulla salute umana e sull'ambiente con biolubrificanti e l'avvio di iniziative volte a promuovere la conoscenza dei biolubrificanti sul piano della comunicazione e della formazione.
<i>A livello Economico</i>	occorre applicare interventi volti alla definizione di iniziative a sostegno della competitività delle produzioni regionali rispetto a quelle estere ed extraeuropee e della competitività dei biolubrificanti rispetto ai lubrificanti convenzionali. Vanno, inoltre, applicate strategie per garantire agli industriali la continuità e la qualità delle forniture ed agli agricoltori i prezzi di ritiro della materia prima. E' necessaria poi la promozione, sia a livello di impresa che di distretto industriale, dell'applicazione di Certificazioni e RegISTRAZIONI ambientali volontarie (ISO 14001 e EMAS) e marchi ecologici di prodotto (Ecolabel, ecc.) ai cui requisiti sono conformi i biolubrificanti e la definizione di piani di valorizzazione dei sottoprodotti (farine, pannello proteico) che consentano di aprire un mercato anche per questi prodotti.
<i>A livello Ambientale/Biologico</i>	risulta fondamentale definire le linee prioritarie di intervento per valorizzare le caratteristiche agro-ambientali delle colture preposte alla coltivazione dei biolubrificanti (scarse esigenze idriche, adattabilità a tecniche di coltivazione low-input e biologiche, utilizzo di colture no-GM) e promuovere la coltivazione di colture tipiche del territorio, anche al fine del contenimento dei processi di abbandono delle aree meno competitive a cui queste colture si potrebbero ben adattare. Occorre, inoltre, avviare dei percorsi di valorizzazione delle produzioni industriali biodegradabili e a basso impatto ambientale come è il caso dei biolubrificanti, in maniera particolare nei settori di applicazione dove è stato bandito l'utilizzo dei nonilfenoli e in quegli areali in cui gli impianti di depurazione delle acque hanno difficoltà a mantenere standard qualitativi al di sotto dei limiti di legge.
<i>A livello Tecnico/Tecnologico</i>	sono auspicabili essenzialmente interventi volti alla conduzione di attività di sperimentazione per ottimizzare i parametri operativi a livello industriale e per l'utilizzo dei biolubrificanti in comparti diversificati per i quali è fondamentale la messa a punto di formulati diversi in relazione ai diversi impieghi industriali.
<i>A livello sociale</i>	risulta di primaria importanza avviare iniziative di sensibilizzazione dell'opinione pubblica relativamente al positivo effetto ambientale provocato dai processi produttivi coinvolti nella filiera e del loro esito sulla vivibilità del territorio e sulla salubrità dell'ambiente di lavoro e campagne informative per i consumatori in merito ai benefici derivanti dall'utilizzo dei biolubrificanti (es.: eliminano i rischi di allergie e tossicità). Occorre poi puntare alla creazione di una nuova immagine sociale dei distretti industriali e del conseguente indotto produttivo. Rispetto agli operatori del settore, è necessario aumentare il grado di visibilità dell'intero processo produttivo ed il loro livello di consapevolezza, mediante l'organizzazione di corsi di formazione tecnica (tecniche colturali, tecniche di estrazione, di trasformazione, ecc.).

### *Strategie attuative filiera biopolimeri*

<p><i>A livello Politico/Normativo</i></p>	<p>si rendono auspicabili interventi volti ad avviare iniziative per la promozione e la conoscenza dei biopolimeri e politiche indirizzate alla valorizzazione di processi produttivi a basso impatto per l'ambiente, il territorio e la salute dei consumatori. Altri aspetti fondamentali sono rappresentati dalla definizione di politiche di marchio e tracciabilità dei biopolimeri per una maggiore garanzia del prodotto e per il trattenimento del valore aggiunto sul territorio di produzione e dall'applicazione di forme di divieto di commercializzazione di materiali non biodegradabili, nel caso che ne esistano di sostitutivi tra i biopolimeri, nonché la loro diffusione mediante canali preferenziali: settore alimentare e della ristorazione, settore sanitario-ospedaliero, settore dei rifiuti e del compostaggio, bioedilizia. A livello di filiera occorre istituire tavoli di concertazione tra gli operatori per garantire la presenza dei soggetti e le competenze a livello regionale per l'avvio di progetti pilota, per la definizione delle politiche di medio-lungo termine e per la stipula di accordi quadro di filiera.</p>
<p><i>A livello Economico</i></p>	<p>l'aspetto peculiare da curare nell'ambito degli interventi da programmare è l'aumento della competitività delle produzioni agricole regionali/nazionali rispetto a quelle estere-extraeuropee, dato che al momento la produzione dei biopolimeri avviene esclusivamente da materia prima non prodotta in Italia, per cui occorre puntare sulla valorizzazione della fase agricola della filiera. In conseguenza a questo, è necessario promuovere tavoli interprofessionali per garantire agli industriali la continuità e la qualità delle forniture ed agli agricoltori i prezzi di ritiro della materia prima ed al livello agricolo, avviare delle iniziative per la valorizzazione delle aree vocate in ambito regionale e nazionale per la coltivazione di amidacee dedicate. Occorre poi promuovere iniziative per il raggiungimento di economie di scala, sia a livello agricolo che industriale, per la riduzione del costo finale del prodotto. Per andare in questa direzione è possibile promuovere una serie di interventi volti, ad esempio, alla defiscalizzazione degli imballaggi di origine vegetale, alla valorizzazione dei co-prodotti ottenuti a fine filiera (es. compost), alla penetrazione delle produzioni in mercati ad alto valore aggiunto (teli pacciamanti e solarizzanti, cosmesi, superassorbenti, ecc.).</p>
<p><i>A livello Ambientale/Biologico</i></p>	<p>vanno impostate strategie volte alla valorizzazione della biodegradabilità dei prodotti utilizzati, della smaltibilità dei prodotti esausti, della riduzione dell'inquinamento atmosferico da incenerimento (diossine), per la riduzione del livello di inquinamento da CO<sub>2</sub> rispetto a quello ottenuto con la produzione di plastiche convenzionali. Sul piano della ricerca scientifica è importante valutare le ripercussioni sul piano ambientale ed agroecosistemico correlati all'esclusione della fase agricola dovuta all'attuale importazione delle materie prime.</p>
<p><i>A livello Tecnico/Tecnologico</i></p>	<p>risulta di primaria importanza lo sviluppo di sperimentazioni volte all'attivazione di impianti di compostaggio per biopolimeri che permettano di far partire il mercato del compost di qualità. Va inoltre affrontato lo studio di tecnologie in grado di utilizzare additivi di origine naturale (plasticizzanti, impermeabilizzanti, ecc.) nel processo produttivo dei biopolimeri.</p>
<p><i>A livello sociale</i></p>	<p>occorre avviare campagne di sensibilizzazione dell'opinione pubblica riguardo ai benefici effetti ambientali derivanti dall'utilizzo dei biopolimeri ed avviare iniziative di coinvolgimento di "consumatori critici" nell'acquisto di prodotti in cui viene fatto uso di biopolimeri (es. ortofrutta biologica) o che sono realizzati con questi materiali (es. stoviglie usa e getta). E' necessario, inoltre, avviare delle iniziative di formazione tecnica per gli operatori di filiera, anche per aumentare il loro grado di consapevolezza e visibilità dell'intero processo produttivo.</p>

<b>Strategie attuative filiera fitofarmaci di origine vegetale</b>	
<i>A livello Politico/Normativo</i>	è auspicabile l'avvio di politiche volte a disciplinare e promuovere processi produttivi a basso impatto per l'ambiente, il territorio e la salute dei consumatori e iniziative per garantire un grado di presenza a livello regionale di soggetti e competenze per l'avvio di progetti pilota e per la stipula di accordi quadro di filiera. Occorre implementare programmi di sostituzione dei fitofarmaci di sintesi con quelli di origine vegetale ed istituire delle procedure preferenziali per la registrazione dei prodotti di origine vegetale.
<i>A livello Economico</i>	è fondamentale puntare sulla messa a punto di fitofarmaci di origine vegetale in grado di fornire un'alternativa economicamente compatibile con i fitofarmaci di sintesi e promuovere iniziative per il raggiungimento di economie di scala, sia a livello agricolo che industriale, per la riduzione del costo finale del prodotto.
<i>A livello Ambientale/Biologico</i>	occorre definire linee prioritarie di intervento per valorizzare le caratteristiche agro-ambientali, quali il miglioramento della fertilità dei suoli mediante la coltivazione di colture da sovescio nell'avvicendamento delle colture, la biodegradabilità, l'ipotossicità, l'aumento della biodiversità dell'agro-ecosistema, la mancanza di effetti relativamente all'inquinamento da CO <sub>2</sub> . Risulta, inoltre, necessario promuovere iniziative di diffusione dei fitofarmaci di origine vegetale per colture protette e mediante canali preferenziali specifici (parchi naturali, aree protette, ecc.), ai fini di una riduzione significativa dell'impatto ambientale, così come nell'ambito dei processi tradizionali di fumigazione.
<i>A livello Tecnico/Tecnologico</i>	le strategie da attuare si identificano nella definizione di linee prioritarie di intervento per la valorizzazione delle caratteristiche agro-tecniche, come, ad esempio, l'accorciamento della rotazione colturale limitando il consueto aumento di patogeni nel terreno. E' necessario, in ogni caso, puntare alla messa a punto di tecniche colturali meno impattanti nei vari ambienti di coltivazione, in relazione all'utilizzo dei fitofarmaci di origine vegetale ed è fondamentale la conduzione di sperimentazioni per la messa a punto di ulteriori alternative vegetali.
<i>A livello sociale</i>	risultano di primaria importanza azioni rivolte agli operatori della filiera, nei termini di far conoscere la diminuzione del rischio per coloro che operano nell'ambito delle filiere collegate ai fitofarmaci sintetici e nei termini di iniziative di formazione tecnica ai vari livelli della filiera produttiva. Sono necessarie, inoltre, azioni informative nei confronti dei consumatori in merito ai benefici derivanti dell'acquisto di prodotti coltivati con l'utilizzo di fitofarmaci di origine vegetale.

Dall'analisi delle strategie attuabili per ciascuna filiera emerge come le strategie necessarie a favorire lo sviluppo dei vari settori del non-food mostrino una serie di aspetti in comune. Questo risulta un fattore importante per l'avvio delle azioni e delle iniziative proposte, le quali potrebbero essere impostate in un'ottica di visione collettiva della problematica dello sviluppo del non-food, per poi differenziarsi in relazione alle peculiarità registrate nelle singole filiere.

Tra questi aspetti possiamo ricordare:

tavoli di concertazione tra gli operatori della filiera per l'impostazione delle politiche di medio-lungo periodo, per la stipula di accordi quadro di filiera e per garantire la presenza a livello regionale di tutti i soggetti essenziali per l'attivazione di progetti pilota.

aumentare la competitività delle produzioni locali tramite politiche di marchio e certificazione a garanzia della tracciabilità e della riconoscibilità dei prodotti e a livello agricolo la valorizzazione e la promozione di iniziative per la diffusione delle produzioni

caratteristiche del territorio regionale che mostrano una serie di caratteristiche agro-ambientali particolarmente favorevoli.

azioni di informazione e comunicazione nei confronti sia dell'opinione pubblica che verso gli operatori del settore per mostrare i benefici ambientali e salutistici legati alla loro produzione e utilizzo.

## ***9. Sviluppo delle linee di intervento: orientamento della ricerca, delle iniziative politico-istituzionali e dei soggetti portatori di interesse***

### *9.1 Uno scenario favorevole: percezione dei cambiamenti climatici e prezzi del petrolio*

La prima considerazione riguarda le grandi variabili dello scenario globale destinate ad avere un'influenza decisiva sullo sviluppo del mercato delle materie prime rinnovabili. In generale, questo scenario risulta decisamente favorevole allo sviluppo del non-food. Ci riferiamo in particolare alla riforma della Politica Agricola Comunitaria - che col principio del disaccoppiamento per la prima volta consente un confronto reale della redditività delle produzioni non-food con quelle alimentari - alla percezione dei cambiamenti climatici e all'aumento dei prezzi del petrolio.

Questi ultimi due fenomeni in particolare hanno avuto un'accelerazione impressionante nel 2005. Gli effetti catastrofici dell'uragano Rita e altri eventi, quali la siccità che ha colpito a fine estate ampie zone dell'Amazzonia, contribuiscono a una presa di coscienza diffusa del problema. Ultimo segnale è stata la Conferenza di Nairobi a fine ottobre sull'effetto dei cambiamenti del clima sui laghi, con le testimonianze delle foto da satellite, comparate negli anni, della velocità di prosciugamento di numerose aree lacustri.

E' importante sottolineare il carattere difficilmente reversibile dei due trend, almeno nel medio periodo. Un eventuale andamento incrementale dei due trend, come avvenuto negli ultimi due anni, può modificare molto più rapidamente del previsto gli orientamenti della politica e dei mercati.

In questa evoluzione di orientamenti l'agricoltura non-food - con l'offerta di materie prime "rinnovabili" e di cicli virtuosi del carbonio - può avere un peso sicuramente crescente. Soprattutto se venissero riconosciute, all'agricoltura sostenibile e ai prodotti industriali derivati dall'agricoltura, le riduzioni in termini di CO<sub>2</sub> prodotta e il conseguente "commercio di emissioni" secondo quanto stabilito dal protocollo di Kyoto. Queste colture di solito richiedono un basso input nella fase agricola e perciò si inseriscono bene in una agricoltura sostenibile. I prodotti ottenuti, essendo di origine vegetale, sono generalmente apprezzati da una fascia sempre più larga di consumatori che tende a privilegiare, e a volte anche a pagare di più, prodotti ritenuti amici dell'ambiente.

Come ha dimostrato l'analisi di scenario precedente, tutte le filiere considerate nel presente progetto, se pur a diversi livelli di maturità commerciale, presentano buone opportunità di sviluppo.



### 9.2 Il vincolo dei prezzi di mercato

Ma questo scenario favorevole non implica garanzie di sviluppo per le colture non-food della Toscana. Già oggi nell'attuale sviluppo delle filiere industriali del non-food a livello internazionale un fattore determinante infatti è il prezzo delle materie prime agricole, che i trasformatori tendono ad acquistare laddove risultano più convenienti. E' quanto avviene nei settori ad esempio nelle filiere dell'agrienergia e dei biopolimeri. E il fattore prezzo, già acuito dalla competizione delle materie prime agricole con i prodotti di origine petrolchimica, diventa prevalente quando la materia prima è una *commodity* derivabile da diverse colture con prestazioni comparabili: oli per uso energetico, amidi e zuccheri, fibre tecniche. Trattandosi oltretutto di materie prime a uso non alimentare, la qualità e la tracciabilità non appaiono fattori così stringenti per le politiche agricole nazionali e comunitarie (classica l'opinione che gli Ogm nel settore non-food possano essere più accettabili)

Riguardo alle grandi *commodities* (cereali, zucchero, ecc.), difficilmente la Toscana riuscirà a risultare competitiva con Paesi le cui agricolture sono molto ben strutturate, con grandi aziende, disponibilità di professionalità e servizi (ad es. USA, Canada, ecc.), o con Paesi in via di sviluppo dove la manodopera costa poco (ad es. India, Cina, ecc.). Potrà invece con buona probabilità competere su altre colture le cui produzioni sono difficilmente trasportabili da un punto di vista dei costi, per grande volume, basso peso specifico o comunque altre caratteristiche peculiari che complessivamente consigliano, o meglio impongono, una prima trasformazione in loco, a volte in grado di conferire un soddisfacente valore aggiunto.

### 9.3 Orientamenti nelle colture e nelle politiche del non-food in Toscana

Negli orientamenti delle politiche del non-food in Toscana diventano quindi decisivi, più che le variabili generali di scenario, gli altri fattori condizionanti analizzati. In particolare, due condizioni risultano essere preliminari negli orientamenti colturali dei prossimi anni:

- l'esistenza di *filiera integrate commercialmente valide* o quantomeno la possibilità di attivarle nel medio periodo. Significa privilegiare settori in cui il comparto toscano, senza soverchi ostacoli tecnici o economici, sia in grado potenzialmente di esprimere i principali segmenti di filiera – dalla produzione all'impiego industriale alla ricerca – perché questa è la condizione per attivare accordi e catene di prezzi remunerativi per l'agricoltura e per innescare circoli dinamici di innovazione. L'obiettivo dovrebbe essere la creazione di veri e propri "distretti agroindustriali" in Toscana, in grado di concentrare le principali competenze e fasi del ciclo e di favorire le economie di prossimità
- la possibilità di sviluppare *prodotti e processi dalle caratteristiche difficilmente replicabili*. In altri termini, scegliere segmenti di mercato in cui principale barriera all'entrata, più che il prezzo, è la qualità oppure la localizzazione (legame col territorio, sinergie con altre attività economiche - vedi caso dei coloranti) o ancora lo sviluppo di coprodotti innovativi. Questa è la sola condizione – a parte le considerazioni sulle

esternalità ambientali positive - per giustificare costi agricoli più elevati rispetto ai mercati internazionali.

I progetti-pilota regionali sulle specifiche filiere dovrebbero esplorare queste due condizioni, assieme a un'analisi attenta della catena del valore per l'intera filiera, e favorirne lo sviluppo. Sulla base di queste condizioni, emerse dalle considerazioni analitiche effettuate nei paragrafi precedenti e dalle testimonianze espresse dai portatori di interesse nei tavoli di filiera, presentiamo un quadro sintetico dei temi di maggior rilevanza a nostro parere per le politiche istituzionali e di ricerca nei settori non-food nei prossimi anni in Toscana. Ovviamente si tratta di proposte per il breve-medio termine, ossia per produzioni e filiere che possano offrire risultati concreti nell'arco dei prossimi 3-5 anni.

Trattandosi di orientamenti rivolti innanzitutto al mondo dell'agricoltura, le indicazioni sono impostate *sulla base delle scelte colturali*, più che della specifica destinazione finale, dal momento che quasi tutte le colture considerate in questo studio possono potenzialmente offrire una gamma più o meno ampia di destinazioni d'uso (e viceversa, per ogni destinazione finale esiste una varietà di materie prime vegetali potenzialmente concorrenti delle colture toscane).

### *Oleaginose*

E' il comparto senza dubbio più maturo per l'attivazione di filiere integrate commercialmente valide, con impianti già disponibili sul territorio regionale, e il più rilevante anche in termini quantitativi, a partire dal settore energetico, in grande effervescenza in quanto direttamente collegato all'aumento dei prezzi del petrolio. Lo sviluppo delle oleaginose per usi non-food in Toscana può coinvolgere – oltre alle tradizionali colture del girasole (normale e ad alto oleico) e in misura minore del colza – altre Crucifere, in particolare specie di Brassicacee (es. *Brassica carinata*), sufficientemente conosciute sotto il profilo agronomico, ma con settori di sviluppo ancora non esplorati. La promozione di queste specie nell'agricoltura toscana offrirebbe diversi vantaggi:

- si tratta di piante con olio ad alto contenuto di acido erucico, utilizzabili sia per la produzione energetica che per lubrificanti;
- il sottoprodotto, ossia la farina residua dall'estrazione dell'olio è utilizzabile per la produzione di concimi ad azione biocida naturale;
- sono colture invernali che offrono agli agricoltori un'alternativa alla monosuccessione colza/cereali e sembrano presentare, rispetto al colza, maggiore rusticità e resistenza ai principali parassiti e funghi patogeni (sperimentazioni del Centro Avanzi).

Da tener presente che già esistono in Toscana gli attori disponibili al ritiro di queste produzioni e già pronti alla commercializzazione dell'olio e dei pannelli residui.

La biomassa residua delle oleaginose potrebbe inoltre trovare impiego o per la produzione di biogas o (nel caso delle brassicacee) per sovescio per l'apporto di sostanza organica con una blanda azione ammendante del terreno.

Principali filiere ipotizzabili per le oleaginose:

1. *biodiesel* per trasporti pubblici locali (v. proposta di progetto-pilota regionale), mezzi da diporto in acque di pregio e riscaldamento di edifici urbani laddove il metano non è presente. La produzione di diestere si può basare indifferentemente sia su girasole che su colza e brassicacee;
2. *olio tal quale* per produzione combinata di elettricità/calore e o per autotrazione di mezzi agricoli (già in fase sperimentale in Germania, Austria e nella province di Padova e Firenze). La sperimentazione in forma associata di modalità di autoconsumo e di vendita a soggetti esterni sul territorio (grandi utenze o produttori di energia) dovrebbe avere come finalità prioritaria un'analisi attenta dei costi/benefici e la certificazione del prodotto. Il vantaggio economico potenziale per gli agricoltori può essere duplice: saltare la fase industriale del diestere e, nel caso di vendita, acquisire il valore aggiunto di un prodotto già trasformato (olio anziché granella);
3. *biolubrificanti*: è in questo settore in particolare che la combinazione di oli di girasole ad alto oleico con oli di brassicacee (ad alto erucico) permetterebbe di ampliare notevolmente la gamma di impiego dei lubrificanti vegetali, coinvolgendo in progetti pilota comparti importanti come l'industria tessile, conciaria, cartaria (settori in cui l'olio da girasole alto oleico ha già dato ottimi risultati), estrattiva (es. lapidei delle Apuane) e meccanica (per le cui applicazioni l'olio ad alto erucico si mostra particolarmente idoneo).

Orientamenti di ricerca per le oleaginose

*Fase agronomico-produttiva (comune tutte le applicazioni proposte):*

mentre la selezione varietale e le tecniche colturali del girasole alto oleico sono ormai sufficientemente studiate, di notevole interesse per quanto osservato in precedenza sarebbe la *sperimentazione in Toscana di nuove specie ad alto erucico* – della famiglia delle Brassicacee – valutandone l'adattabilità all'ambiente toscano, le tecniche colturali specifiche per le colture da energia, l'efficacia in rotazione con le colture tradizionali, nonché i costi colturali di specie che molto probabilmente possono offrire un'alternativa più economica del girasole alla produzione in Toscana di oli a uso energetico.

*Oli nel settore dei Biolubrificanti.*

- *Fase tecnologica* ottimizzare la preparazione degli oli, la loro formulazione e soprattutto l'utilizzo dei pannelli residui di estrazione. Si considera inoltre di grande interesse sul medio-lungo periodo esplorare nuove tecniche di disoleazione in grado di eliminare l'uso di solventi apolari a elevato rischio, quali l'esano

- *Fase di valutazione ambientale.* Trattandosi di un'innovazione ambientale si ritiene di interesse ampliare le conoscenze di alcune caratteristiche dei formulati a base vegetale (tossicità verso l'uomo e verso l'ambiente, persistenza, biodegradabilità ecc.) al fine di meglio quantificare i benefit ambientali potenzialmente conseguibili.
- *Fase applicativa:* i settori potenzialmente interessati all'innovazione sono numerosi, ed ognuno con storie, problematiche e prospettive diverse. In particolare: 1) *Distretti tessile, cartario e conciario* in cui già sono state svolte alcune esperienze e che necessitano un'ottimizzazione delle tecniche operative e un ampliamento delle applicazioni potenziali 2) *Distretti lapideo ed estrattivo* in cui non sono state ancora svolte esperienze applicative pur rappresentando delle gravi criticità ambientali in Toscana e che pertanto richiedono la definizione e l'attivazione della filiera produttiva per svolgere le prime applicazioni industriali sul territorio.

#### *Oli nel settore energetico.*

Mentre per quanto riguarda il biodiesel non sembra fondamentale ulteriore ricerca in senso stretto, bensì il passaggio alla fase applicativa, alcuni aspetti vanno chiariti per l'impiego dell'olio tal quale:

- *fase produttiva* sviluppo ulteriore delle tecniche low input, compresa la semina su sodo, e valutazione economica dei costi della filiera dell'olio tal quale per riscaldamento o per cogenerazione elettricità/calore;
- *fase tecnologica e applicativa* valutazione delle esigenze di rettifica degli oli vegetali per usi termici o di miscela olio/gasolio o oli freschi/oli esausti e dei costi di adeguamento di caldaie e motori e valutazione dell'efficienza energetica comparata rispetto al gasolio;
- *fase commerciale* che preveda una identificazione precisa del prodotto (olio) in funzione della specie dal quale è stato ottenuto e del livello di rettifica al quale è stato soggetto (degommaggio, deodorazione, decolorazione, ecc.) in modo da consentire una corretta taratura di motori e caldaie in funzione delle caratteristiche del carburante/combustibile utilizzabile.

#### *Fitofarmaci e fertilizzanti organici azotati derivati da oleaginose*

La ricerca ha dimostrato che particolari oli emulsionati (in alternativa agli oli bianchi di origine minerale) e il pannello di estrazione residuo di alcune oleaginose hanno attività biocida su alcuni patogeni delle piante, sia in campo che in fase di post-raccolta. Alcune linee di ricerca (strettamente correlate a quelle relative ai settori già descritti) potrebbero riguardare:

- *fase agronomica* volta all'ottimizzazione della scelta del germoplasma maggiormente vocato sia per la produzione dell'olio che delle farine e alla valutazione delle caratteristiche fertilizzanti delle farine disoleate;
- *fase applicativa di valutazione.* I prodotti biocidi di origine vegetale andranno valutati principalmente nel settore orticolo e floricolo toscano: 1) Nel controllo di alcuni patogeni

del terreno (funghi, nematodi, elateridi) utilizzando prevalentemente sovesci freschi e/o secchi ad attività biocida 2) Nel controllo di alcuni patogeni dell'apparato epigeo delle piante (funghi, insetti) utilizzando prevalentemente formulati a base di oli vegetali emulsionati contenenti farine ad azione biocida;

- *fase ambientale*. Pur proponendo di operare esclusivamente con prodotti di origine vegetale caratterizzati da una generale, bassa tossicità nei confronti dell'uomo si rende necessaria una valutazione della loro tossicità ambientale al fine di quantificare i benefici potenzialmente perseguibili.

### *Canapa*

Nel caso della canapa – altra coltura che potenzialmente può avere notevole estensione in Toscana e l'unica specie da fibra attualmente di forte interesse per l'agricoltura di questa regione – la filiera, come è noto, è ancora incompleta. Le ipotesi di sviluppo della produzione per *fibra di qualità per il tessile* sono subordinate agli esiti del progetto triennale ARSIA in corso e in particolare alla soluzione delle fasi di raccolta e di macerazione controllata in acqua. Le soluzioni adottate non dovranno solo dimostrare la loro validità sul piano tecnico, ma anche sul piano dei costi. Riteniamo che le potenzialità strategiche di questa coltura saranno più chiare a fine 2006, ossia a fine del secondo anno del progetto.

### *Altre filiere ipotizzabili per la canapa:*

- dato il valore agronomico e ambientale di questa pianta, non va comunque sottovalutata la potenzialità – complementare o alternativa alla produzione di fibra tessile – di una filiera di lavorazione della *fibra tecnica*, dato che si aprono prospettive crescenti di penetrazione nei mercati dei pannelli per edilizia, del tessile per arredamento e dei truciolari leggeri (canapulo). Lo sviluppo in corso di soluzioni economiche di stigliatura in campo potrebbe consentire la sostenibilità economica anche di una filiera finalizzata unicamente alla produzione di fibra tecnica e canapulo (come è il caso della canapa coltivata in Francia);
- un altro settore di impiego di notevole importanza, rimasto ai margini del progetto triennale toscano, riguarda la costituzione di una *filiera sperimentale per la produzione, trasformazione e impiego della canapa per seme*, mercato attualmente egemonizzato dalle produzioni e dalle varietà francesi, che impongono prezzi di acquisto molto elevati (5-6 euro/kg di seme da riproduzione). Lo sviluppo di questa filiera aprirebbe le seguenti potenzialità di mercato:
  - sviluppo di varietà da seme più idonee ai territori toscani
  - impieghi alimentari per l'uomo o per produzioni zootecniche di pregio
  - cosmesi e erboristeria
  - e come coprodotti di lavorazione: produzione di fibra corta, non macerata, per materiali di selleria, bioedilizia, compositi termoplastici e imballaggi alimentari

### Orientamenti di ricerca per la canapa

Oltre agli obiettivi della ricerca già in corso, di notevole interesse è lo sviluppo della filiera canapa da seme, dando priorità ai seguenti temi di ricerca:

1. *fase agronomico-produttiva* Individuazione delle varietà di canapa adatte all'ambiente toscano per la produzione di seme (anche biologico) per i seguenti specifici impieghi: a) varietà per la produzione di seme per usi alimentari – b) varietà per l'estrazione di oli essenziali dalla parte apicale dello stelo;
2. *fase applicativa* valutazione del valore nutrizionale e salutistico dell'olio di canapa sia per alimentazione umana che per alimentazione in fasi particolari (es. allattamento) di varietà pregiate della zootecnia toscana

### *Piante tintorie*

Un terzo comparto che, pur nelle sue dimensioni culturali limitate, merita a nostro avviso forte sostegno delle politiche istituzionali è quello delle piante tintorie. Lo sviluppo della domanda di prodotti 'al naturale' e la crescente preoccupazione per fenomeni di Dermatiti Allergiche da Contatto (di cui i "coloranti dispersi" sono stati individuati come principali responsabili) apre interessanti prospettive di mercato in diversi settori. Nel campo dell'edilizia, delle pelli e del tessile abbigliamento-arredamento lo sviluppo di piccole filiere integrate - per nicchie di mercati ad alto valore aggiunto - può qualificare determinati territori rurali toscani, l'artigianato e la piccola industria tessile, legando strettamente queste produzioni all'immagine di qualità artistica e ambientale della Toscana I coloranti naturali ottenibili da piante tintorie come il guado, la robbia e la reseda con un'importante tradizione storica e culturale, possono consentire di sviluppare prodotti e processi innovativi dalle caratteristiche difficilmente replicabili sia per qualità (in termini estetici e salutistici) che per la loro localizzazione. Il *guado* dette impulso tra XIV e XVII secolo ad un grande sviluppo economico e sociale. Nelle Marche, nell'area appenninica del Montefeltro e nella Valtiberina toscana restano a testimonianza di questa antica economia e tradizione le *macine da guado* in pietra, veri e propri reperti di archeologia industriale recuperati nel territorio di Lamoli e nei suoi dintorni, e preziosi documenti d'archivio che raccontano di tecniche di coltivazione, di mescole, di unità di misura e di precise regole per la conduzione dei maceri. All'interno di alcune iniziative progettuali si è consolidata nel tempo una rete di collaborazioni tra Università, enti locali, agricoltori e PMI. La Comunità Montana della Valtiberina ha realizzato il progetto di marchio "Pianta Blu" della Valtiberina toscana, che può diventare un primo esempio di "distretto del colore naturale" con la compresenza di enti pubblici, agricoltori, industrie tessili locali, scuole di formazione, agriturismi e circuiti culturali associati.

Le realtà che oggi utilizzano coloranti naturali sono per lo più attive nel settore dell'artigianato artistico. Un serio freno del resto a una produzione industriale di tinture al

vegetale è rappresentato dal costo elevato della materia prima locale (non competitiva neppure con la base vegetale di importazione) e del procedimento di tintura al vegetale, più lungo e che richiede di essere adattato e perfezionato per essere utilizzabile a livello industriale.

A livello della produzione della materia prima sussistono ancora alcuni problemi legati alla scarsa disponibilità di materiale genetico opportunamente selezionato per un alto contenuto in pigmenti, alle scarse conoscenze relative sia alla fase agronomico-produttiva, che a quella più direttamente connessa con la lavorazione e prima trasformazione del prodotto. Se questi problemi sono più evidenti nelle specie coloranti da giallo e da rosso - le quali sono state poco studiate sul territorio regionale - anche per le specie da indaco si pone l'urgenza di approfondire lo studio delle tecnologie estrattive, sia a livello di laboratorio che di impianto pilota, per migliorare la resa e la qualità dei pigmenti.

#### Principali filiere ipotizzabili per le piante tintorie:

1. *tessile abbigliamento-arredamento*: La tintura con colori vegetali permette la realizzazione di prodotti di ottima qualità su fibre sia animali che vegetali, impiegando mordenti meno tossici e inquinanti in sostituzione del cromo e di altri metalli pesanti;
2. *pelle – cuoio* la tintura vegetale può diventare un complemento essenziale nel progetto 'vera pelle al naturale' già in atto nel distretto conciario di Santa Croce. Particolarmente avvertita l'esigenza per prodotti a contatto con la pelle, quali calzature e cinturini per orologio;
3. *bioedilizia* questi prodotti offrono un'alternativa ecologica al problema dei prodotti ausiliari presenti nelle vernici sintetiche, a partire dai solventi (circa 400 kg di solvente/ton di vernice). Prodotti spesso tossici e inquinanti, alcuni dei quali riconosciuti cancerogeni dal Ministero della Sanità. e molti dei quali ancora insufficientemente indagati;
4. *cosmesi* i pigmenti vegetali tal quali e i loro estratti possono trovare impiego nel settore della cosmesi naturale e nella tintura dei capelli.

#### Orientamenti di ricerca per le piante tintorie

La disponibilità, di dati attendibili sulla riduzione del rischio tossico e allergenico connesso all'uso dei coloranti vegetali, soprattutto in prodotti che entrano a contatto diretto con la pelle (tessile-abbigliamento, calzature) dovrebbe essere comunicata correttamente al consumatore avviando anche azioni di sostegno e di indirizzo che possano influenzare in maniera decisiva lo sviluppo di mercato per questa filiera (es. politiche di marchio e tracciabilità). Indichiamo la seguente priorità di obiettivi:

- *fase agronomico- produttiva*: individuare le specie coloranti più adatte ai diversi ambienti e le varietà vegetali in grado di produrre quantità elevate di pigmenti. Riprodurre o moltiplicare il materiale vegetale per poter fornire gli agricoltori materiale selezionato

con un'alta resa in pigmenti, in quantità adeguata per avviare le coltivazioni su scala locale;

- *fase di trasformazione*: mettere a punto tecniche di estrazione e formulazione dei pigmenti dalle tre specie principali (robbia, reseda, guado) in grado di garantire alte rese ed elevati standard qualitativi. Ottimizzare le operazioni di raccolta e prima lavorazione e la fase impiantistica di estrazione per abbassare i costi di allestimento e di gestione.
- *fase di applicazione* avviare un progetto-pilota di filiera volto a verificare la possibilità tecnica, il costo e i benefici ambientali e salutistici dell'impiego di coloranti vegetali nella tintura naturale di fibre tessili, di pelle-cuoio e nella bioedilizia. Ciò consentirebbe di verificare da un lato la fattibilità tecnico-applicativa della tintura con colori vegetali e mordenti atossici a livello industriale, e dall'altro di raccogliere dati per verificare le proprietà salutistiche dei prodotti ottenuti
- *fase di consumo* raccolta di dati epidemiologici e valutazione del valore salutistico di prodotti tinti al naturale.

#### *Pioppicoltura a ciclo breve e colture erbacee dedicate da biomassa*

I dati economici e ambientali sulle colture energetiche dedicate, confermati dai risultati del progetto *Bioenergy Farm*, presentati a inizio 2005, hanno suscitato interesse tra le aziende e le associazioni partecipanti. Tra le principali opzioni indicate – canna, miscanto, Short Rotation Forestry del pioppo (sorgo da fibra e cardo risultano inaccettabili in termini di redditività) – canna e miscanto risulterebbero le più efficienti in termini di resa e di redditività potenziale, ma presentano due problemi piuttosto seri: l'invasività e soprattutto l'alto contenuto di silice nelle ceneri. La pioppicoltura a ciclo breve (2-3 anni), oltre ad essere la più sperimentata tra le colture energetiche dedicate, ha il vantaggio di una filiera più facilmente attivabile e risulta decisamente migliore in termini di qualità di biomassa e di prestazioni ambientali. Costituisce una buona protezione per il terreno dai fenomeni erosivi e un ottimo rifugio per la fauna selvatica e la biomassa inoltre può avere impieghi alternativi, quali produzione di cellulosa o di trucioli. Quanto alla redditività, se venissero confermati i prezzi ottenuti dalla SRF di pioppo in alcune regioni del nord (65 euro/ton di s.s.), ipotizzando una produttività media di 16 ton/ha (ma nella piana pisana con turno biennale si possono raggiungere le 20 ton/ha) e un costo di circa 50 euro/ton, si può stimare un reddito lordo medio di 230-250 euro/ha. Questa stima non considera gli ulteriori premi derivanti dalla PAC e dal PSR per le colture energetiche. Restano tuttavia alcuni problemi essenziali per l'attivazione di una filiera toscana del pioppo SRF: l'efficienza della meccanizzazione della raccolta, la valutazione dell'impatto paesistico specie nel caso di turnazioni molto brevi, nonché delle esigenze di interventi fitosanitari.



### Principali filiere:

- *Biomassa per impianti termici e di cogenerazione calore-elettricità di dimensione medio-piccola*

Lo studio del Bionergy Farm ha individuato quattro aree in Toscana particolarmente vocate alle colture energetiche dedicate: area della piana Pisana e della Valdera con estensioni nel Livornese, la parte centro-occidentale del Grossetano, un'area senese-aretina e un comprensorio chiantigiano.

### Orientamenti di ricerca per le colture dedicate

Gli obiettivi prioritari in questa fase ci sembrano due;

- valutazione di una serie di aspetti legati al *ruolo multifunzionale delle colture da biomassa* (fitodepurazione, frangivento, frangirumore, ricarica delle falde acquifere, creazione habitat per la selvaggina, mantenimento del paesaggio e della biodiversità), alla riduzione del prelievo idrico ed alla conservazione dei suoli. E' un obiettivo prioritario per valutare appieno il potenziale agroambientale delle colture dedicate, erbacee comprese, e rilanciarne l'interesse per le aziende agricole toscane;
- individuazione di un *progetto-pilota di filiera energetica integrata* in un'area vocata per la pioppicoltura SRF, con la compresenza di altre fonti di biomassa lignocellulosica, per la verifica di una serie di problematiche già indicate, dalle tecniche colturali del materiale di propagazione, alla classificazione qualitativa della biomassa agli aspetti di meccanizzazione della raccolta.

### *Piante amidacee per biopolimeri*

L'emendamento alla legge d'orientamento agricolo del 2006 votato recentemente dal Senato francese sul divieto di utilizzo di sacchetti in plastica non biodegradabile a partire dal 2010, (che il Parlamento all'unanimità in prima lettura aveva esteso addirittura a tutti gli imballaggi in plastica) testimonia l'interesse per il mercato dei biopolimeri in Europa. E' prevedibile che nei prossimi anni, sulla spinta crescente dell'opinione pubblica e del legislatore, le stesse attività di ricerca e innovazione nel settore subiranno un'impennata molto forte, con l'ingresso probabile di nuovi operatori. Già oggi i numerosi tipi di bioplastiche possono sostituire le plastiche derivate dal petrolio in quasi tutte le applicazioni. Nel giro dei prossimi anni dovremmo perciò avere sul mercato prodotti innovativi, sempre più economici e affidabili. Col conseguente sviluppo anche in Toscana di piccole e medie imprese che trasformano le bioplastiche in prodotti per le diverse applicazioni, realizzando *design* specifici e nuovi canali distributivi.

E' importante sottolineare che i biopolimeri rivestono *un interesse particolare per un'agricoltura di qualità* non solo dal punto di vista della produzione di materia prima (aspetto ancora da verificare per la Toscana), *ma in quanto possibilità di consumo di prodotti biodegradabili e compostabili* (teli per pacciamatura, vasetti e tutori per piante ecc.). Già

questo aspetto merita quindi forte attenzione in Toscana, soprattutto per settori di rilevante importanza di mercato, ma anche a criticità ambientale, quale la vivaistica.

Tuttavia, malgrado le applicazioni disponibili e le previsioni di sviluppo molto lusinghiere, il mercato dei biopolimeri stenta ancora a decollare in Italia, Toscana compresa. Elemento chiave per il decollo del mercato, secondo il parere dei principali trasformatori (Novamont e NatureWorks), è l'avvio di *una filiera del compost di qualità*, con l'ingresso a pieno titolo dei biopolimeri. Sembra indispensabile la promozione del marchio di compostabilità, già presente in molti paesi europei, secondo la norma adottata anche dall'Italia EN 13432. Questo potrebbe permettere, tra l'altro, ai distributori dei prodotti certificati di non pagare le tasse dovute agli imballaggi di plastica, come già avviene in Germania da quest'anno. Solo col decollo del mercato dei prodotti finali è ipotizzabile la realizzazione anche in Toscana di impianti di trasformazione e dunque l'avvio di una vera e propria filiera.

Dal punto di vista di produzione di materia prima, oggi in Italia la fonte primaria è amido proveniente da mais alimentare e reperito sul mercato internazionale. Ma l'amido potrebbe anche essere derivato, se pur con rese inferiori rispetto al mais (9.1 t/ha), da patata (8.2), frumento tenero (5.5), orzo (5.3) riso o sorgo. Uno scenario possibile per la ricerca potrebbe perciò valutare l'utilizzo di nuovo germoplasma, evidenziando le differenze che questo comporterebbe nel ciclo di vita dei prodotti anche in considerazione delle diverse esigenze colturali.

#### *Principali filiere per i biopolimeri*

- Prodotti per grande distribuzione (sacchetti, imballaggi, superassorbenti ecc.) con produzione finale di compost di qualità
- Teli per pacciamatura o solarizzazione, vasetti per piante e altri prodotti di supporto all'agricoltura, macinati e interrati al termine del loro utilizzo.

#### *Orientamenti di ricerca per i biopolimeri*

- Sperimentazione di una filiera di produzione di compost di qualità a partire dall'impiego di imballaggi in bioplastiche. Occorre verificare innanzitutto la disponibilità dei principali soggetti regionali (istituzioni, Toscana Ricicla, aziende di igiene urbana, grande distribuzione)
- Ricerca e collaudo di nuove applicazioni a partire dalle bioplastiche già presenti sul mercato o prodotte solo in via sperimentale.

#### *Colture per bioetanolo*

Il bioetanolo, una delle produzioni non-food commercialmente più estese a livello mondiale, era rimasto ai margini della nostra indagine perché non presentava, almeno fino all'inizio del 2005, condizioni sufficienti di sviluppo per la Toscana data l'assenza di elementi fondamentali della filiera: distillerie di dimensioni significative, eccedenze agricole che

rendessero di qualche interesse il prezzo di acquisto della materia prima (assai più basso, nel caso di barbabietole e cereali, del prezzo per destinazione alimentare), senza contare il blocco perdurante dei finanziamenti statali per questo prodotto.

Ma l'interesse per il bioetanolo è cresciuto dal 2005 in seguito a due eventi:

- lo sblocco dei finanziamenti previsti già dalla Finanziaria 2001 per la defiscalizzazione parziale del bioetanolo (ETBE in particolare), in seguito alla Circolare della Dogane del 13 luglio scorso e la nuova dotazione prevista dalla Finanziaria 2005 che eleva tali finanziamenti da 15 a 73 milioni lordi di euro/anno per i prossimi 3 anni (2005-2007 – entità equivalente alla produzione di circa 1 milione di ettanidri di alcol l'anno);
- la possibile chiusura nel 2006 dei 2 zuccherifici dell'Italia centrale (Castiglion Fiorentino e Celano), che interessa in particolar modo la Toscana con la crisi definitiva della produzione bieticola locale.

Si apre l'interrogativo, alla luce di queste nuove condizioni, se il bioetanolo possa rappresentare una filiera di potenziale interesse anche in Toscana e in Italia centrale, partendo magari dalla riconversione degli impianti zuccherieri (per la quale Bruxelles prevede un premio di 730 euro/ton se la ristrutturazione verrà attuata nel 2006-7). Una risposta attendibile richiede una valutazione dettagliata, che esula da questo studio, delle potenzialità e degli impatti economici (anche a livello di occupazione) e agroambientali di questa filiera e soprattutto della disponibilità dei soggetti agricoli e industriali a una simile ipotesi. Ma la prima domanda da porsi è la seguente: esistono colture idonee per gli areali toscani in grado di attivare una filiera locale "bioetanolo" economicamente sostenibile?. Anche nel caso del bioetanolo infatti il problema principale è la redditività delle fasi di produzione agricola e di trasformazione

#### ***10. Proposte strategiche per lo sviluppo delle filiere non-food in Toscana***

Tutte le attività proposte richiedono comunque delle azioni di accompagnamento per il loro sviluppo che rientrano tra i "fattori condizionanti" precedentemente esposti. Dal dibattito dei tavoli di filiera sono emerse parecchie indicazioni, condivise dalla maggioranza dei partecipanti, relative alle principali azioni di accompagnamento. Queste indicazioni, in parte specifiche e in parte molto simili nei diversi tavoli, si possono riassumere in una serie di fattori critici di successo per una politica toscana del non-food in generale. I più importanti ci sembrano i seguenti:

1. accordi quadro di filiera (patto per lo sviluppo);
2. posizionamento di mercato;
3. politiche di riduzione dei costi di produzione agricola e di prima lavorazione;
4. politiche di comunicazione e formazione;
5. politiche di certificazione (tracciabilità) e di marchio;
6. adeguatezza di aspetti normativi e regolamenti.

### 10.1 Accordi quadro di filiera

Questa è probabilmente la condizione fondamentale per uscire da una fase di sperimentazione e progetti-pilota e per avviare vere e proprie politiche di mercato del non-food. Il problema principale infatti è stato finora lo scarso rapporto tra industria e agricoltori e di conseguenza una cronica mancanza di condivisione delle problematiche della filiera, la scarsa partecipazione a tavoli di coordinamento interprofessionali, come del resto lo scarso livello di integrazione delle politiche nazionali e regionali, in particolare tra Agricoltura, Industria e Ambiente. Anche laddove i vari attori di filiera concordano sulle opportunità offerte dal non-food, gli industriali lamentano una mancanza di garanzie sulla continuità e sulla qualità di forniture di materia prima agricola, e gli agricoltori lamentano mancanza di sicurezza su prezzi e redditività. Vari attori, pur sottolineando l'importanza di 'tavoli forti' a livello nazionale, hanno indicato il livello regionale come il più idoneo e più semplice per l'avvio di politiche di filiera. Gli obiettivi di accordi quadro regionali, o anche a scala più ridotta, sono essenzialmente tre: *definizione comune dei prezzi, delle quantità e degli standard minimi di qualità* delle forniture di materia prima vegetale. D'altronde gli agricoltori, ora che hanno un contributo uguale per tutte le colture, se potessero avere anche un prezzo stabile potrebbero pianificare perfettamente la loro attività e si verrebbe così a formare un plafond costante di conferimento di interesse anche nel mondo dell'industria.

### 10.2 Posizionamento sul mercato

Non è sufficiente individuare le potenzialità di una coltura-filiera senza aver definito un adeguato posizionamento di mercato dei suoi prodotti. Il problema riguarda un po' tutti i settori: dalle fibre e tinture vegetali ai biopolimeri, ai biolubrificanti e ai biocarburanti. C'è il rischio concreto infatti che tutta una filiera faticosamente costruita possa svanire nel momento in cui l'industria decidesse di approvvigionarsi della materia prima vegetale sul mercato internazionale al prezzo più basso (come già avviene del resto per l'amido o per l'olio per diestere), aumentando le esternalità dovute ai costi di trasporto e soprattutto vanificando l'innovazione sperimentata in agricoltura, esponendosi così alla competizione con i paesi in via di sviluppo. Nel caso delle fibre e dei colori naturali è opinione prevalente dei diversi attori di filiera che non sia pensabile una competizione a livello industriale, ma sarebbe più opportuno una *produzione orientata a Piccole Medie Imprese che fanno prodotti diversificati o di nicchia*, aiutandole nel processo di innovazione. Anche nel caso dei lubrificanti sembra preferibile occupare una nicchia di mercato, difficilmente imitabile, frutto della proficua collaborazione di tutta la filiera. Va chiarito che il concetto di "nicchia" in tutti questi casi è molto relativo, dato che le dimensioni di queste nicchie – vedi il caso della calzature "al naturale" o delle 8.000 PMI del solo comparto pratese – sono di tutto rispetto. Emergono poi ulteriori scelte o possibilità di differenziazione – nel caso delle tinture e delle fibre – tra filiere-mercati completamente artigianali o filiere-mercati comunque ampiamente meccanizzate.

A fianco della scelta di posizionamento, è importante individuare anche target e *canali di promozione specifici* per prodotti ‘al naturale’ di alta qualità, quali ad esempio il circuito dei Parchi nazionali e regionali, del turismo e degli agriturismi, che in questo caso implicano un forte legame tra prodotto e territorio, oppure della moda e soprattutto della scuola, come veicolo di promozione nelle famiglie.

### *10.3 Riduzione dei costi di produzione agricola e di prima lavorazione*

Per quanto si individuino prodotti differenziati o di nicchia rispetto ai mercati globali, i prezzi di molte materie prime non-food sono ancora troppo elevati per stimolare un interesse di mercato. Emergono in particolare cinque campi di azione che si possono perseguire in parallelo:

1. *miglioramento varietale*: molti progressi sono ancora da compiere per quanto riguarda il girasole alto oleico, la canapa da fibra (varietà dioiche e monoiche), le piante tintorie e ancor più per quanto riguarda le oleaginose ad alto erucico e le piante per difesa da patogeni;
2. *sviluppo delle tecniche low input*: la diffusione di tali tecniche nell’ambito di adeguate rotazioni colturali permetterebbe di ridurre l’entità e la frequenza delle lavorazioni del terreno, l’efficienza delle concimazioni e la riduzione dell’impiego del diserbo chimico;
3. *sviluppo delle filiere dei co-prodotti*. E’ una condizione essenziale per garantire la redditività di molte colture non-food. Esempio classico è la canapa da fibra tessile, che si remunera se si trovano mercati adeguati anche per la fibra tecnica e per il canapulo. Ma altri esempi sono il pannello proteico residuo dei semi di girasole che può essere utilizzato come mangime in zootecnia, mentre quello delle *brassicacee* potrebbe essere utilizzato come fertilizzante ed ammendante per il miglioramento della fertilità del terreno e della produttività delle colture sfruttando l’azione biocida determinata dai prodotti di degradazione dei glucosinolati presenti in queste piante; oppure potrebbe essere detossificato e quindi usato come mangime estraendone quei composti che possono essere usati in medicina per la loro azione antitumorale. Ci sono aziende che producono l’acido erucico puro per produrre glutammide e altri prodotti oleochimici utili a produrre ad esempio molte delle pellicole da cucina di uso comune. In definitiva diversi settori sono in attesa di nuovi formulati vegetali. Per quanto riguarda la SRF, è interessante l’esperienza del consorzio Athena che dalle sue colture in Umbria, finalizzate tra l’altro anche al miglioramento delle sorgenti locali di acqua minerale, ricava non solo energia, ma anche materia prima per truciolari;
4. *Riduzione dei costi di trasporto tramite filiere corte* E’ un’altra condizione essenziale soprattutto per filiere che implicano l’azionamento di grandi volumi di biomassa, in cui tali costi possono compromettere il guadagno dell’agricoltore. Sia nel caso delle biomasse energetiche, che della canapa e dei biocarburanti, è emersa con forza

l'importanza di individuare raggi di azione tra i campi di coltivazione e gli stabilimenti di prima lavorazione che non superino secondo i casi i 30-50 km;

5. Sistemi più efficienti di prima lavorazione. Particolarmente arretrati sono ancora i sistemi di raccolta e macerazione della canapa da fibra e i sistemi di estrazione del colore e tintoria dei coloranti vegetali.

#### *10.4 Politiche di comunicazione e formazione*

Un altro vincolo allo sviluppo delle filiere non-food è al momento la comunicazione ai consumatori. E al tempo stesso si tratta di prevedere *programmi educativi ad hoc* nelle scuole. Si tratta di integrare nella comunicazione gli aspetti di rischio di molte sostanze attualmente in uso senza che il cittadino neppure lo sappia con le opportunità e i benefici offerti dal non-food. La promozione dei prodotti non-food sarà insomma tanto più efficace nella percezione dei consumatori se inserita in *un programma di sostituzione di prodotti pericolosi per la salute e per l'ambiente*. Un caso esemplare è la veicolazione di un formulato Biovit in campo conciarario nella produzione brevettata di una 'pelle anallergica'. La definizione di un simile prodotto da una parte stimola un programma integrato di ricerca e sviluppo che riguarda la sostituzione non solo dell'olio minerale, ma di tutte le sostanze sospette utilizzate nella concia, come aldeidi, fenoli e altre sostanze tossiche. Dall'altra, l'offerta di una 'pelle anallergica' è un messaggio di estrema semplicità e chiarezza per il consumatore e profila un'opportunità reale per gli operatori economici assai più di tanti discorsi sui potenziali benefici agroambientali dei biolubrificanti, i gas serra eccetera.

Il presupposto per l'efficacia di simili programmi e campagne finalizzate alla sostituzione di prodotti pericolosi è di considerare il processo di produzione nella sua globalità e di comparare correttamente l'intero ciclo di vita dei prodotti attualmente sul mercato con i loro omologhi di origine vegetale. Asserzioni senza fondamento o peggio mistificazioni potrebbero compromettere lo sviluppo di un'intera filiera.

#### *10.5 Politiche di marchio e certificazione*

L'attenzione ai cicli di vita dei prodotti è ancora più importante se si intendono promuovere marchi e politiche di certificazione. Queste ultime sono necessarie a fornire garanzie a tutti gli operatori della filiera e completano il quadro della comunicazione rivolta al consumatore, il quale, in questa maniera sarà consapevole del plusvalore che va acquistando. Sul tipo di certificazione da promuovere – oppure di autocertificazione - il dibattito ha registrato opinioni differenziate. Ma non c'è dubbio sulla necessità di garantire in qualche modo la *tracciabilità* di un prodotto il cui valore aggiunto è strettamente legato a un territorio e alla qualità dei materiali e dei processi impiegati. Secondo alcuni operatori presenti ai tavoli delle fibre e dei coloranti, il consumatore del resto è disposto a pagare il 20% in più per un prodotto che presenta certificazione ambientale e anche etica. A questo proposito la Regione Toscana, oltre ad aver aderito alla certificazione EMAS, ISO 14001 e Ecolabel, mette a

disposizione delle risorse che consentono alle imprese di coprire il 50% dei costi della Certificazione etica e ambientale SA 8000. Icea inoltre ha definito i disciplinari per un prodotto tessile biologico. Ma nel caso delle filiere integrate qui proposte è altrettanto fondamentale garantire l'origine geografica dei prodotti, senza tuttavia creare eccessive confusioni per il consumatore e appesantimenti burocratici per gli operatori. La proposta più convincente è di puntare a marchi di rapida comprensione sul modello del "Pura lana vergine". Proporre ad esempio un marchio "canapa italiana" (o "pura canapa italiana") che garantisca che il capo acquistato è integralmente fatto di canapa prodotta, tessuta e confezionata in Italia e magari tinta con coloranti naturali.

All'università il compito di definire le linee guida per un sistema di certificazione o di autocertificazione.

### *10.6 Adeguamento degli aspetti normativi e dei regolamenti*

In alcuni casi – canapa, fitofarmaci vegetali, olio vegetale tal quale per usi energetici - questo fattore assume rilevanza decisiva per il decollo stesso delle filiere. Il decollo del mercato dei prodotti fitoiatrici di origine vegetale è ad esempio improponibile senza il perfezionamento dell'iter legislativo europeo per una registrazione semplificata o dei nuovi criteri di classificazione allo studio del governo italiano.

Così pure la legislazione vigente in Italia espone tuttora i coltivatori di canapa da fibra, pur consentendone la produzione, alla spada di Damocle delle ispezioni e delle interpretazioni fuorvianti sul superamento della dose minima consentita. In questo caso - dato che non c'è da attendersi a breve miglioramenti legislativi – si tratta di garantire ai coltivatori toscani le migliori condizioni di convivenza con l'attuale sistema di norme. Due proposte avanzate dai tavoli sulle fibre vegetali andrebbero in particolare sostenute:

- l'istituzione a livello regionale di un servizio di assistenza legale gratuita per tutti coltivatori di canapa autorizzati in Toscana;
- corsi di formazione adeguata per le forze dell'ordine, in modo da favorire la collaborazione e la prevenzione tra queste e i canapicoltori autorizzati.

Ma anche in altri settori, lo sviluppo delle filiere esige adeguamenti di norme e regolamenti in diverse fasi della filiera. Nel caso del biodiesel (o anche dell'olio tal quale) per autoconsumo va verificata la possibilità che i biocarburanti siano equiparati al gasolio agricolo.

Nel caso delle biomasse i problemi si pongono a diversi livelli:

- in generale la politica nazionale di incentivi per le fonti alternative di energia pone sullo stesso piano le energie rinnovabili e le cosiddette "assimilate", distraendo così parecchi fondi per fonti che rinnovabili non sono, quali la cogenerazione a metano;
- in particolare, nel campo delle biomasse, vengono equiparate fonti derivate da materia prima agricola o forestale e combustibili derivati da rifiuti, come pure si confondono impianti alimentati a biomassa e termovalorizzatori di RSU;

- resta infine il problema della gestione delle ceneri, che potrebbero essere reimpiegate utilmente sui suoli agricoli.

Problema analogo alle ceneri da biomasse agroforestali si potrebbe porre per i reflui da macerazione della canapa, dato che sembra mancare una regolamentazione ad hoc che consenta il loro reimpiego nella fertilizzazione dei suoli agricoli. E più in generale, *il problema di una legislazione carente o contraddittoria si pone per le fasi finali di quasi tutte le filiere indagate*, dato che il legislatore non aveva preso finora in seria considerazione le caratteristiche di biodegradabilità e chiusura del ciclo agricolo dei prodotti alternativi proposti: le bioplastiche vanno assimilate alle plastiche e quindi smaltite secondo le regole vigenti? I biolubrificanti una volta esausti ai fini della rigenerazione saranno assimilati agli oli esausti o ai lubrificanti di origine fossile?

Diventa quindi essenziale accompagnare le politiche di promozione delle filiere non-food individuando volta per volta proposte specifiche di adeguamento normativo o almeno soluzioni tampone che tutelino al meglio gli agricoltori e gli altri attori della filiera.



## **Analisi degli scenari di coesistenza tra colture convenzionali e colture Geneticamente Modificate (GM) in Toscana**

### ***1. Il quadro di riferimento***

L'ARSIA, con decreto dirigenziale n. 303 del 08/06/2004, ha approvato un bando di "Ricerca sulle conoscenze relative al possibile impatto sul territorio toscano dell'introduzione degli OGM e dei riflessi sull'ecosistema, sull'economia rurale e sul sistema istituzionale".

Le disposizioni recentemente introdotte dall'U.E. in materia di OGM, in particolare la Direttiva della Commissione Europea n. 18 del 2001, prevedono la possibilità, previa notifica e successiva autorizzazione, dell'introduzione di colture che si avvalgono di OGM e la necessaria definizione, a livello nazionale, delle strategie idonee a garantirne la coesistenza con le colture tradizionali e con quelle biologiche.

La Regione Toscana, in cui è attualmente in vigore la Legge 53 del 6 aprile 2000, che vieta la coltivazione e la produzione di specie GM, ha improntato il suo sviluppo agricolo e rurale ad un modello fortemente basato sulle produzioni agricole di qualità, sui prodotti a denominazione di origine e sui prodotti ecocompatibili.

Di fronte alla nuova situazione generata dalla Direttiva 18/2001 si rende necessario approfondire le conoscenze relative al possibile impatto sul territorio toscano dell'introduzione degli OGM e dei riflessi sull'ecosistema, sull'economia rurale e sul sistema istituzionale. Tali conoscenze dovrebbero favorire la definizione delle condizioni tecniche, organizzative ed istituzionali con le quali la coesistenza potrebbe effettivamente essere garantita, e al tempo stesso un'analisi dei costi e del rischio in caso di accadimenti non conformi.

La ricerca, a carattere interdisciplinare, condotta nell'ambito del progetto, ha avuto l'obiettivo di analizzare la coesistenza tra colture GM e GM-free, allo scopo di fornire delle basi conoscitive e strategiche per la redazione del Piano di Coesistenza regionale e illustrare i possibili scenari derivanti dall'applicazione della Direttiva 18/2001 e da un eventuale regime di coesistenza in Toscana.

Al fine di indagare le problematiche ambientali e la ripercussione della coltivazione di OGM nei confronti dell'agricoltura biologica e, in ultima analisi, al fine di salvaguardare i consumatori dalle eventuali conseguenze di una contaminazione anche accidentale, è proseguita all'interno del bando, l'attività di sperimentazione su mais iniziata dall'ARSIA nel 2003 e finalizzata alla verifica della diffusione dell'inquinamento e la percentuale di inquinamento delle produzioni partendo da percentuali di semi di piante spia predefinite al momento della semina.

Nell'ambito dello studio è stata realizzata l'analisi dello stato dell'arte sulla coesistenza che si è basata sulla rassegna bibliografica ragionata della letteratura esistente, focalizzando l'attenzione sugli aspetti socio-economici legati alle colture geneticamente modificate e sui possibili effetti dell'inquinamento genico nel suolo, nelle piante e sul trasporto di geni

attraverso vettori viventi o inanimati, con particolare riferimento alle interazioni con l'apofauna pronuba.

L'analisi della coesistenza è stata affrontata a livello aziendale prendendo in considerazione i singoli soggetti coinvolti nell'ambito della filiera agroalimentare considerata (allevamento del vitello chianino), valutando ogni singola fase produttiva (sementiera, agricola, di stoccaggio, di trasformazione, di allevamento). La coesistenza è stata valutata anche a livello territoriale, prendendo in considerazione i principali effetti riscontrabili sul paesaggio regionale nel suo insieme, proponendo delle metodologie di analisi del problema a grande scala, tenendo conto delle caratteristiche agronomico - ambientali del territorio in questione.

Infine, abbiamo ritenuto utile analizzare gli impatti ambientali connessi alla coltivazione di colture GM sugli ecosistemi e agroecosistemi per fornire un valido supporto conoscitivo e giungere all'impostazione di indicatori utili al monitoraggio degli effetti degli OGM nell'ambiente, in maniera da riuscire a tenere sotto controllo i fenomeni di contaminazione ed intervenire tempestivamente, mediante l'impostazione di un adeguato sistema di monitoraggio ed intervento.

## ***2. Stato dell'arte sulla coesistenza***

L'introduzione di piante GM nella struttura agricola dei paesi dell'Unione Europea, definisce una situazione, inevitabile, di coesistenza che induce l'adozione di pratiche necessarie a ridurre (evitare) il rischio di commistione tra organismi modificati e non modificati geneticamente. Tale situazione avrà inevitabilmente degli effetti sull'organizzazione di tutta la produzione agricola e se da una parte la possibilità di presenza accidentale (involontaria) di OGM in organismi non modificati e viceversa, pone la questione di come possono essere garantite le differenti produzioni (gli agricoltori dovrebbero poter scegliere liberamente quale tipo di coltura praticare, convenzionale, transgenica o biologica e nessuna di queste forme di agricoltura dovrebbe essere esclusa), dall'altra parte si pongono anche le questioni di scelta dei consumatori, ai quali deve essere garantita una scelta reale tra cibi transgenici e cibi non transgenici, il che può accadere solo se si riusciranno a mantenere differenti sistemi di produzione (Commissione Europea, 2003). La situazione di coesistenza evidenzia, inevitabilmente, oltre ad aspetti di tipo socio-economico anche quelli di tipo ambientale che devono essere analizzati al fine di una valutazione oggettiva e scientificamente corretta che permetta di indirizzare il decisore politico verso scelte consapevoli. Di seguito viene riportata una rassegna ragionata della letteratura volta ad evidenziare le opinioni dei consumatori e le possibili alterazioni economiche generate dall'introduzione di OGM con particolare riferimento al fenomeno di coesistenza, saranno tuttavia affrontate le tematiche riguardanti l'impatto che le piante GM coltivate in campo aperto possono avere sui microrganismi presenti nel terreno, fondamentali per la fertilità dei suoli e la nutrizione delle piante, dimostrando che con l'introduzione delle piante GM, "eventi inattesi" possono verificarsi a carico di organismi non-target benefici - batteri del suolo e funghi - che rivestono un ruolo

fondamentale nei cicli biogeochimici (Giovannetti, 2003). Saranno presi in esame gli effetti sugli apoidei che rientrano tra quegli insetti definiti “*beneficial insects*” che si nutrono di polline, nettare e talvolta possono raccogliere alcuni essudati come gli oli essenziali, propoli o la melata prodotta da molti fitofagi. L’interazione tra i transgeni vegetali e gli apoidei impollinatori può essere schematicamente suddivisa in tre modalità principali: 1) l’impatto che i transgeni vegetali possono avere sulle api; 2) l’impatto che le api possono avere sui transgeni vegetali e 3) la possibilità di trasferimento genico trasversale mediante i simbionti delle api (Felicoli e Pinzauti, 2005).

### *2.1 Opinione pubblica e del consumatore*

La valutazione del rischio generato dall’introduzione di nuove tecnologie come l’uso di OGM nelle produzioni agricole, risulta enormemente complessa; in quanto essa non può essere limitata alla pura analisi naturale-scientifica, ma deve inglobare anche fattori socio-economici ed in particolare lo studio della condivisione ed accettazione da parte dei soggetti (Schermer M. 2004). Vi sono studi che hanno affrontato l’analisi della percezione e dell’opinione pubblica riguardo a tale tematica, come quello di Zecherdorf (1994), che analizza 24 sondaggi di opinioni di differenti paesi distribuiti in dieci anni osservando che l’accettazione delle biotecnologie è differente in base alle diverse applicazioni (per esempio, le applicazioni mediche sono preferite rispetto a quelle sul cibo e sugli animali); a livello individuale, dipende dalle conoscenze riguardanti le biotecnologie, la percezione del rischio e le preoccupazioni etiche. L’autore, inoltre, fa notare che gli individui che incrementano le proprie conoscenze nell’ambito delle biotecnologie tendono ad accettarle maggiormente. La tendenza dell’accettazione delle biotecnologie che varia in funzione delle diverse applicazioni è stata confermata anche da Norton (1998) il quale analizza 16 sondaggi di opinione in Australia, Nuova Zelanda, Nord America e Europa; in aggiunta, lo studio fa emergere le preoccupazioni dell’opinione pubblica per le conseguenze non conosciute delle biotecnologie e la mancanza di fiducia nell’abilità dei gestori delle probabili situazioni di rischio.

Campbell *et al.* (2000) descrivono la percezione dei consumatori riguardo agli organismi geneticamente modificati analizzando circa 100 lavori riguardanti questa tematica. Tra questi molto significativo è il progetto PABE (*Public Perceptions of Agricultural Biotechnologies in Europe*), che è stato basato sulla costruzione di focus groups in numerosi paesi d’Europa allo scopo di captare le preoccupazioni delle persone riguardo alle biotecnologie. Più recentemente, Marris *et al.* (2001) nello stesso progetto, sottolineano differenze della percezione del problema tra gli stakeholders e confermano che i consumatori in generale tendono ad accettare le applicazioni delle biotecnologie in ambito medico, ma rifiutano gli OGM utilizzati nel cibo e in agricoltura, inoltre, i consumatori richiedono espressamente una etichettatura dei cibi in maniera da poter esercitare correttamente e consapevolmente la loro libertà di scelta; infine, è stata evidenziata una perdita di fiducia da parte dei cittadini nei

confronti delle istituzioni che sono viste come soggetti non in grado di gestire il problema. Lo studio si spinge oltre, dimostrando che in generale la popolazione è scarsamente informata a proposito dei fatti scientifici riguardanti gli OGM, e ciò rende più difficile l'analisi delle problematiche innescate dagli OGM e la presa di posizione consapevole e condivisa da parte del decisore pubblico. Riguardo alla necessità dell'etichetta sui prodotti Noussair *et al.* (2002) confermano attraverso uno studio condotto tra i consumatori francesi l'esigenza di avere maggiori informazioni attraverso l'etichettatura dei prodotti in modo da conoscere esplicitamente la percentuale di OGM presente nel prodotto in questione; sottolineando, tuttavia, il fatto che i consumatori non sono normalmente predisposti alla lettura dell'etichetta del prodotto.

Gamble e Gunson (2002) riferendosi alla sicurezza del cibo GM, hanno osservato che circa un terzo dei consumatori intervistati dichiarano di aver cambiato i loro comportamenti di acquisto perché i prodotti erano OGM. Come nelle casistiche presentate precedentemente anche questi autori hanno riscontrato una variazione nelle risposte dei consumatori in base alle differenti applicazioni delle biotecnologie.

Cook *et al.* (2000) nel contesto della Nuova Zelanda hanno investigato sette casi di studio di introduzione di organismi geneticamente modificati nella produzione del cibo, includendo quattro studi di Gamble *et al.* (2000) riguardanti il periodo 1990-2000. Dall'analisi emerge che le conoscenze sugli OGM sono incrementate nel tempo e che l'accettazione delle biotecnologie rimane piuttosto alta rispetto ad altre aree nel mondo fino al 1998, quando comincia a decrescere. La risposta differenziale alle varie applicazioni delle biotecnologie viste in altre parti del mondo sono evidenti anche in questo caso (in particolare si evidenzia che le applicazioni biotecnologiche sulle piante sono più accettate rispetto a quelle sugli animali e l'uomo). In unisono con gli studi sopra presentati anche Cook *et al.* (2000) rilevano preoccupazioni significative riferite alla sicurezza del cibo, agli effetti ambientali e sulla non naturalità dei prodotti GM.

Notevoli differenze di percezione del problema si evidenziano tra nord americani ed europei; in particolare Kamaldeen e Powell (2000) hanno analizzato dei sondaggi sulle opinioni nel Nord America riguardanti le biotecnologie relazionandoli con sondaggi di opinione internazionali. Essi illustrano che preoccupazioni sulle biotecnologie e il cibo geneticamente modificato in particolare non sono significanti per i Nord Americano come lo sono per gli Europei, circa il 61% di Canadesi sono favorevoli alle biotecnologie in generale, mentre il 39% non lo sono. Comunque lo studio fa emergere che il 59% dei Canadesi sondati vedono il cibo geneticamente modificato come una applicazione negativa delle biotecnologie. Il quadro sopra esposto è stato confermato anche da Thomas Hoban (1989, 1994, 1995, 1996, 1997, 1999a, 1999b, 2000) che ha estensivamente esaminato la percezione dei consumatori in vari paesi, in particolare negli Stati Uniti. Questi studi hanno riscontrato che esiste un più basso livello di preoccupazione sulle biotecnologie negli Stati Uniti rispetto all'Europa dove le persone sono più propense a provare varietà di cibo GM. Anche in questo studio si evidenzia

che esistono risposte differenziali rispetto alla accettabilità di alcune applicazioni delle biotecnologie (le tecnologie mediche sono maggiormente comprese e condivise rispetto alle applicazioni sugli animali e sul cibo).

La situazione Europea è stata rilevata e descritta nel sondaggio *Eurobarometer* che è stato avviato nel 1999 (<http://www.europa.eu.int/comm/dg10/epo/eb.html>). I risultati mostrano che i consumatori (circa 16.000 coinvolti) sono preoccupati dalla scarsa conoscenza riguardo alle biotecnologie ed in più mostrano un decremento di fiducia nelle sorgenti di informazione disponibili sulla materia, anche se gruppi di consumatori come il 26% dei medici 24% delle organizzazioni ambientaliste sono i più fiduciosi. Lo studio evidenzia, come già ampiamente descritto da quelli precedenti, una diversa accettabilità delle applicazioni delle biotecnologie, indicando che quelle sul cibo risultano meno accettate rispetto a quelle in ambito medico e farmaceutico che in alcuni casi erano viste positivamente. Dal 1999 Eurobarometer ha condotto un grande numero di sondaggi in molti paesi rilevando carattere pubblico (sociale) e politico del problema OGM. Molti di questi sono stati svolti in Nord America (il maggiore produttore di colture GM) e in Europa (il principale oppositore di tali colture), e in paesi sviluppati piuttosto che in paesi in via di sviluppo. In questi ultimi l'analisi fa emergere una minore percezione e quindi rilevanza ed importanza dei possibili rischi generati dall'introduzione di OGM per la salute umana. La comparazione tra alcuni paesi in via di sviluppo evidenzia che il background politico, culturale e storico di ogni paese influenza significativamente i problemi portati avanti nel dibattito nazionale sulle biotecnologie. I sondaggi dell'*International Food Information Council* (IFIC) suggeriscono che le opinioni a proposito delle biotecnologie sono statiche. Questi studi sono stati condotti da Wirthlin Group fino al gennaio 2001 e più tardi da Cogent Research e indicano che l'accettazione di cibo geneticamente modificato è rimasta equamente consistente dal 1997 fino al 2002. Lo scenario qui descritto di stazionamento dell'opinione del consumatore rispetto al tema trattato risulta in contrapposizione con quanto evidenziato da Cook *et al.* (2000) in Nuova Zelanda che sottolinea un marcato trend negativo nell'accettazione delle biotecnologie a partire dal 1998.

Bredahl, (2001) ha riscontrato una correlazione negativa tra l'incremento del pensiero naturalistico dei consumatori e l'accettabilità dei prodotti GM. In scia con quanto affermato Siegrist (1998) osserva che i consumatori con una visione ecocentrica sono meno favorevoli ai cibi GM rispetto agli altri in relazione al fatto che si è sviluppata una visione dei prodotti GM come prodotti non environmentally friendly (Small *et al.*, 2002). In generale l'accettazione dei GM è risultata meno probabile quando è percepito un maggior rischio ambientale (Small *et al.* 2001, Macer 1992).

Altro punto rilevante che riveste un'importanza strategica per il decisore pubblico è l'esame delle ragioni che stanno dietro alle controversie pubbliche associate all'introduzione di cibo GM; Frewer L. *et al.* (2004) le hanno esplorate in Europa a partire dagli anni novanta, rilevando che il problema dell'accettazione pubblica dei cibi GM e dell'emergenza delle

biotecnologie più in generale deriva dalla percezione del rischio, dalla perdita di fiducia degli stakeholders nei confronti delle istituzioni, degli scienziati, dell'industria e dalla necessità di sviluppare strategie di comunicazione che esplicitamente contengano le preoccupazioni pubbliche piuttosto che escluderle. Molte delle controversie associate con la commercializzazione di cibo GM, che hanno contribuito alla perdita di fiducia, sono state il risultato del fallimento di regolamentazioni che non tenevano conto delle preoccupazioni della società. L'incremento della partecipazione pubblica viene promossa come uno strumento per restaurare rapporti di fiducia tra cittadini e decisore pubblico. Attraverso una analisi qualitativa lo studio fa emergere le preoccupazioni della società che riguardano i probabili effetti delle biotecnologie non conosciuti e difficilmente valutabili sulla salute umana e sull'ambiente; nonché le conseguenze potenzialmente irreversibili di alcuni impatti negativi. Successivamente altre ricerche qualitative e quantitative hanno mostrato i dettagli di preoccupazioni morali relativamente al cibo GM mettendo in luce problemi quali la non naturalezza, "la manomissione della natura", il benessere animale, il bilancio di potere tra produttori e consumatori, la democrazia e la disparità tra il mondo industriale e il terzo mondo (Bredahl, 1999; Bredahl *et al.*, 1998; Grunert *et al.*, 2001; Miles e Frewer, 2001; Lassen *et al.*, 2002; Gaskell *et al.* 2001). In linea con quanto sopra descritto Barling *et al.* (1999) descrive che l'applicazione delle moderne biotecnologie al cibo ha aumentato le preoccupazione tra i cittadini europei, le quali includono la perdita di fiducia, e di scelta. Lo studio propone un modello di analisi del rischio OGM e cibo GM che incorpora la dimensione sociale attraverso l'integrazione dell'analisi del rischio con una analisi di impatto sociale allo scopo di costruire una maggiore fiducia popolare nei processi decisionali, promuovendo un maggior coinvolgimento dei cittadini nei processi di decision-making.

Schermer M. (2004) discute l'influenza dell'uso in agricoltura di OGM sullo sviluppo di regioni che si presentano ecologicamente sensibili e con caratteristiche non idonee all'introduzione evidenziando come possibile via di sviluppo la definizione di aree libere da OGM. L'accettazione sociale di aree OGM free è stata testata in uno studio condotto nel 1999 in Austria i cui risultati suggeriscono una buona fattibilità. Schermer M. presenta un caso di studio per applicazioni locali: aree OGM free come parte di un "biosphere park" economicamente stimolato verso uno sviluppo endogeno sostenibile.

## 2.2 Influenze economiche

La domanda del consumatore di prodotti GM è stata analizzata da Moon and Balasubramanian, (2001) attraverso il metodo della Valutazione Contingente (CV) negli Stati Uniti e in Gran Bretagna, dimostrando, che, rispettivamente il 37% e il 56% dei consumatori sono disposti a pagare di più per avere la disponibilità dei cereali GM. James & Burton (2002), seguendo lo stesso metodo di analisi in Australia hanno evidenziato che i consumatori sono disposti ad acquistare il cibo geneticamente modificato se vi è una riduzione di prezzo, rispetto a quello GM free, compresa tra il 20% e il 47% utile a

compensare le attitudini negative. Dall'altro lato sarebbero disposti a pagare il 36% in più per ridurre l'uso di prodotti chimici in agricoltura del 30 %.

Burton *et al.* (2001) mettono in luce la minore disponibilità dei consumatori della Gran Bretagna a comprare GM, dall'analisi emerge che tutti i gruppi di consumatori oggetto di studio erano disposti a pagare dal 26% al 46% in più per avere cibo non GM. Huffman *et al.* (2001) hanno riscontrato negli Stati Uniti una differenza media di prezzo dei prodotti GM e prodotti non GM del 14% (prodotti di riferimento: oli vegetali, patate e mais). Un altro lavoro (Rousu *et al.* 2002) con gli stessi prodotti indica che la tolleranza per la contaminazione da GM non è lineare: i consumatori scontano (valutano) il cibo contenente 1% di OGM allo stesso modo del cibo contenente il 5% di OGM.

Charles B. Moss; Schmitz G. Troy and Andrew Schmitz, (2002) descrivono la significativa alterazione dei mercati negli Stati Uniti generata dall'introduzione degli OGM e fanno emergere le condizioni di coesistenza di due mercati separati relativamente alle colture GM e non-GM. In breve essi hanno sviluppato un modello producer-decision per spiegare il basso tasso di adozione delle colture GM e il suo declino. La maggior parte del mais non-GM non è vendibile sul mercato come tale e ad oggi non riceve alcun premio aggiuntivo sul prezzo che sia sufficiente a coprire i costi di preservazione dell'identità (IP); nei casi in cui il mais non GM è vendibile come tale il premio sul prezzo (netto dei costi IP) appare molto ridotto. Sottolineando che la maggiore percentuale di mais coltivato è, tutt'oggi, non GM lo studio mostra un declino del reddito totale dei produttori di mais non GM generato dall'aggiunta dei costi di IP.

Demont M., Tollens E. and Fogarasi J. (2005) hanno effettuato uno studio con l'intento di stimare la misura e la distribuzione degli effetti delle colture transgeniche *ex ante* in Ungheria sviluppando un parziale modello di equilibrio seguendo un approccio reale per la stagione agricola del 2003. In Ungheria nell'anno di riferimento erano coltivati mais, barbabietola e colza rispettivamente per 1150000 ettari 53000 ettari e 71000 ettari. Lo studio conclude che l'incremento di benessere totale generato dall'introduzione di colture GM è compreso tra 0,8 milioni a 16 milioni di euro in funzione dell'importanza della coltura. La distribuzione dei benefici agli agricoltori varia da  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  e questo dipende principalmente dall'eterogeneità delle spese della tecnologia convenzionale e quelle dell'innovazione. A un estremo, il mais BT è un'innovazione marginale con potenziale limitato per la creazione di dipendenza dall'industria sementiera. All'altro estremo la barbabietola HT permette all'innovatore di catturare una parte ragguardevole dei benefici. Lo studio evidenzia alcuni elementi importanti che limitano la possibilità monopolistica dell'industria sementiera nell'aumentare il prezzo e conseguentemente acquisire una larga fetta dei benefici; essi sono l'eterogeneità degli agricoltori (Oehmke and Walf, 2002, Weaver and Kim, 2002), l'incertezza e l'irreversibilità dell'agricoltore (Weaver and Wessler, 2004), la competizione dall'industria chimica (Weaver and Kim, 2002), l'adozione incompleta (Lapan and Meschini, 2000) ed in fine la competizione all'interno dell'industria delle biotecnologie(Giacessi *et al.*

2002). Questo beneficio distribuito è in linea con la maggioranza degli studi in letteratura sugli impatti delle biotecnologie. Demont and Tollens (2004b) rilevano che in relazione all'adozione del mais BT in Spagna nel 1998-2003 gli agricoltori acquisiscono i 2/3 (65%) dei benefici totali, ed 1/3 (35%) viene percepito dall'industria sementiera. Demont e Tollens (2004b) analizzano 14 stime di distribuzione dell'impatto sulle colture transgeniche. La meta-analysis di queste evidenzia che in media, agricoltori e consumatori ottengono il 61% dei benefici locali totali con un 95% di intervallo di confidenza tra il 52% e il 70%, il resto è rilevato dall'industria sementiera. Nell'analisi, il modello ungherese che si configura come un piccolo produttore che si rivolge ad una infinita domanda elastica, non evidenzia alcuna riduzione dei prezzi, impedendo ai consumatori ungheresi di percepire alcun guadagno dalla nuova tecnologia. La sola possibilità che può portare ad un beneficio per i consumatori ungheresi si potrà generare da una riduzione dei prezzi mondiali dovuto all'adozione a larga scala delle colture transgeniche in economie di larga esportazione come per esempio l'USA per il mais, il Canada per la colza e l'Europa per la barbabietola (Demont and Tollence, 2004a).

Nel 2002 uno studio effettuato nel Regno Unito ([www.strategy.gov.uk](http://www.strategy.gov.uk); Field work: Weighing up the Costs and Benefits of GM crops) riguardante le problematiche legate alle colture geneticamente modificate, intrapreso allo scopo di migliorare le conoscenze sulle evidenze di base e creare un dialogo tra i soggetti che presentavano opinioni divergenti nei confronti di questa tematica; ha previsto una analisi di scenario che ha permesso di descrivere differenti aspetti futuri possibili relativi alla coltivazione degli OGM nel Paese. In breve, lo studio descrive le possibili alterazioni generate dall'introduzione di OGM a livello di impresa, di catena di approvvigionamento, di mercato, di economia rurale e di comunità, ed impatti internazionali. Alcuni esempi relativi alla coltivazione di colza, barbabietola e mais mostrano le seguenti situazioni: nel contesto del Regno Unito la colza occupa il 10 % della SAU, la spesa per gli erbicidi varia da 36-45 sterline per ettaro (in comparazione con i costi variabili totali di coltivazione che sono intorno a 200 sterline per ettaro). Si potrebbe manifestare un incremento di produzione della coltura GM dovuto ad un migliore controllo delle infestanti e/o ad un maggiore vigore degli ibridi. Il range in cui si muove il l'incremento della produzione è molto grande, varia da -15% a +22%. Anche la variazione del margine lordo si muove su un range molto grande perché vi sono studi che indicano un incremento del 30% rispetto ad una coltura convenzionale (tenendo anche conto dei più alti costi del seme GM) e studi che ne mostrano un decremento del 7%. Riguardo alla barbabietola, dove il controllo delle infestanti è attualmente difficoltoso e costoso (gli agricoltori possono spendere tra 84 – 167 sterline per ettaro per il controllo delle infestanti inclusi i costi di applicazione). Studi di simulazione fanno osservare che gli agricoltori coltivando barbabietola GM potrebbero essere capaci di ridurre questi costi a 26-40 sterline per ettaro anche se ci potrebbero essere costi addizionali in altre aree della produzione, particolarmente dovuti all'incremento di prezzo per l'acquisto del seme GM. Inoltre, ci sono evidenze che



dimostrano nella peggiore delle ipotesi, nessun beneficio legato all'incremento di produzione e nella migliore delle ipotesi un incremento di produzione dal 5 al 15 % dovuta ad un più corretto controllo delle infestanti. Altro caso, il mais i cui metodi correnti del controllo delle infestanti sono ragionevolmente economici, con costi totali per gli erbicidi che ammontano a 15-42 sterline per ettaro considerando che i costi totali sono 400 sterline a ettaro si osserva che i costi per gli erbicidi per una varietà GM potrebbero oscillare attorno alle 25 – 60 sterline a ettaro in dipendenza di quante applicazioni sono necessarie.

Relativamente al mercato e all'approvvigionamento, molti consumatori europei richiedono una scelta tra cibo GM e non GM introducendo costi necessari per mantenere separate le linee non OGM da quelle OGM che incrementano all'aumentare dei cibi GM indipendentemente che le colture siano coltivate nel paese o siano importate. Si aggiungono costi gestionali se le colture GM vengono coltivate nel paese visto che sarà necessario tenere separate le linee produttive già a partire dall'azienda agraria. Tali costi possono variare in funzione del tipo e dalle caratteristiche della coltura e dell'estensione sulla quale sono coltivate. Tramite accordi e cooperazione tra gli agricoltori si potrebbe raggiungere una significativa riduzione dei costi necessari all'attuazione di misure utili al mantenimento della separazione fra le due linee produttive; comunque sia tali costi avranno ripercussioni significative sulle aziende convenzionali e/o biologiche. Un esempio di costi di mantenimento delle linee produttive separate sono quelli relativi al monitoraggio, nel 2002-2003 il Laboratorio Centrale di Scienze del DEFRA (una Agenzia del Governo, responsabile per ispezioni in campo del rilascio degli OGM) ha effettuato 124 ispezioni di routine con un costo indicativo medio di 400 sterline ed alcune chiamate di analisi di emergenza al costo di 430 sterline per visita. Ciò induce a considerare ottimisticamente i costi di ispezione e monitoraggio intorno alle 40.000 sterline per anno in Inghilterra e nel Galles. La possibile riduzione dei costi e l'incremento di produzione offerti dalle colture GM potrebbero contribuire a migliorare la competitività delle medesime sul mercato. Importante sottolineare però che gli agricoltori della comunità europea non esercitano in un libero mercato competitivo e perciò le loro azioni sono determinate dalle decisioni politiche nazionali ed europee per esempio relative alla PAC, piuttosto che rispetto alla possibile riduzione dei costi dovuta alla coltivazione di colture GM.

Si potrebbero generare anche interazioni internazionali in funzione della politica adottata verso le colture GM che avrebbero ripercussioni ed influenzerebbero l'atteggiamento tenuto dall'Europa e conseguentemente si potrebbero generare tensioni commerciali dovute a differenti approcci nella gestione degli OGM dell'Europa e di altri paesi, rimarcando così l'importanza della politica degli OGM esercitata da ogni paese membro.

### *2.3 Impatto sugli organismi non-target*

La maggior parte degli studi disponibili riguarda piante modificate per produrre proteine insetticide, come le tossine prodotte da un microrganismo del suolo, *Bacillus thuringensis*,

denominate *Bt*, che sono attive contro Lepidotteri, Ditteri e Coleotteri. Uno dei lavori più citati riguarda un evento inatteso ed imprevedibile: il rilascio della tossina *Bt* dalle radici di mais transgenico (*Bt*) nella rizosfera, dove mantiene la sua attività insetticida per almeno 234 giorni. (Saxena *et al.*, 1999). E' stato inoltre dimostrato che la tossina *Bt* è capace di legarsi attivamente alle particelle del suolo, dove resta protetta dalla degradazione microbica (Tapp e Stotzky, 1998; Saxena *et al.*, 2002). La presenza di proteine transgeniche negli essudati radicali e quindi nella rizosfera, è stata recentemente dimostrata anche in piante di melanzana GM capaci di produrre una proteina antimicrobica (defensina) (Turrini *et al.*, 2004a). Lavori recenti sugli effetti di piante transgeniche su un gruppo importante di microrganismi benefici, i funghi micorrizici, hanno dimostrato che la linea di mais *Bt* 176 riduce la crescita del micelio fungino e ritarda lo sviluppo della simbiosi, dimostrando anche la validità dell'uso di un sistema modello sperimentale basato sulle risposte dei funghi micorrizici alla presenza di piante GM (Turrini *et al.*, 2004b).

Alcuni autori hanno dimostrato che linee di patata GM che producono un'agglutinina di *Galanthus nivalis* e piante di *Brassica napus* resistenti all'erbicida glifosato modificano la composizione e la diversità delle comunità microbiche del suolo e della rizosfera (Griffiths *et al.*, 2000; Siciliano e Germida, 1999). Tali dati sono stati confermati da altri lavori che riportano cambiamenti, sia nella struttura, sia nell'attività della comunità microbica del suolo, causati dalla presenza di piante GM (Mansouri *et al.*, 2002; Oger *et al.* 2004; Schmalenberger *et al.*, 2002, 2003).

#### Trasferimento genetico orizzontale

In natura, così come in laboratorio, i geni possono essere trasferiti da un organismo all'altro, anche da piante a batteri e viceversa (Wakabayashi *et al.*, 1986; Heinemann and Sprague, 1989; Hooykaas, 1989; Doolittle *et al.*, 1990; Courvalin, 1995; Ellstrand *et al.*, 1999; Ellstrand *et al.*, 2001; Intrieri e Buiatti, 2001). Alcuni studi hanno dimostrato che geni ingegnerizzati possono essere trasferiti dalle piante GM ai batteri del suolo (Gebhard e Smalla, 1998). Gli autori della ricerca, insieme al gene oggetto di studio, hanno utilizzato un gene che conferiva resistenza ad un antibiotico in modo da individuare eventuali cellule microbiche trasformate contenenti i transgeni. Poiché i geni per la resistenza agli antibiotici sono geni batterici, le grandi quantità di essi rilasciate nell'ambiente con le coltivazioni transgeniche destano preoccupazioni legate alla possibilità che siano trasferiti ai batteri indigeni del suolo. Sebbene l'industria e l'ente statunitense *Food and Drug Administration* (FDA) abbiano affermato che i geni introdotti nelle piante non possono essere incorporati dai batteri (US FDA, 1995), le ricerche condotte da microbiologi del suolo hanno dimostrato trasferimento genetico orizzontale tra piante GM ed una specie batterica appartenente al genere *Acinetobacter* (Gebhard and Smalla, 1998). Negli esperimenti di trasformazione genetica, eseguiti in condizioni di laboratorio, 2 µg di DNA proveniente da barbabietola transgenica erano capaci di ottenere trasformanti batterici alla frequenza di  $5.4 \times 10^{-9}$ . Anche

l'omogeneizzato di foglie di barbabietola possedeva capacità trasformanti nei confronti di batteri del suolo, con frequenze di  $1.5 \times 10^{-10}$ . I risultati di laboratorio hanno evidenziato la possibilità di trasferimento di geni dai cromosomi delle cellule vegetali ai batteri del suolo competenti e forniti di sequenze omologhe. Questi dati sottolineano i rischi della disseminazione di transgeni nell'ambiente per mezzo di microrganismi del suolo, in particolare se si considera il largo uso di geni di resistenza agli antibiotici come geni marcatori nella produzione di piante e microbi GM. Il rischio di trasferimento orizzontale di geni dalle piante GM ai batteri terrestri e da questi ad un numero indefinitamente grande di altri batteri era stato finora considerato altamente improbabile, ma le recenti evidenze sperimentali suggeriscono di rivedere tali affermazioni. Infatti, quando si tratta di batteri, il significato della parola "evento improbabile" deve tener conto del fatto che in un grammo di terreno fertile vive circa un miliardo di batteri e si può facilmente calcolare che un miliardo di miliardi di batteri si può trovare in circa 3000 metri quadrati di suolo (Giovannetti, 2001). Così, il problema fondamentale riguardo alla "fuga di geni" è che se i geni coinvolti presentano dei pericoli, anche in presenza di una bassa frequenza di trasferimento genico orizzontale si deve tener conto dei potenziali rischi associati.

#### *Impatto dei transgeni vegetali sulle api*

I transgeni vegetali possono avere sulle api effetti diretti ed indiretti. Gli effetti diretti sono quelli che insorgono a seguito della ingestione da parte della ape della proteina espressa dal transgene.

*Effetti indiretti* - sono quelli derivanti da cambiamenti fenotipici dovuti alla ingegnerizzazione del transgene che risultano in una minore attrattività della pianta verso l'ape o da un minore valore nutritivo per l'ape delle componenti della pianta (Malone and Pham-Delegue, 2001).

*Effetti diretti* - questi dipendono sostanzialmente dalla natura, dalla espressione del transgene in parti della pianta normalmente utilizzate dagli apoidei quali il polline, il nettare, alcuni olii essenziali, il propoli o altri essudati come pure nella melata prodotta da alcuni fitofagi e dalla quantità consumata.

E' bene in questa sede specificare che mentre il polline è la componente primaria della dieta larvale delle api solitarie esso è, invece, una componente minore delle larve di ape mellifera. Queste, nel caso che siano destinate a diventare operaie vengono nutrite per i primi tre giorni dalla schiusa delle uova con gelatina reale, una sostanza abbastanza ricca in proteine e secreta dalle ghiandole ipofaringee delle api nutrici. Per i restanti due giorni prima della opercolatura le larve di ape mellifera vengono nutrite con un misto tra polline e miele definito "pane di polline". Nel caso in cui le larve di ape mellifera debbano essere destinate a diventare regine allora esse verranno nutrite dalla schiusa dall'uovo fino all'opercolatura dalle api nutrici solo con gelatina reale. Anche i bombi nutrono le proprie larve con un "pane di polline". Ben diverso è il caso della dieta negli adulti, infatti, mentre sono poche le

informazioni inerenti l'apporto proteico proveniente da polline nella dieta degli adulti delle api solitarie e comunque tutte volte a ipotizzare minimo il contributo del polline nella loro dieta (Felicioli *et al.*, 2004), ben noto è il rilevante apporto pollinifero alla dieta degli adulti di bombi e delle api mellifere comprese tra il primo ed il decimo giorno di vita immaginale. Nel caso delle api solitarie, invece, la madre mediante una serie di voli di foraggiamento approvvigiona una cella pedotrofica con tutto il polline necessario allo sviluppo della prole. Su questo polline viene deposto un uovo ed il nido chiuso. Tutto il polline sarà consumato dalla giovane larva una volta schiusa dall'uovo ed essendo un sistema chiuso tutto il polline in sostanza si trasforma in ape adulta, bozzolo, feci CO<sub>2</sub> ed acqua. Questa distinzione tra le diete delle larve e degli adulti nelle api sociali e nelle api solitarie assume una certa rilevanza se si considera che tutti gli esperimenti condotti fino adesso inerenti l'impatto di alcuni prodotti di transgeni vegetali sugli apoidei hanno avuto come ape da esperimento soltanto o ape mellifera o bombo terrestre in ogni caso ambedue api sociali. Geni Bt: I geni Bt sono isolati dal batterio *Bacillus thuringiensis*, essi esprimono proteine tossiche per alcuni insetti. Ceppi diversi del batterio producono proteine con diversa tossicità insetto-specifica. Le diverse Bt-proteine tossiche sono purificabili e quindi hanno permesso la realizzazione di una serie di esperimenti inerenti la loro tossicità nei confronti di alcuni organismi non target quali le api in condizioni di quantità e concentrazioni relazionate a quanto possibile trovare nelle piante transgeniche. La tabella 7 riassume l'effetto, sulla longevità, comportamento e sviluppo a seguito della assunzione di Bt-proteine da parte di api mellifiche e bombi in diversi stadi ontogenetici.

Tab. 3 - tavola sinottica degli apoidei testati con proteine Bt, gli effetti ottenuti e il riferimento bibliografico (elaborazione di Felicioli e Pinzauti, 2005 da Malone *et al.*, 2001a)

Proteina	Organismo	Tipo di esperimento	Stadio ontogenetico	Condizioni sperimentali	Riferimento bibliografico	Effetto
Cry 1 Ac	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	larva + adulto	laboratorio	Sims, 1995; Anon, 2000	nessuno
Cry 1 Ab	<i>Bombus terrestris</i>	Tossicità	larva + adulto	laboratorio	Babendreier <i>et al.</i> , 2004	nessuno
Cry 1 Ab	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	larva + pupa	laboratorio	Hanley, 2003	nessuno
Cry 1 Ab	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	larva	laboratorio e campo	Anon, 2000	nessuno
Cry 1 F	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	larva + pupa	laboratorio	Hanley, 2003	nessuno
Cry 9 C	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	larva	laboratorio	Anon, 2000	nessuno
Cry 3 A	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	larva	laboratorio	Anon, 2000	nessuno
Cry 3 B	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità e effetto sullo sviluppo	larva + pupa	campo	Arpaia 1996	nessuno
Cry 1 Ba	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità e consumo di cibo	adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 1999	nessuno
Cry 1 Ba	<i>Apis</i>	Tossicità e	adulto	campo	Malone <i>et al.</i> ,	nessuno

	<i>mellifera</i>	attività di volo			2001b	
Cry 1 Ba	<i>Apis mellifera</i>	Ghiandole ipofaringee e ali	adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 2004	nessuno
BT sweet corn	<i>Apis mellifera</i>	Orientazione, comunicazione	larva + adulto	campo	Embrey <i>et al.</i> , 2004	non riportato

Risulta particolarmente evidente che nessun studio è stato condotto nei confronti degli effetti delle Bt-proteine su altre api come quelle solitarie.

Geni per gli inibitori di proteasi: gli inibitori di proteasi sono proteine che inibiscono l'attività delle proteasi. Alcune di queste proteine se sono ingerite dalle api via polline o nettare possono inibire l'attività proteolitica degli enzimi digestivi causando anche la morte dell'insetto (Burgess *et al.*, 1994; Johnston *et al.*, 1995). L'impatto di un determinato inibitore di proteasi su di un insetto dipende dal pattern proteasico dell'apparato digerente dell'insetto stesso. Gli effetti generalmente sono dose-dipendenti proprio in virtù della interazione diretta molecola-molecola.

Le api mellifere ed i bombi utilizzano il proprio corredo enzimatico digestivo proprio per digerire le proteine della loro dieta che generalmente sono fornite dal polline ingerito. Effettivamente sono stati rilevati alcuni effetti negativi dovuti ad alcuni inibitori di serino-proteasi sia in ape mellifera che bombo.

Alla luce della bibliografia disponibile e trovata è risultato che gli inibitori di proteasi ingegnerizzati in piante di interesse agrario e testati contro le api sono: Bowman-Birk soybean trypsin inhibitor (BBI), Bovine pancreatic trypsin inhibitor (BPTI) nota anche come aprotinina, Soybean Kunits trypsin inhibitor (SBTI), Potato prteinase inhibitor1 (Pot 1), Potato proteinase inhibitor 2 (Pot2), Cowpea trypsin inhibitor (CpTI) e un inibitore di proteasi cisteinico la oryzacystatina 1 (OC1).

La tabella 4 riassume l'effetto, sulla longevità, comportamento e sviluppo a seguito della assunzione di inibitori di serino-proteasi da parte di api mellifiche e bombi in diversi stadi ontogenetici.

Tab. 4 - Tavola sinottica degli apoidei testati con inibitori di serino-proteasi, effetti ottenuti e riferimento bibliografico (elaborazione di Felicioli e Pinzauti, 2005 da Malone *et al.*, 2001a)

Serino proteasi	Organismo	Tipo di esperimento	Stadio ontogenetico	Condizioni sperimentali	Riferimento bibliografico	Effetto
BBI	<i>Apis mellifera</i>	Mortalità	adulto	laboratorio	Belzunces <i>et al.</i> , 1994	nessuno
BBI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Girard <i>et al.</i> , 1998	si
BBI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Sandoz, 1996; Pham-Delegue <i>et al.</i> , 2000	si
BBI	<i>Apis mellifera</i>	Saggio estensione ligula	adulto	laboratorio	Girard <i>et al.</i> , 1998; Pham-Delegue <i>et al.</i> , 2000	si
BPTI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	Adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> ,	si

			neofarfallato		1995; Burgess <i>et al.</i> , 1996	
BPTI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	Adulto neofarfallato	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 2001b	si
BPTI	<i>Apis mellifera</i>	Sviluppo gh. Ipoфар.	adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 2004	nessuno
BPTI	<i>Bombus terrestris</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 2000	nessuno
SBTI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	Adulto neofarfallato	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 1995; Burgess <i>et al.</i> , 1996	si
SBTI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Sandoz, 1996; Pham-Delegue <i>et al.</i> , 2000	si
SBTI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità e consumo di cibo	adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 1999	?
SBTI	<i>Bombus terrestris</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 2000	si
SBTI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità e attività di volo	adulto	campo	Malone <i>et al.</i> , 2001b	si
SBTI	<i>Apis mellifera</i>	Saggio estensione ligula	adulto	laboratorio	Pham-Delegue <i>et al.</i> , 2000	si
SBTI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	larva	laboratorio	Brodsgaard <i>et al.</i> , 2003	si
SBTI	<i>Bombus terrestris</i>	Tossicità	Larva+adulto	laboratorio	Bebendreier <i>et al.</i> , 2004	si
POT1	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 1998	si
POT2	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 1998	si
POT 1	<i>Bombus terrestris</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 2000	si
POT2	<i>Bombus terrestris</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Malone <i>et al.</i> , 2000	si
CpT1	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Picard-Nizou <i>et al.</i> , 1997	nessuno
CpT1	<i>Apis mellifera</i>	Saggio estensione ligula	adulto	laboratorio	Picard-Nizou <i>et al.</i> , 1997	nessuno

La tabella 5 riassume l'effetto, sulla longevità, comportamento e sviluppo a seguito della assunzione di inibitori di cisteino-proteasi da parte di api mellifiche e bombi in diversi stadi ontogenetici.

Tab. 5 - tavola sinottica degli apoidei testati con inibitori di cisteino-proteasi, gli effetti ottenuti e il riferimento bibliografico (elaborazione di Felicioli e Pinzauti, 2005 da Malone *et al.*, 2001a)

Cisteino proteasi	Organismo	Tipo di esperimento	Stadio ontogenetico	Condizioni sperimentali	Riferimento bibliografico	Effetto
OCI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Girard <i>et al.</i> , 1998	nessuno
OCI	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	adulto	laboratorio	Sandoz, 1996	si
OCI	<i>Apis mellifera</i>	Saggio estensione	adulto	laboratorio	Girard <i>et al.</i> , 1998 Pham-	si

		ligula			Delegue <i>et al.</i> , 2000	
Cistatina del bianco d'uovo	<i>Apis mellifera</i>	Tossicità	adulto	Laboratorio	Girard <i>et al.</i> , 1998	si

Le ricerche fin qui condotte inerenti gli effetti diretti degli inibitori di proteasi sulle api mellifere e bombi suggeriscono la presenza di preoccupanti effetti negativi sulla attività proteasica del tratto digerente di questi insetti con ripercussioni sulla loro longevità. Inoltre questi effetti negativi sembrano essere differenziati in funzione del tipo di inibitore di proteasi indagato e della concentrazione utilizzata.

È importante rilevare che non ci sono studi mirati a rilevare le conseguenze di una assunzione di dosi sub-letali ripetute nel tempo di inibitori di proteasi. Ed ancora una volta non ci sono studi inerenti le conseguenze della assunzione degli inibitori di proteasi da parte di apoidei diversi dall'ape mellifera e bombo. Di particolare rilievo è anche il fatto che pochi studi sono disponibili inerenti la composizione proteasica del tratto digerente degli apoidei solitari. Al riguardo sono disponibili solo dati preliminari sulla attività proteasica durante l'ontogenesi di *Megachile rotundata* (Felicioli *et al.*, 2004).

*Geni per le chitinasi* - Nessun effetto negativo anche a dosaggi relativamente alti sono stati rilevati (Picard-Nizou *et al.*, 1997).

*Geni per la glucanasi* - In questo caso sorprendentemente il gruppo di api sperimentale ha mostrato una significativa riduzione nel numero di estensioni della ligula (Picard-Nizou *et al.*, 1997).

*Geni per proteine leganti la biotina* - I risultati hanno consentito di escludere un qualche effetto negativo anche a dosaggi relativamente alti. Molto recentemente lo stesso tipo di esperimento è stato condotto nei riguardi di api mellifere adulte neosfarfallate così da verificare gli effetti sullo sviluppo delle ghiandole ipofaringeeali (responsabili della secrezione della gelatina reale). Anche in questo caso non sono stati riscontrati effetti negativi (Malone *et al.*, 2004).

*Effetti indiretti* - sono quelli derivanti da cambiamenti fenotipici dovuti alla ingegnerizzazione del transgene che risultano in una minore attrattività della pianta verso l'ape o da un minore valore nutritivo per l'ape delle componenti della pianta (Malone and Pham-Delegue, 2001). Ulteriori studi sono necessari inerenti l'insieme delle piante Bt-transgeniche per definire ed eliminare del tutto la possibile presenza di alterazioni del fenotipo della pianta che possa ripercuotersi in qualche modo sulle api.

#### *Impatto che le api possono avere sui transgeni vegetali "pollen and gene flow"*

Alcuni studi sono in corso per la messa a punto di trappole per polline da mettere intorno ai campi con colture transgeniche così da una parte monitorare il flusso di dispersione del polline e dall'altra anche tentare di porre dei limiti alla dispersione stessa (Williams, 2001). In questo ambito particolarmente interessanti sono quegli studi che vedono l'impiego di nidi

artificiali per apoidei solitari e fioriture competitive per monitorare e limitare la dispersione di polline transgenico (Sick e Kune, 2004).

### Trasferimento genico trasversale

Nel 2004 è stato riportato un esperimento dove nell'apparato digerente di operaie di ape mellifera che foraggiavano polline in colza transgenica per la resistenza agli erbicidi è stato trovato un lievito, *Pichia ohmeri*, dotato del gene sintetico per la tolleranza all'erbicida (phosphinotricine acetyl transferase, PAT). Il lievito così trasformato è stato dato in pasto ad api mellifere sperimentali così da vedere le possibili conseguenze o effetti negativi su di esse. L'esperimento riporta nessun effetto negativo sulle api ed una progressiva scomparsa del lievito contenente il gene nuovo nel giro di una decina di giorni.

### **3. Le sperimentazioni di campo**

Nel 2005, nell'ambito del Bando di ricerca sulla coesistenza degli OGM, sono state realizzate dai tecnici dell'ARSIA tre prove per la verifica della diffusione dell'inquinamento all'interno della coltivazione in tre differenti aree agricole della regione caratterizzate da diverse caratteristiche climatiche e colturali. Le prove sono state poi ripetute durante l'anno 2007.

#### *3.1 Materiali e metodi*

##### Fase di impianto e coltivazione

Le prove di campo condotte durante l'anno 2005 hanno previsto l'adozione di un protocollo definito in collaborazione con il Centro Interdipartimentale per le Biotecnologie di Interesse Agrario, Chimico, Industriale – CIBIACI dell'Università degli studi di Firenze, basato sull'utilizzazione di mais di varietà Adonis blu (B73xMO17), classe 600, come marcatore naturale dominante per il colore scuro e di un ibrido ricevente incolore della stessa classe e ciclo (128-130 gg.), individuato nel 34n43 Pioneer. Le prove sono state svolte in tre siti differenti: in provincia di Pisa a San Piero a Grado presso il Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa, ad Alberese in provincia di Grosseto, entrambe in area litoranea, e in provincia di Arezzo presso l'Azienda regionale di Cesa, sede del Centro sperimentale OGM.

Le prove sono state poi ripetute durante l'anno 2007 e sono state svolte nei medesimi siti in provincia di Pisa e di Arezzo, mentre per la provincia di Grosseto sono state eseguite a Follonica. Queste hanno previsto l'adozione di un protocollo basato sull'utilizzazione di due varietà commerciali di mais, il Pioneer bianco pr32b10 come ricevente e il costanza come ibridatore, entrambi di classe 600 con ciclo di 132 giorni. Questa scelta è stata legata alle problematiche riscontrate durante la campagna dell'anno precedente, durante la quale l'ibrido utilizzato come marcatore, non rappresentando una varietà commerciale, ha avuto uno sviluppo vegetativo e conseguentemente fecondativo inferiore rispetto alla varietà ricevente.



In entrambe le annate, l'impianto ha previsto le seguenti caratteristiche:

- Appezamento a mais di almeno 1 ettaro;
- Semina a macchina con investimento di circa 80-82.000 piante/ha (distanza fra le file 70 cm, distanza sulla fila 17,5 cm);
- Epoca di semina fine aprile /inizio maggio (al centro dell'appezzamento doveva essere lasciata un'area circolare non seminata pari a circa 1.000 piante (del raggio di circa 7 m).

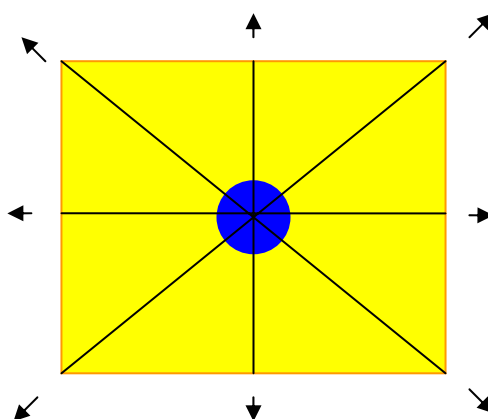


Fig 10 - Schema della semina delle due varietà di mais nell'appezzamento sperimentale e delle diretti dei controlli

La semina nella parcella centrale, segnalata con paletti alti e con nastro colorato in modo da potere essere facilmente individuata in qualsiasi momento della stagione, è stata realizzata a mano facendo lungo la fila buchette della profondità di 7 – 10 cm inserendo il seme, ricoprendo e pressando la terra rispettando le stesse distanze di investimento della parte seminata a macchina (distanza fra le file 70 cm, distanza sulla fila 17,5 cm). La tecnica agronomica utilizzata è stata quella normalmente adottata nell'area, praticando l'irrigazione in base alle caratteristiche della zona ed alle necessità stagionali.

Nel corso della stagione sono stati previsti alcuni controlli di entrambe le varietà per verificarne il germogliamento e, successivamente, il loro sviluppo, la fuoriuscita delle infiorescenze femminili e maschili, la crescita delle pannocchie ed, infine, il loro grado di maturazione.

Durante la sperimentazione sono stati rilevati i seguenti parametri, utili all'implementazione modello di simulazione del flusso pollinico messo a punto dall'Università di Pisa, oltre ai risultati direttamente ottenibili riguardo al potenziale livello di contaminazione degli appezzamenti limitrofi ad una sorgente di colture GM nelle aree indagate:

- parametri biometrici, altezza della pianta compresa l'infiorescenza maschile e altezza di inserzione della pannocchia;
- parametri fenologici, data di fioritura maschile e femminile (emissione delle setole) ed epoca di maturazione (comparsa del punto nero sulla cariosside);

- parametri produttivi, produzione di biomassa totale e utile suddividendo la granella bianca da quella gialla (nel caso specifico, la gialla indica il livello di inquinamento genico).

In aggiunta, è stato determinato il peso dei 1.000 semi per stimare in peso e numericamente il livello di inquinamento rispetto al potenziale.

Sono stati, inoltre, rilevati i seguenti dati meteorologici:

- temperatura (min-max-med);
- precipitazioni;
- umidità relativa;
- stress idrico (prima e durante del periodo di fioritura);
- velocità e la direzione del vento (durante il periodo di fioritura).

### Controllo finale

Il controllo finale, previsto al momento della raccolta, è stato messo a punto secondo la schematizzazione di seguito illustrata.

L'appezzamento è stato idealmente suddiviso da 2 coppie di linee ortogonali fra loro che si intersecano al centro della parcella centrale seminata con il mais marcatore, in modo da suddividere tutto l'appezzamento della prova in 8 settori della stessa dimensione (rif. Fig. 1). Considerando come punto 0 di ogni porzione di linea il punto in cui questa esce dalla parcella centrale, sono stati individuati, in entrambi i sensi di ciascuna linea, 7 punti di monitoraggio per un totale di 14 punti per linea completa e per un totale di 56 punti per appezzamento considerando tutte e 8 le linee.

*Distanze in metri fra i vari punti di monitoraggio:*  
-100, -80, -60, -40, -20, -10, -5, 0, +5, +10, +20, +40, +60, +80, +100

La parcella centrale non è stata controllata. Nel caso in cui la dimensione del campo non ha consentito di individuare tutti i punti di monitoraggio previsti, l'individuazione è stata limitata a tutti quelli ricadenti nella superficie dell'appezzamento (in ogni caso, è necessario che il campo rispetti comunque le dimensioni che sono state stabilite, apportando eventualmente solo piccole variazioni; se non fosse possibile occorre scegliere un altro campo). Ad ogni punto di monitoraggio sono state raccolte 45 spighe dalle piante ricadenti nel raggio di circa 1,5 metri facendo centro il punto stesso. Al momento del distacco, sono state scartocciate per verificare lo stato di ibridazione (presenza di carioidi colorate). Il numero delle pannocchie ibridate e di quelle non ibridate e quello totale sono stati riportati per ogni punto di monitoraggio per direttrice. Le pannocchie raccolte sono state sistemate in due sacchi, uno con quelle ibridate e uno con quelle non ibridate.

I sacchi sono stati contraddistinti con cartellini riportanti il nome dell'azienda, la direttrice di controllo, il numero del punto di monitoraggio ed il tipo di pannocchie (ibridate- non ibridate).

Alla fine del controllo in campo, tutti i sacchi sono stati sottoposti al controllo delle cariossidi.

Per ogni direttrice di controllo e per ogni punto di monitoraggio di ciascuna prova, sulle pannocchie ibridate sono state contate il numero di cariossidi colorate. Successivamente, le pannocchie controllate sono state trebbiate insieme alle pannocchie non ibridate raccolte nello stesso punto di monitoraggio con la trebbiatrice per prove parcellari. La granella è stata insaccata e i sacchi sono stati contrassegnati con il cartellino del punto di monitoraggio e pesati con una bilancia di precisione. Dal peso rilevato è stato sottratto il peso del sacco (tara). Dal sacco di granella di ciascun punto di monitoraggio è stato prelevato un campione di semi di circa un chilo. Presso il laboratorio dell'Azienda di Cesa, con una apposita macchina sono stati contati 1.000 semi, sono stati pesati con una bilancia elettronica di precisione e dal peso rilevato è stato sottratto il peso del sacchetto (tara) e determinato il peso medio di una cariosside.

Con un altro strumento è stata determinata l'umidità ed il peso ettolitrico del campione.

Dividendo il peso totale delle cariossidi di ciascun punto di monitoraggio per il peso medio di una cariosside è stato calcolato il numero totale di cariossidi prodotte dalle 45 piante controllate in ciascun punto di monitoraggio. Sottraendo dal numero totale delle cariossidi di ciascun punto di monitoraggio il numero di cariossidi ibridate contate per quel punto di monitoraggio è stato ottenuto il numero di cariossidi non ibridate.

Con questi dati è stato possibile calcolare la percentuale di ibridazione per ciascun punto di monitoraggio.

I dati sono stati riportati in una tabella in cui per ogni direttrice controllata e per ogni punto di monitoraggio è riportata la percentuale di ibridazione.

Nella realtà operativa purtroppo non è stato sempre possibile adottare alla lettera i protocolli messi a punto, soprattutto per quanto riguarda la dimensione e la forma degli appezzamenti, il numero di punti di monitoraggio per il controllo finale ed il numero di spighe prelevate in ciascun punto di monitoraggio. Tali problematiche sono state dovute alle caratteristiche degli appezzamenti effettivamente disponibili per la realizzazione delle prove e al numero di piante e quindi di spighe giunte a maturazione a seguito di eventi imprevedibili ed imprevedibili come l'invasione di animali selvatici che nel sito grossetano durante l'annata del 2006 hanno distrutto numerose piante.

### *3.2 Risultati delle prove anno 2005*

Si riportano le tabelle e i grafici polari dei risultati ottenuti nelle tre prove e della direzione e intensità dei venti dominanti rilevati nelle tre zone in cui sono state realizzate le prove.

*Prova flusso genico e percentuali di inquinamento: Alberese GR*

Tab. 6 - Distribuzione spaziale spighe inquinate (%) - GROSSETO

	5	10	20	40	60	80
N	6,7	3,3	0,0	0,0	0,0	3,3
NW	50,0	20,0	0,0			
W	35,7	6,9				
SW	26,7	3,3	3,3			
S	3,3	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0
SE	33,3	20,0	3,3			
E	44,8	43,3				
NE	0,0	3,3	0,0			

Tab 7 - Distribuzione spaziale della percentuale di inquinamento - GROSSETO

	5	10	20	40	60	80
N	0,0179	0,0062	0,0000	0,0000	0,0000	0,0056
NW	0,3634	0,0651	0,0000			
W	0,2470	0,0134				
SW	0,2998	0,0057	0,0072			
S	0,0096	0,0062	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SE	0,2233	0,0459	0,0093			
E	0,5256	0,2318				
NE	0,0000	0,0162	0,0000			



Foto 1: Il campo sperimentale di Alberese; si notano le fallanze dovute all'intrusione di animali selvatici

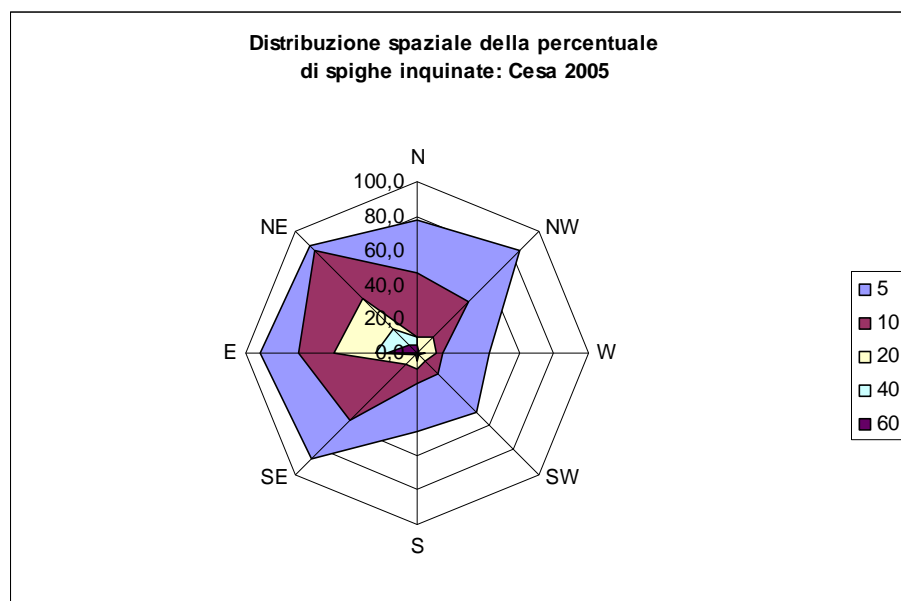


Fig. 11 - Grafico polare della distribuzione spaziale delle spighe inquinate nella prova di Grosseto

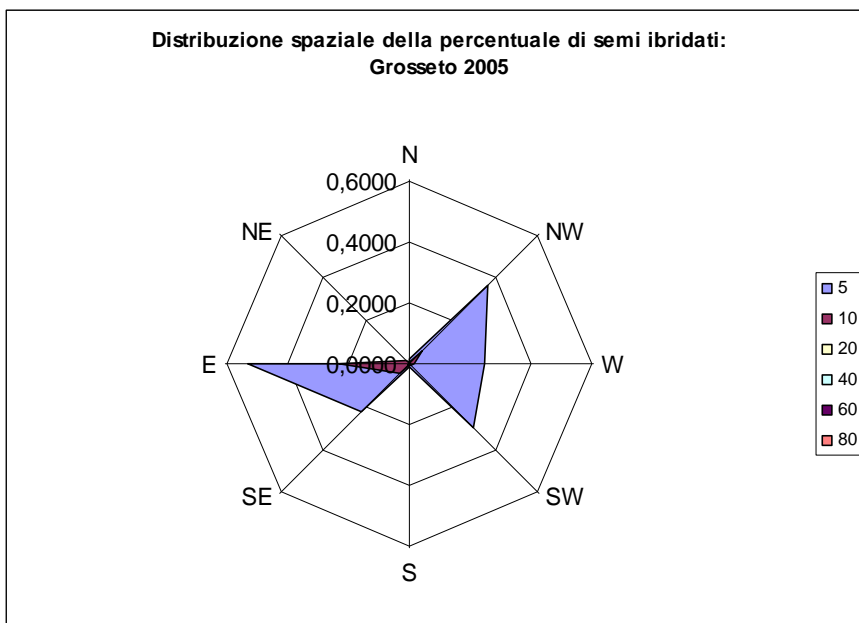


Fig. 12 - Grafico polare della distribuzione spaziale dei semi ibridati nella prova di Grosseto

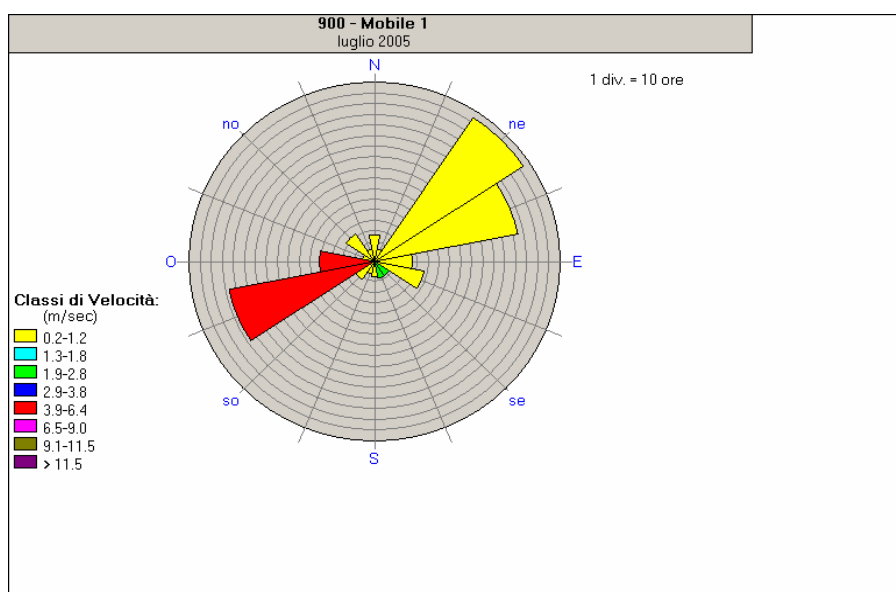


Fig 13 - Grafico polare della direzione e della intensità dei venti dominanti rilevati dalla stazione mobile posta in prossimità della prova di Alberese (GR)

*Prova flusso genico e percentuali di inquinamento: S. Piero a Grado – PISA*

Tab. 8 - Distribuzione spaziale spighe inquinate (%)- PISA

	5	10	20	40	60
<b>N</b>	13,3	2,2	4,4	2,2	
<b>NW</b>	21,7	15,6	2,2	0,0	
<b>W</b>	55,6	33,3	6,7	0,0	
<b>SW</b>	20,0	8,9	2,2	0,0	
<b>S</b>	22,7	2,2	0,0	2,2	
<b>SE</b>	43,2	13,0	24,4	0,0	
<b>E</b>	93,3	57,8	21,4	4,4	
<b>NE</b>	71,1	31,1	24,4	0,0	

Tab. 9 - Distribuzione spaziale della percentuale di inquinamento - PISA

	5	10	20	40	60
<b>N</b>	0,0242	0,0032	0,0073	0,0036	
<b>NW</b>	0,0617	0,0412	0,0035	0,0000	
<b>W</b>	0,1618	0,0935	0,0125	0,0000	
<b>SW</b>	0,0484	0,0201	0,0036	0,0000	
<b>S</b>	0,0721	0,0046	0,0000	0,0045	
<b>SE</b>	0,2205	0,0293	0,0534	0,0000	
<b>E</b>	1,0967	0,2210	0,0746	0,0080	
<b>NE</b>	0,5502	0,1136	0,0664	0,0000	



Foto 2: Il campo sperimentale di San Piero Grado (PI).

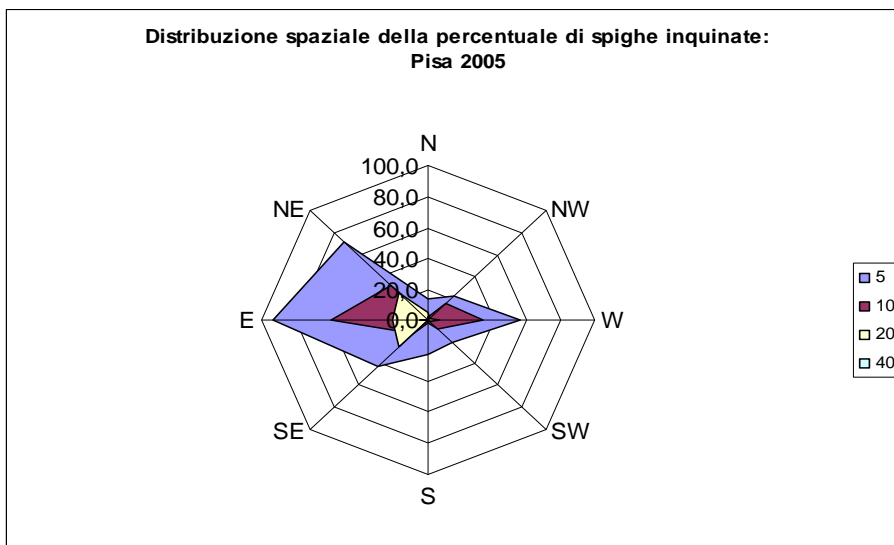


Fig. 14 - Grafico polare della distribuzione spaziale delle spighe inquinate nella prova di San Piero a Grado (PI)

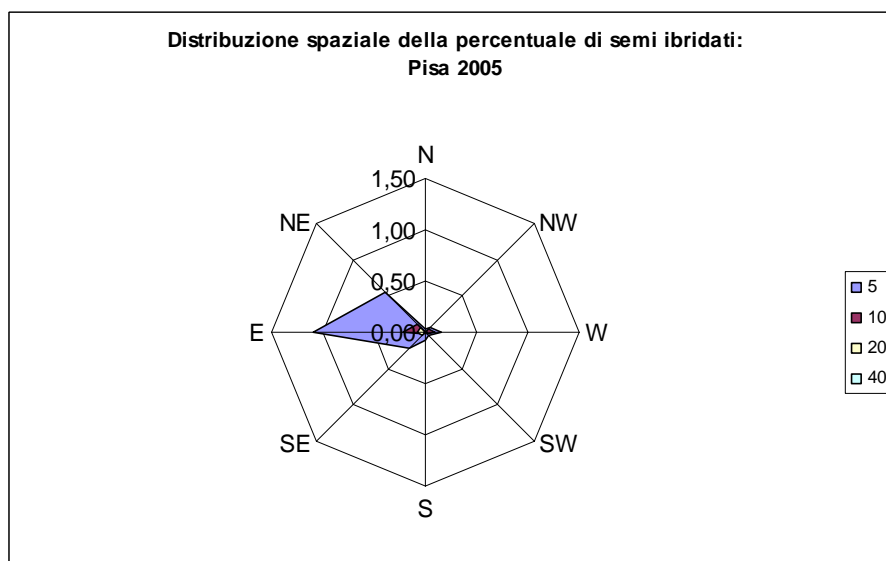


Fig. 15 - Grafico polare della distribuzione spaziale dei semi ibridati nella prova di San Piero a Grado (PI)



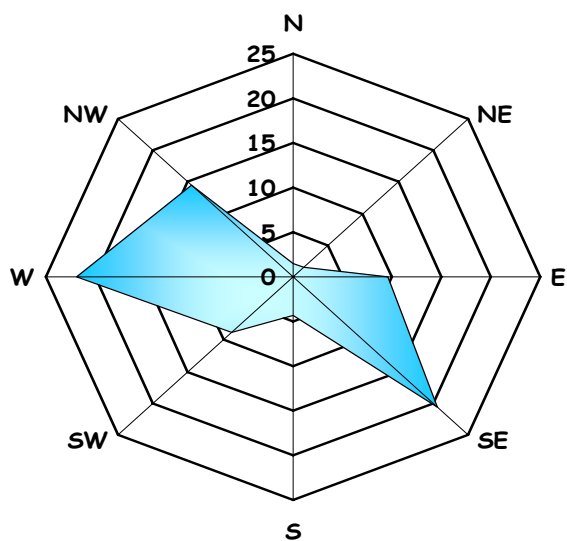


Fig 16 - Grafico polare della direzione e della intensità dei venti dominanti rilevati dalla stazione posta in prossimità della prova posta in prossimità della prova di San Piero a Grado (PI)

*Prova flusso genico e percentuali di inquinamento: Cesa – AREZZO*

Tab. 10 –Distribuzione spaziale spighe inquinate (%) - CESA

	5	10	20	40	60
N	77,8	46,7	8,9	8,9	4,4
NW	84,4	42,2	13,3	0,0	2,2
W	42,2	15,2	11,1	4,4	0,0
SW	48,9	17,8	6,5	2,2	2,2
S	45,7	17,8	8,9	4,4	2,2
SE	86,7	55,6	8,9	2,2	0,0
E	91,3	68,9	48,9	24,4	17,8
NE	89,1	84,4	44,4	20,0	6,7

Tab. 11 – Distribuzione spaziale della percentuale di inquinamento CESA

	5	10	20	40	60
<b>N</b>	0,5905	0,1228	0,0133	0,0137	0,0070
<b>NW</b>	0,6646	0,1062	0,0236	0,0000	0,0031
<b>W</b>	0,1062	0,0232	0,0018	0,0063	0,0000
<b>SW</b>	0,3370	0,0333	0,0155	0,0031	0,0030
<b>S</b>	0,4144	0,0344	0,0130	0,0068	0,0031
<b>SE</b>	1,0011	0,1600	0,0125	0,0032	0,0000
<b>E</b>	1,9530	0,2434	0,1229	0,0349	0,0346
<b>NE</b>	1,6413	0,4560	0,1080	0,0040	0,0123



Foto 3: Il campo sperimentale di Cesa

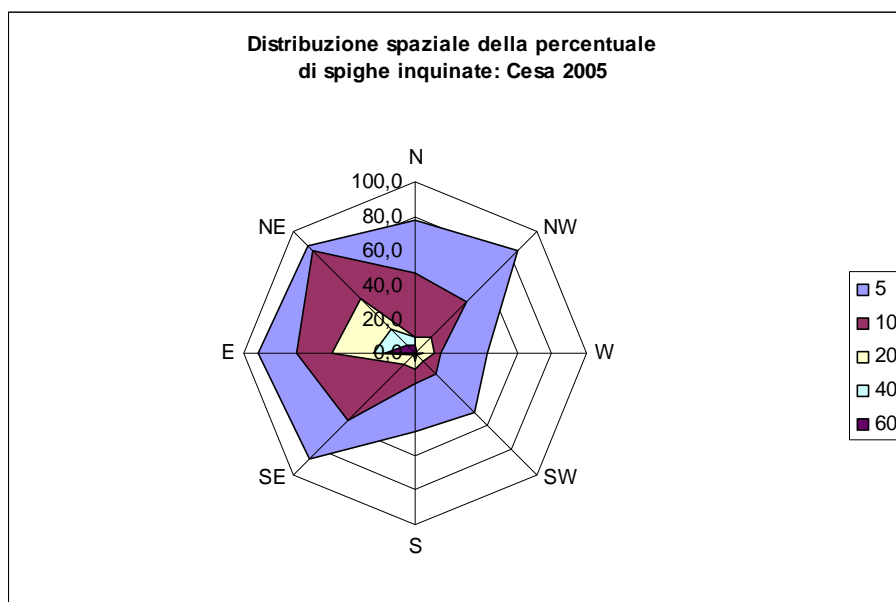


Fig. 17 - Grafico polare della distribuzione spaziale delle spighe inquinate nella prova di Cesa (Ar)

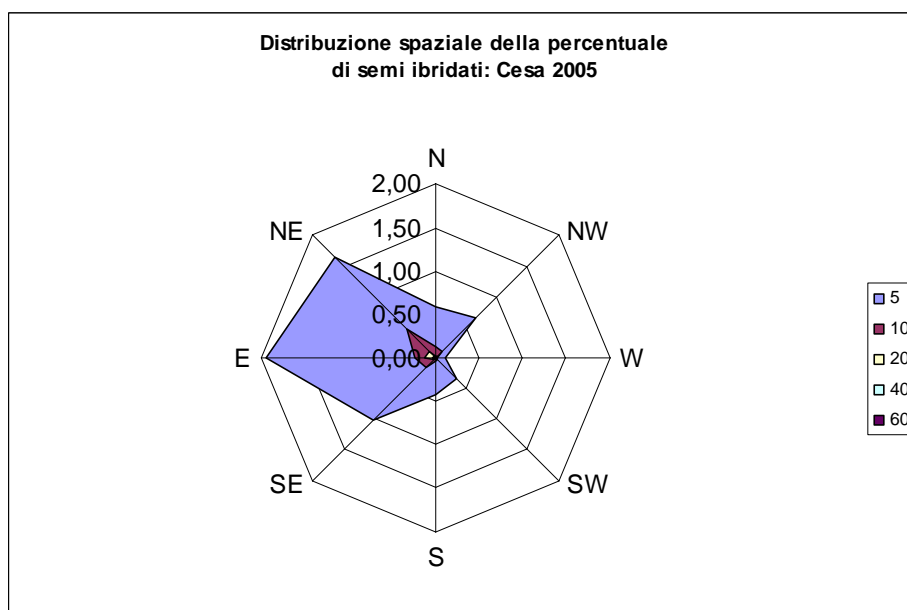


Fig. 18 - Grafico polare della distribuzione spaziale dei semi ibridati nella prova di Cesa (Ar)

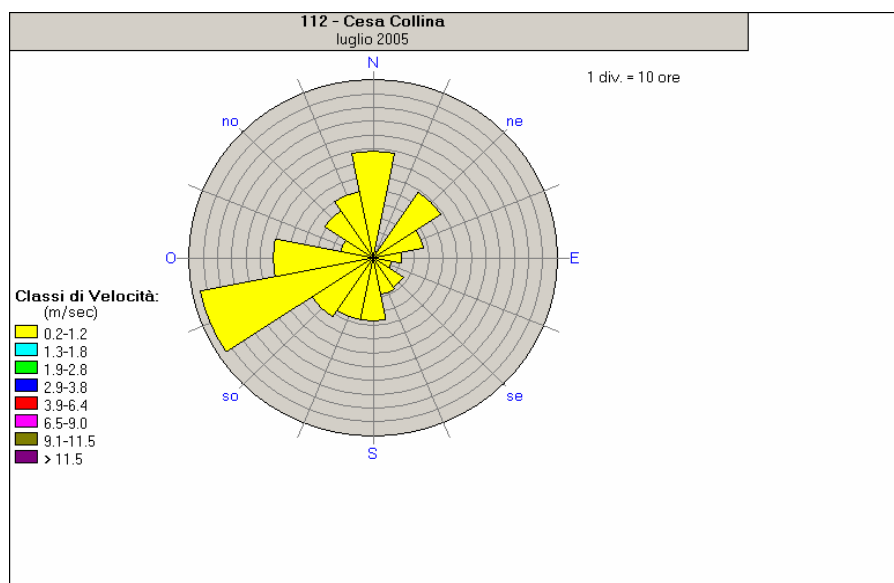


Fig 19 - Grafico polare della direzione e della intensità dei venti dominanti rilevati dalla stazione posta nell'Azienda Regionale di Cesa (Ar)



Foto 4: Presenza di cariossidi colorate nelle spighe della varietà ricevente a conferma dell'avvenuta ibridazione

Le tre prove hanno confermato quanto emerso dalla sperimentazioni svolte in precedenza, vale a dire la possibilità di inquinamento da parte di una varietà marcatrice posta al centro di un appezzamento di mais nei confronti di una varietà commerciale. Le direttrici dell'inquinamento seguono le direzione dei venti dominanti della zona in cui si sono svolte le prove e le percentuali di inquinamento si riducono progressivamente all'aumentare della distanza dal fuoco centrale fonte dell'inquinamento.

Il risultato più evidente ottenuto è dato dalle distanze a cui è stato possibile ritrovate piante con pannocchie inquinate: 80 metri ad Alberese, 60 metri a Cesa e 40 a San Piero a Grado. Nei casi di Cesa e San Piero Grado è da tenere conto che il controllo a 40 e 60 metri è stato realizzato ai limiti dell'appezzamento e che pertanto non è da escludere anche in questi casi il superamento di queste distanze di inquinamento.

### 3.3 Risultati delle prove anno 2007

Si riportano di seguito i grafici relativi ai risultati ottenuti nelle tre prove condotte durante l'anno 2007.

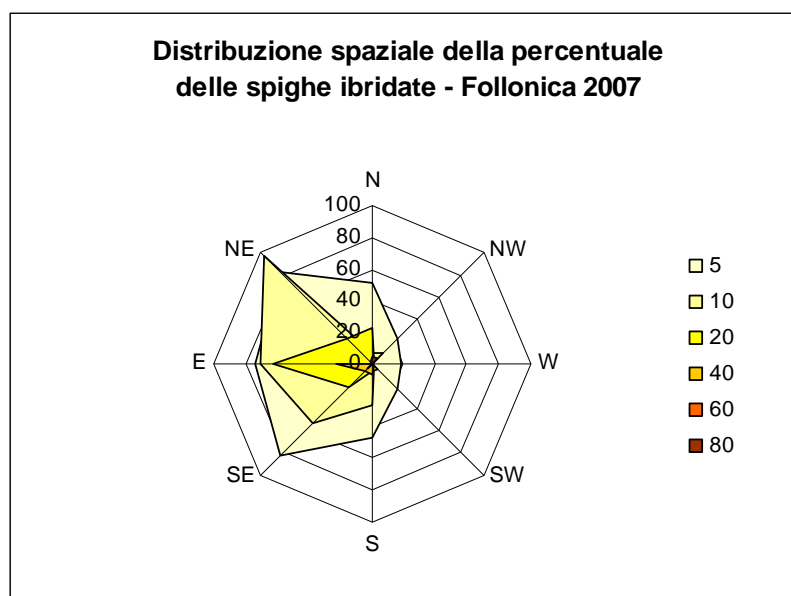


Fig. 20 - Grafico polare della distribuzione spaziale delle spighe inquinate nella prova di Follonica (GR)

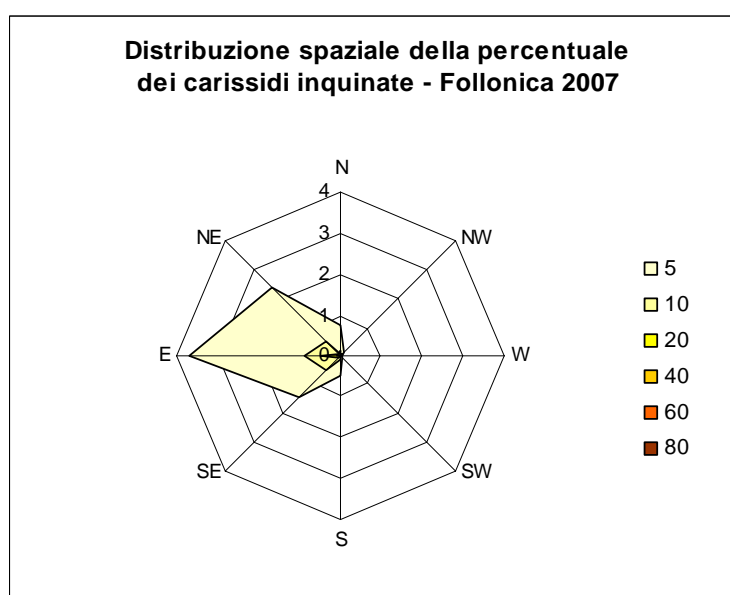


Fig. 21 - Grafico polare della distribuzione spaziale della percentuale di cariossidi inquinate nella prova di Follonica (GR)

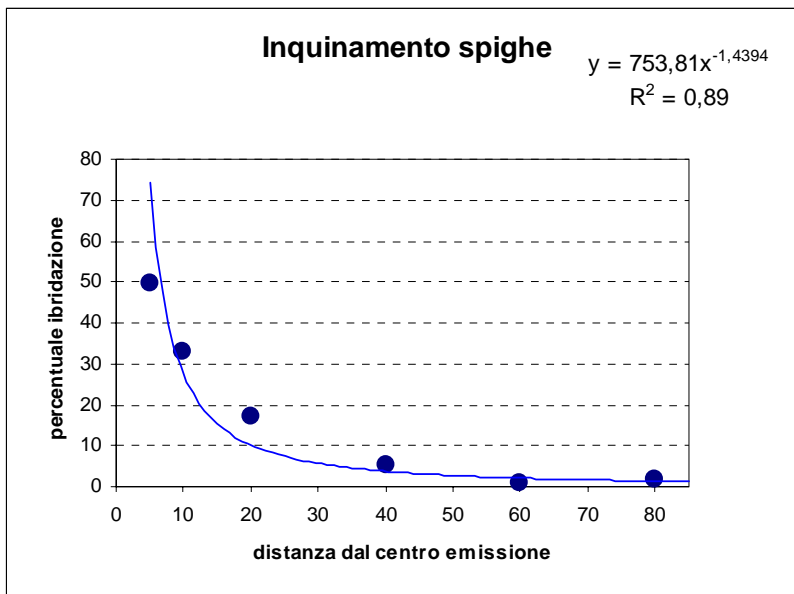


Fig. 22 – Andamento della percentuale di ibridazione delle spighe in relazione alla distanza dal centro di emissione nella prova di Follonica (GR)

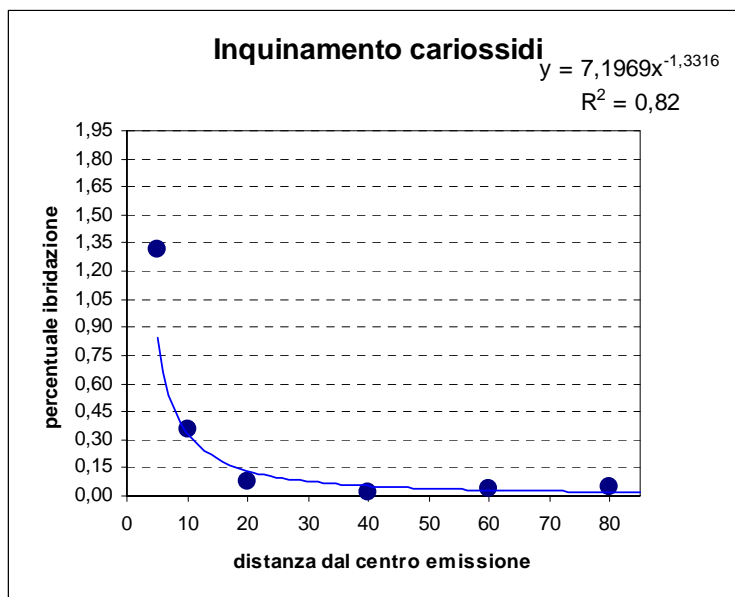


Fig. 23 – Andamento della percentuale di ibridazione delle cariossidi in relazione alla distanza dal centro di emissione nella prova di Follonica (GR)



Foto 5 - campi sperimentali di Follonica (GR)

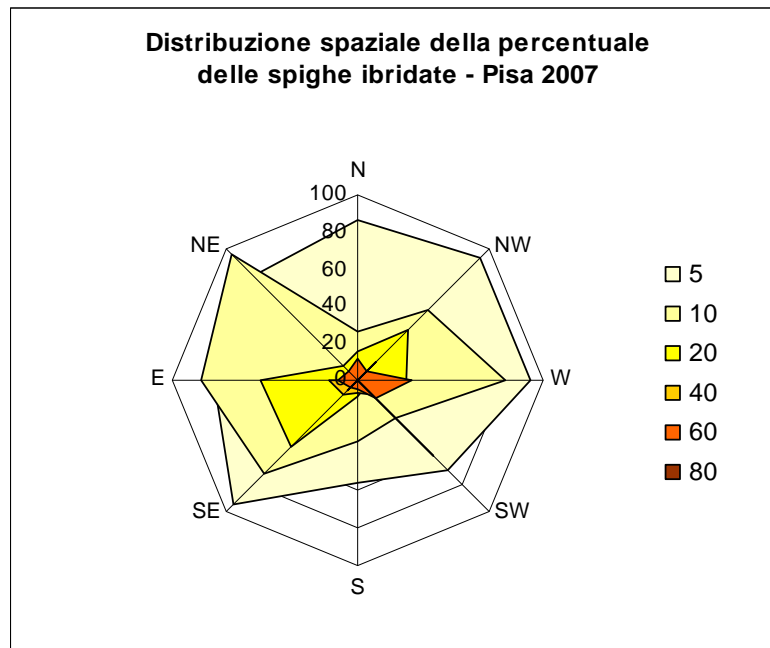


Fig. 24 - Grafico polare della distribuzione spaziale delle spighe inquinate nella prova di S. Piero a Grado (PI)



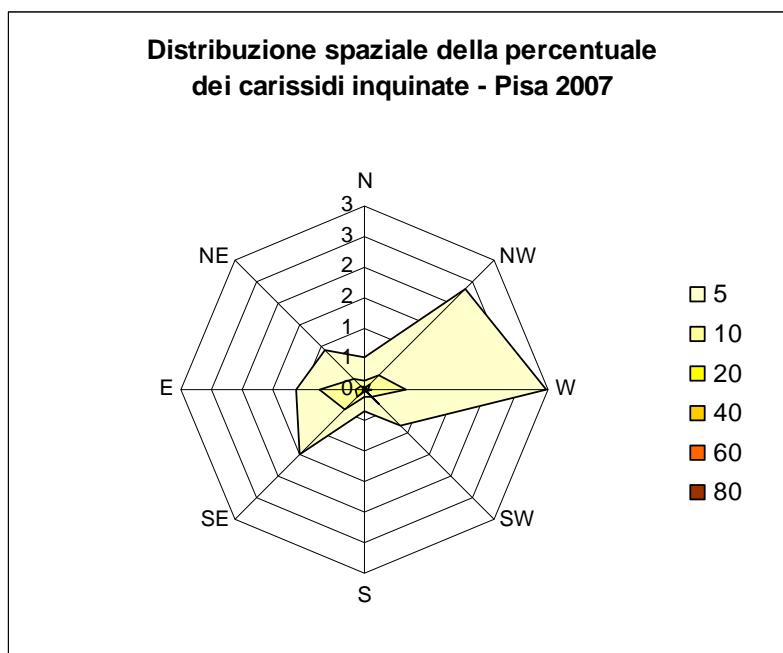


Fig. 25 - Grafico polare della distribuzione spaziale delle cariossidi inquinate nella prova di S. Piero a Grado (PI)

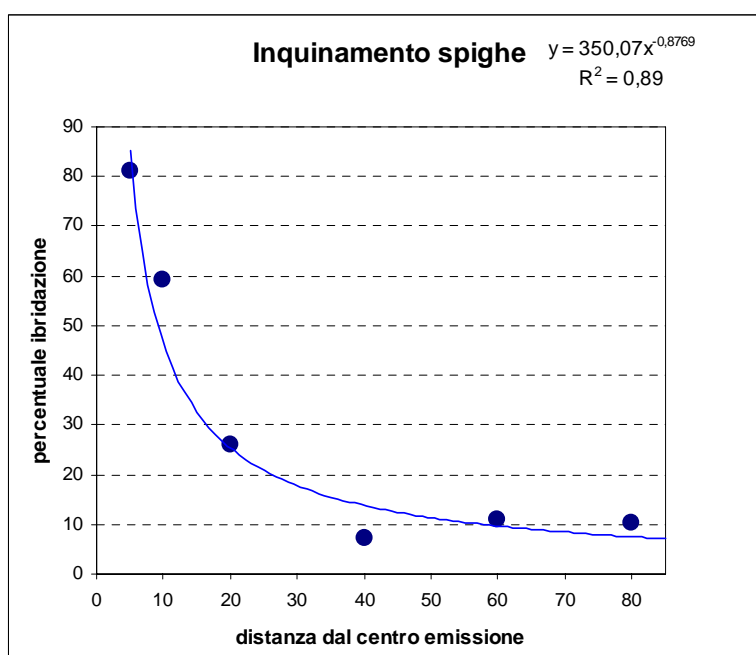


Fig. 26 – Andamento della percentuale di ibridazione delle spighe in relazione alla distanza dal centro di emissione nella prova di S. Piero a Grado (PI)



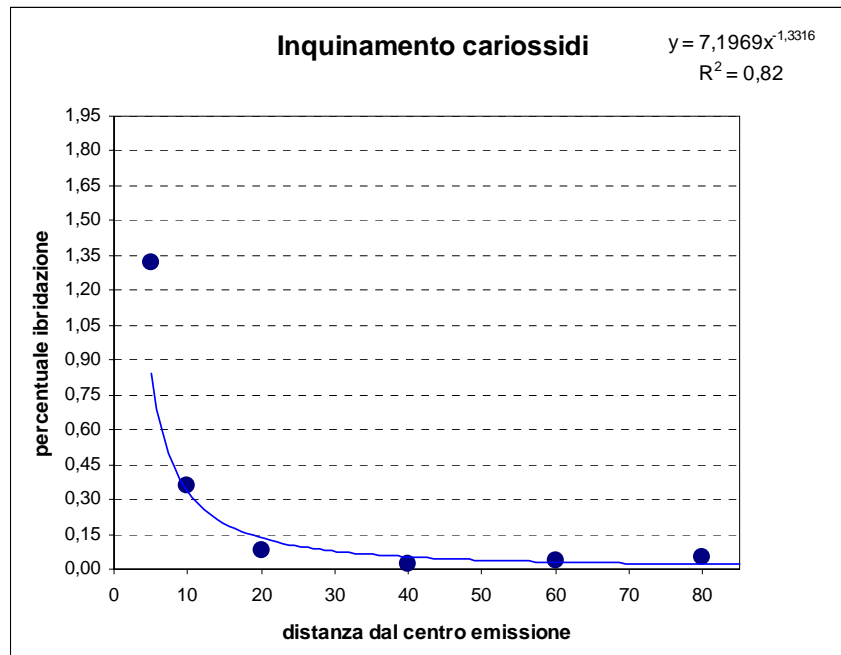


Fig. 27 – Andamento della percentuale di ibridazione delle cariossidi in relazione alla distanza dal centro di emissione nella prova di S. Piero a Grado (PI)



Foto 6 - particolare delle spighe nei campi sperimentali di S. Piero a Grado (PI)

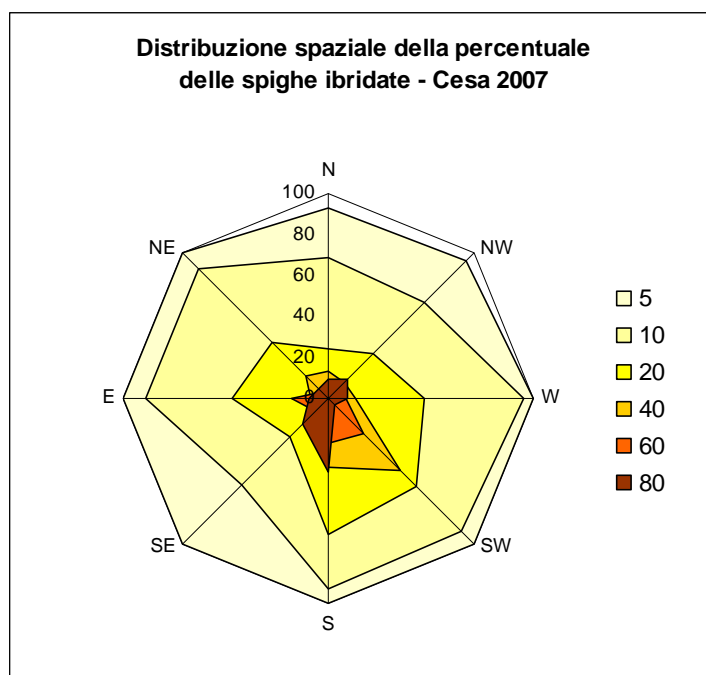


Fig. 28 - Grafico polare della distribuzione spaziale delle spighe inquinate nella prova di Cesa (AR)

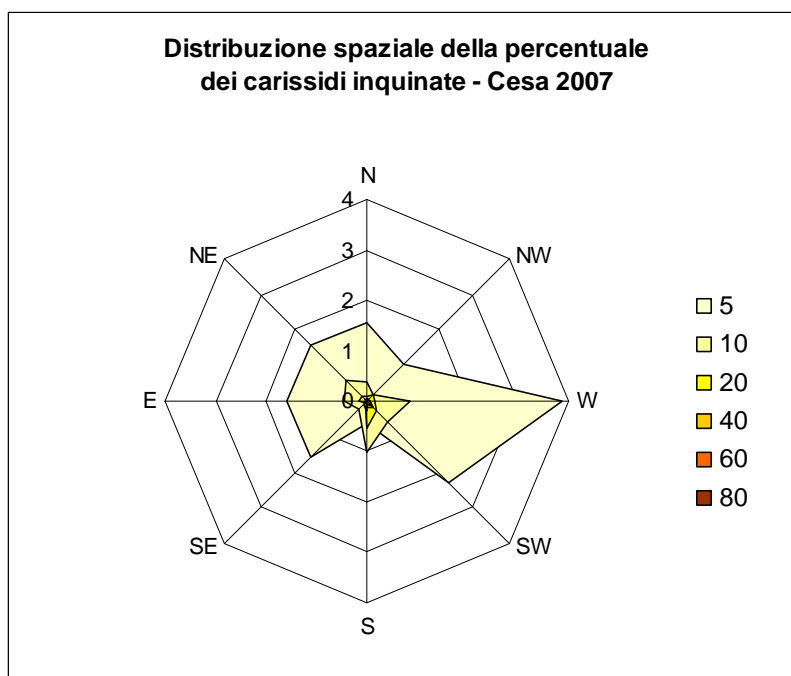


Fig. 29 - Grafico polare della distribuzione spaziale delle cariossidi inquinate nella prova di Cesa (AR)

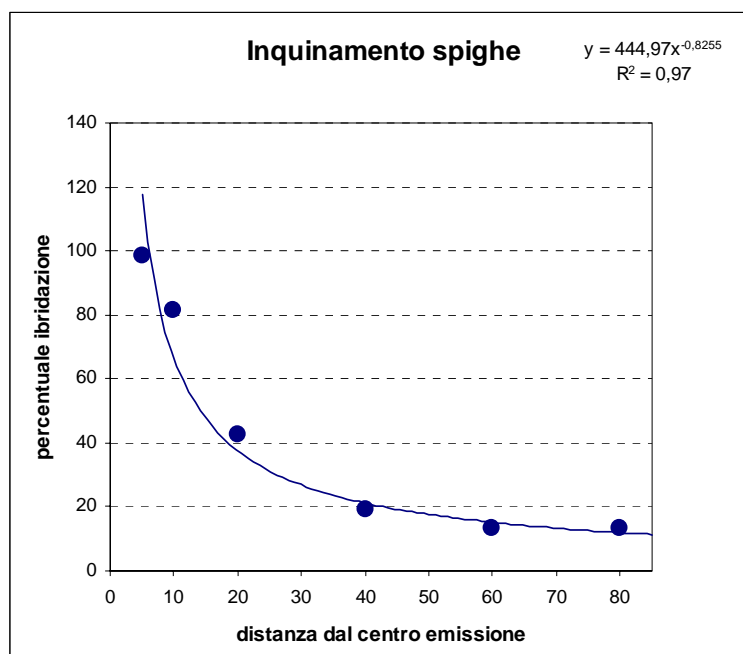


Fig. 30 – Andamento della percentuale di ibridazione delle spighe in relazione alla distanza dal centro di emissione nella prova di Cesa (AR)

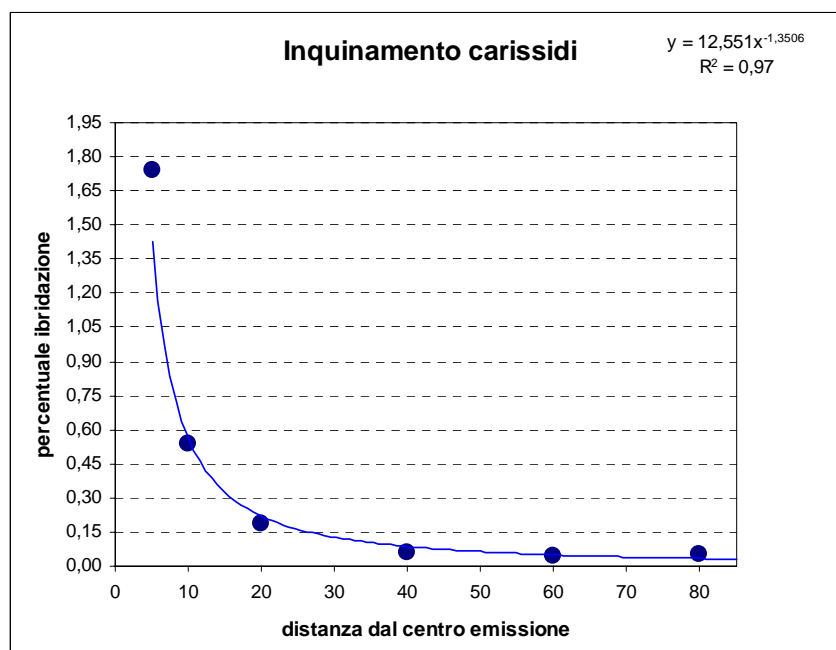


Fig. 31 – Andamento della percentuale di ibridazione delle cariossidi in relazione alla distanza dal centro di emissione nella prova di Cesa (AR)



Foto 7 - campi sperimentali di Cesa (AR)



Foto 8 - particolare delle spighe nei campi sperimentali di Cesa (AR)

Le esperienze di campo hanno consentito di evidenziare, in tre diverse condizioni pedoclimatiche della regione, la distanza di trasporto del polline del mais ibrido (espressa attraverso l'analisi della percentuale di spighe ibridate in relazione alla distanza dal centro di emissione del polline) e la capacità di fecondazione dello stesso, misurabile attraverso la percentuale di cariossidi inquinate presenti nella spiga.

In merito alla percentuale di spighe ibridate, in media, oltre l'8% di spighe sono state raggiunte e fecondate dal polline marcatore ad una distanza di 80 m dal centro di diffusione di quest'ultimo. Intorno al valore medio di cui sopra, forti variazioni si sono registrate in relazione alla localizzazione delle ricerche e quindi alle condizioni climatiche ivi registrate. Nei campi sperimentale di Cesa e S. Piero a Grado, a 80 metri è stato rilevato, rispettivamente, il 13 ed il 10% di spighe inquinate, mentre nel campo di Follonica soltanto l'1.7%. Con elevata probabilità questi risultati sono stati determinati da differenti condizioni di ventosità media dell'areale. La direzione del vento prevalente si è dimostrata in grado di incrementare notevolmente la distanza di trasporto del polline e quindi il grado di inquinamento delle spighe. Un esempio ben chiaro è offerto dal campo di S. Piero a Grado dove in direzione SW il livello di ibridazione delle spighe ha superato il 57% a 80 m di distanza dal centro di diffusione; anche a Cesa, in direzione S si è stato superato il 35% di ibridazione alla stessa distanza.

Considerando comparativamente le tre località, i risultati ottenuti sembrano indicare una progressiva riduzione della mobilità del polline passando dal campo di Cesa a quello di S. Piero a Grado e quindi a Follonica, come indicato dalle equazioni di regressione dei grafici relativi all'inquinamento spighe precedentemente mostrati (cfr. Fig. 22, 26 e 30). Non appena sarà possibile procedere all'analisi dei dati meteo e di quelli relativi al campionamento delle principali fasi fenologiche del mais nei diversi campi-prova, sarà possibile comprendere le ragioni della diversa mobilità del polline. Quest'ultima potrebbe essere posta in relazione anche alla localizzazione topografica dell'appezzamento ove si è svolta la ricerca; la presenza di barriere/ostacoli come siepi, alberate, margini di boschi, colline o addirittura frangivento potrebbe infatti aver ridotto sensibilmente l'intensità del vento nell'area di studio e/o aver modificato la direzione dei venti durante la fase di fioritura maschile.

Per quanto riguarda il livello di inquinamento genico, i risultati ottenuti evidenziano ancora apprezzabili differenze tra le tre località oggetto della ricerca a conferma di una progressiva diminuzione della capacità di fecondazione del polline "marcatore" passando dal campo di Cesa a quello di S. Piero a Grado e quindi di Follonica (0,44%, 0,31% e 0,25% rispettivamente).

Prendendo in considerazione il ruolo della distanza dal centro di diffusione del polline sul livello di inquinamento genico, appare evidente come già a 10 m di distanza dal centro di diffusione del polline, in media e in ogni località considerata la percentuale di "inquinamento" è risultata al di sotto della soglia dello 0,9%. A questa distanza, in relazione alla direzione del vento, tale soglia è stata raggiunta o superata a Cesa (in direzione W e S) e a Follonica (in direzione E).

Oltre i 20 m compresi, non sono mai stati rilevati valori di "inquinamento" superiori o uguali allo 0,9%. Per scendere a valori prossimi allo 0 è necessario spingersi a distanze maggiori di quelle saggiate (80 m) ad eccezione della località di Follonica dove, nel 2007, già a 60 m non è stata osservata alcuna cariosside fecondata dal polline "marcatore".

Ancora una volta i motivi del diverso comportamento del mais nel campo di Follonica sembrano essere riconducibili alle condizioni agro-climatiche nelle quali si è svolta la ricerca durante la fase di fioritura maschile e femminile. La minore vitalità e/o mobilità del polline possono infatti essere posti in relazione alla velocità del vento, alla temperatura dell'aria, al suo contenuto in umidità, alla quantità di polline prodotto dalla pianta, al suo "appesantimento" provocato da precipitazioni o irrigazioni a pioggia durante la fase di fioritura.

#### **4. Analisi della coesistenza**

##### *4.1 Il concetto di coesistenza*

Il concetto di coesistenza viene per la prima volta espresso nella Raccomandazione della Commissione 2003/556/CE che reca orientamenti per lo sviluppo di strategie nazionali e migliori pratiche per garantire la coesistenza tra colture transgeniche, convenzionali e biologiche, indicando la possibilità di coltivare piante GM nei Paesi dell'Unione Europea. Tale Raccomandazione definisce il concetto di coesistenza con queste parole: "*Ogni forma di coltivazione, sia questa convenzionale, biologica o che faccia uso di OGM, non può essere esclusa dall'Unione Europea*", vale a dire che devono essere presenti le condizioni per cui ciascun metodo di coltivazione possa poter essere adottato e praticato.

Rendere praticabile ciascuna forma di coltivazione, significa riuscire a creare le condizioni per le quali affiancando appezzamenti coltivati con il metodo convenzionale, biologico o OGM non ci siano ripercussioni negative sulla gestione della pratica agricola e sull'ambiente. Questo aspetto risulta estremamente complesso, infatti, l'introduzione di colture GM nel territorio della Regione Toscana potrebbe avere forti ripercussioni ambientali legate, in particolar modo, alla possibilità di impatto sugli ecosistemi e agroecosistemi, in relazione al rischio di inquinamento genetico e di interazione con le catene trofiche. I potenziali effetti connessi a questi aspetti potrebbero determinare l'incremento della resistenza ad erbicidi, insetticidi ed antibiotici, la riduzione della biodiversità, l'inquinamento dei prodotti derivanti da agricoltura biologica e convenzionale.

A fronte di questi rischi, è necessaria una normativa che sia in grado di regolare la "gestione" della coesistenza. In Italia, il tema è regolamentato dalla Legge 28 Gennaio 2005 n. 5, che converte, con modificazioni, il Decreto Legge 22 Novembre 2004, n. 279. La Legge definisce, in attuazione della Raccomandazione della Commissione 2003/556/CE, il quadro normativo minimo per la coesistenza tra le colture transgeniche e quelle convenzionali e biologiche, al fine di non compromettere la biodiversità dell'ambiente naturale, di garantire la libertà di iniziativa economica, il diritto di scelta dei consumatori e la qualità e tipicità della produzione agroalimentare italiana. La legge demanda alle regioni ed alle province autonome il compito di adottare un *Piano di Coesistenza* contenente le regole tecniche, le condizioni e le modalità per realizzare la coesistenza. La Legge impedisce la coltivazione

delle colture GM, ad eccezione di quelle autorizzate a fini di ricerca e sperimentazione, fino all'adozione del piano di coesistenza, stabilendo un regime di moratoria.

Più recentemente, nel Marzo 2006, su ricorso della Regione Marche, è stata dichiarata l'illegittimità costituzionale del Decreto Legge 279/2004, nel testo convertito, con modificazioni, dalla Legge 5/2005, ad eccezione degli Art. 1 e 2; per cui, allo stato attuale delle cose, è rimasto essenzialmente in vigore il principio di coesistenza, ma non il regime di moratoria fino all'adozione dei Piani di Coesistenza da parte delle varie regioni e province autonome.

La Regione Toscana a questo proposito, ha proposto una Legge regionale, che è tuttora in fase di discussione, che prevede di non consentire gli usi agricoli di OGM fino a che non sarà definito un quadro normativo regionale sulla coesistenza. Le Regioni dovranno dotarsi dei piani di coesistenza e regolare in questo modo in maniera adeguata alle varie realtà locali le modalità per garantire la coesistenza.

#### *4.2 Analisi della coesistenza a livello aziendale*

##### *La filiera ed i soggetti coinvolti*

Il problema della coesistenza interessa da vicino tutti i soggetti facenti parte di filiere produttive che coinvolgono l'utilizzo di sementi GM.

Nel caso specifico, è stata focalizzata l'attenzione sulla filiera del mais GM, in relazione ad una serie di fattori di estrema rilevanza per l'ambito territoriale di riferimento della Regione Toscana.

Le fonti ISAAA (Clive James, 2005), indicano che la soia biotech continua a essere il più diffuso raccolto GM del 2005, con una superficie di 54,4 milioni di ettari (il 60% della superficie biotech totale), seguita dal mais (21,2 milioni di ettari, ovvero il 24%), dal cotone (9,8 milioni di ettari, ovvero l'11%) e dalla colza (4,6 milioni di ettari, ovvero il 5% della superficie biotech totale). Le colture autorizzate alla coltivazione in Europa sono, al momento, colza, mais e tabacco anche se il panorama è in continua evoluzione, di cui ne sono state autorizzate solo alcune varietà.

In relazione, alle colture GM maggiormente diffuse nel mondo e a quelle che sono attualmente consentite alla coltivazione in UE, abbiamo ritenuto opportuno prendere come coltura di riferimento il mais. Il cotone non viene praticato in Italia, la soia, la colza e il tabacco rappresentano ad oggi superfici residuali rispetto alla SAU (Superficie Agricola Utilizzata) complessiva del contesto regionale. Il mais, al contrario, è tra le sopra citate la coltura maggiormente diffusa in Toscana che conta l'investimento di superfici significative.

La filiera analizzata, illustrata nello schema seguente, comprende varie fasi, dalla fase sementiera a quella agricola vera e propria, a quella di stoccaggio, trasformazione e allevamento.



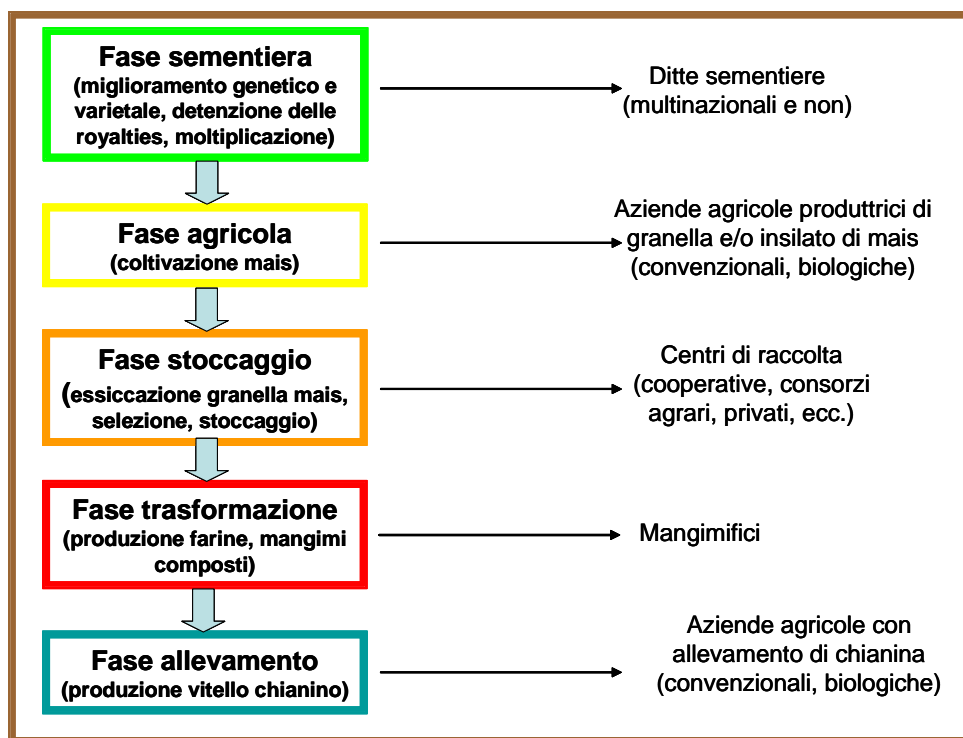


Fig. 32 - Schema sintetico della filiera analizzata (Fonte: ns. elaborazione)

La fase sementiera prevede le attività di miglioramento genetico e varietale, detenzione delle *royalties* generalmente da parte di grandi multinazionali del seme con sede soprattutto negli USA con filiali italiane che si occupano solitamente della selezione, moltiplicazione e commercializzazione. La fase agricola può prevedere la produzione di granella e/o insilato di mais. L'insilato viene normalmente prodotto da aziende agricole zootecniche che lo gestiscono direttamente in azienda, mentre nel caso della produzione di granella si rende necessaria la presenza di centri di raccolta del prodotto che hanno la funzione di conservarla e commercializzarla.

Vista l'importanza che stanno acquisendo con forza sempre crescente le problematiche relative all'assenza di etichettatura sui prodotti derivanti da allevamenti animali - che, peraltro, stanno creando seri disagi presso gli operatori della filiera - è risultato di fondamentale importanza l'inclusione, nella filiera oggetto di studio, dei mangimifici e di allevamenti di produzione di carne. La scelta del vitello chianino è essenzialmente legata alla tipicità di questa produzione in Toscana, caratterizzata da un *Disciplinare di produzione di Indicazione Geografica Protetta: "Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale"* di cui fanno parte, oltre alla razza Chianina, anche le razze Marchigiana e Romagnola, con area geografica di produzione rappresentata dal territorio delle province collocate lungo la dorsale appenninica del Centro-Italia.



### Fase sementiera

Le principali ditte sementiere nel mondo, detentrici dei brevetti su ibridi di mais, sono concentrate prevalentemente negli USA. Negli ultimi anni, la linea di studio americana si è completamente spostata sulla ricerca di ibridi di mais GM. Un ibrido ha una durata media di 5-6 anni, per cui è necessaria una linea di ricerca continua volta alla sperimentazione di nuovi ibridi. La moltiplicazione dell'ibrido viene spesso e volentieri appaltata ad altri Paesi, in maniera particolare a paesi dell'est, quali Ungheria, Romania e Turchia. Negli USA si concentra un numero molto elevato di ditte sementiere, delle quali ne sono definibili, come vere e proprie multinazionali del seme, essenzialmente tre: la *Monsanto*, la *Pioneer* e la *Ciba*. In Europa, l'unico paese detentore di brevetti è la Francia.

Il ruolo delle ditte sementiere italiane è, nella generalità dei casi, quello di *ricerca, sviluppo e commercializzazione* di ibridi in Italia, infatti esse sono solitamente un distaccamento o una filiale del gruppo centrale della ditta che rappresentano che normalmente è americano. Negli ultimi anni, a seguito dell'avvento degli OGM, si è assistito al fenomeno secondo il quale le maggiori ditte sementiere italiane sono diventate corrispondenti francesi, a causa dei sempre più frequenti campioni di seme americani risultati contaminati.

L'attività principale delle ditte sementiere consiste nel testare gli ibridi su parcelle e nella loro selezione in base alla maggiore adattabilità alle condizioni agronomico-ambientali italiane. La fase successiva è poi quella di attivazione di una *produzione pilota* degli ibridi selezionati, da parte della ditta sementiera detentrica del brevetto che si riserva il diritto di escludere determinati ibridi dalla selezione, nel caso non vi sia convenienza economica ad attivarne una commercializzazione in Italia. La ditta italiana, a questo punto, avvia *sperimentazioni di pieno campo* e se gli esiti risultano positivi, viene intrapresa la procedura di *registrazione dell'ibrido* che ha una durata media di due anni. Trascorsi i tempi di registrazione, l'ibrido può essere commercializzato e la ditta italiana ne avvia il commercio.

In Italia sono presenti circa 30 ditte sementiere, di cui le più grandi eseguono anche la moltiplicazione del seme per conto della ditta detentrica del brevetto. La ditta sementiera costituttrice della varietà è detentrica del brevetto ed ha pertanto diritto alla riscossione delle *royalties* da parte delle aziende agricole acquirenti.

Nel caso della coltivazione degli OGM risulta obbligatorio da parte dell'agricoltore acquistare le sementi dal produttore non potendo auto-riprodursi il seme in maniera autonoma.

Le imprese sementiere che non sono costituttrici delle varietà svolgono essenzialmente le seguenti attività: ricevono e lavorano le sementi e gli altri materiali di moltiplicazione *selezionandoli, depurandoli* dalle scorie e *confezionandoli* per il commercio. Le analisi di controllo relative all'eventuale presenza di OGM vengono effettuate sulla semente in uscita, dato che per la semente in entrata deve essere garantita da parte della ditta costituttrice.

Nel caso in cui le imprese sementiere svolgano attività di moltiplicazione ricevono dalle ditte costituttrici le sementi di prima generazione R1 che vengono coltivate per la produzione di

seme, ottenendo semente di seconda generazione R2 che può essere direttamente commercializzata. La fase relativa alla moltiplicazione rappresenta a tutti gli effetti una fase vera e propria di coltivazione, per cui può essere assimilata per categorie di problematiche legate all'introduzione di OGM alla fase agricola che tratteremo di seguito. In questo contesto, andremo ad approfondire i principali aspetti critici connessi alle altre fasi del processo produttivo che può essere riassunto come segue.

Tab. 12 - Fasi e attività del processo sementiero

FASI PROCESSO SEMENTIERO		ATTIVITA'
1	<b>Fase di ingresso del prodotto</b>	Pesatura del mezzo a pieno carico; Controllo visivo delle impurità; Scarico e pesatura della tara; Campionamento del prodotto per analisi di routine; Prepulitura ad aria o mediante vagli.
2	<b>Fase di stoccaggio</b>	Controllo analitico del prodotto (peso specifico, umidità, impurità); Pulitura del prodotto; Essiccazione del prodotto; Stoccaggio in silos (fino a 2 anni); Movimentazione interna; Confezionamento.
3	<b>Fase di uscita del prodotto</b>	Pesatura del mezzo vuoto; Controllo visivo del prodotto; Carico del prodotto; Pesatura del mezzo carico; Campionamento del prodotto per analisi di routine.

Fonte: ns. elaborazione

### Fase agricola

La fase agricola presa in considerazione nell'ambito del lavoro in oggetto consiste nella coltivazione del mais per la produzione di granella utile all'industria mangimistica per la realizzazione di farine commercializzate come mangimi semplici o composti che contribuiscono al fabbisogno energetico nella dieta degli animali allevati. La tabella riportata di seguito evidenzia le principali fasi del processo di coltivazione del mais.

L'altra alternativa che può coesistere con la precedente potrebbe essere rappresentata dalla coltivazione di mais da insilato; in questo caso, il processo produttivo rimane pressoché invariato tenendo semplicemente in considerazione che la coltura viene raccolta a maturazione cerosa e non a piena maturazione.

Nel caso in cui venga introdotta la coltivazione di mais GM, oltre alla messa in atto di una serie di misure volte al mantenimento della coesistenza che analizzeremo di seguito, occorre tenere di conto delle variazioni che intervengono a livello di ciclo produttivo. Le alternative nella coltivazione di mais GM sono rappresentate dall'utilizzo di varietà *Bt* o *Roundup Ready*; nel primo caso si tratta di ibridi resistenti alla piramide del mais, per cui non occorrerebbe effettuare i trattamenti insetticidi, mentre nel secondo caso si tratta di ibridi resistenti al diserbante Glyphosate. Utilizzando questa tipologia di ibrido si modifica totalmente la tecnica di controllo delle infestanti, invece di praticare i tradizionali diserbanti in pre e post-emergenza, come riportato in tabella, basta effettuare un solo passaggio in post-emergenza utilizzando Glyphosate (Round-up) a cui la pianta è resistente.

Per quanto riguarda gli ibridi Bt, in Toscana non vengono tradizionalmente effettuati trattamenti per la piralide del mais, non avendo ad oggi riscontrato significative riduzioni delle rese dovute a questo insetto, per questo motivo al momento non vi è nessuna ragione di utilizzare questa tipologia di ibrido nella nostra regione. Occorre considerare, in aggiunta a questo, che tra le varietà GM autorizzate alla coltivazione esistono anche varietà miste che fungono contemporaneamente da Bt e Roundup Ready.

Tab. 13 - Fasi relative alla coltivazione del mais

FASI COLTIVAZIONE MAIS	
1	<b>Aratura</b> profonda a 45-50 cm nel caso di terreni compatti e/o coltura asciutta, profondità 30-35 cm nel caso di terreni leggeri o irrigati
2	<b>Affossatura, sistemazioni idraulico-agrarie</b>
3	<b>Preparazione del letto di semina</b> mediante lavori complementari di controllo delle malerbe (estirpatura_1, erpicatura_3) e di affinamento delle zolle (frangizzollatura_2)
4	<b>Concimazione:</b> letamazione e concimazione minerale fosfo-potassica prima dell'aratura o quanto meno prima dell'erpicazione per l'interramento; concimazione azotata prima della semina o al momento della semina con concimi non direttamente dilavabili (urea, solfato ammonico), volendo anche in copertura, al momento della levata, in maniera razionale con concimi a pronto effetto (nitrato ammonico o urea)
5	<b>Semina</b> mediante seminatrice di precisione e contemporanea <b>Geodisinfestazione</b> contro gli insetti terricoli mediante formulati microgranulari o interrimento dei prodotti a pochi cm di profondità
6	<b>Diserbo</b> 1 con Terbutilazina in pre-emergenza, subito dopo la semina o tra la semina e la nascita del mais, 2 con miscele graminicide (es. solfoniluree) e dicotiledoniche (le miscele esistono già pronte in commercio) in post-emergenza, allo sviluppo della 4°-6° foglia;
7	<b>Controllo meccanico delle malerbe</b> viene eseguito in post-emergenza (fino ad una altezza massima del mais di 60-70 cm), mediante sarchiatura o rincalzatura abbinata a sarchiatura, utile per il controllo delle infestanti presenti lungo la fila nella striscia di terreno non smosso dai sarchiatori
8	<b>Irrigazione</b> viene praticata con il sistema per aspersione (a pioggia) o per infiltrazione laterale da solchi; solitamente viene praticata nei momenti di massima sensibilità della pianta, vale a dire 1_inizio della fioritura (20-30 luglio), 2_a fine fioritura (dopo 20 giorni circa dal primo intervento), altrimenti, può essere praticata in tutte le principali fasi di crescita della pianta portandola a pieno soddisfacimento idrico, distribuendo gli interventi in 5-6 adeguate
9	<b>Raccolta</b> viene effettuata con mietitrebbia, è poi previsto almeno un trattore a ruote (circa 60 CV) con rimorchio per la movimentazione delle granaglie
10	<b>Trinciatura delle stoppie</b> , vengono interrate previa trinciatura con trincia-stocchi o raccolte con raccogli-imballatrici per utilizzarli come foraggio, lettiera o combustibile (esiste una legge che prevede obbligatoriamente la trinciatura delle stoppie entro il primo di febbraio di ogni anno)

Fonte: ns. elaborazione

Il focus dell'analisi si concentra sull'individuazione degli effetti a livello economico dovuti al mantenimento della coesistenza tra colture OGM e non, nel caso specifico il mais, ma che in realtà rappresenta un caso estendibile anche alle altre realtà colturali.

Prima di passare all'analisi degli effetti della coesistenza è opportuno prendere in considerazione gli attuali costi di produzione e redditi aziendali relativi alla coltivazione del mais. La fonte dei dati aziendali che è stata utilizzata è la RICA (Rete di Informazione Contabile Agricola della Unione Europea), i cui dati sono rappresentativi della situazione media all'interno di un campione stratificato per aree geografiche, nel caso specifico, relativamente alla Regione Toscana, in cui sono state selezionate aziende di pianura e di collina, con metodi di coltivazione di tipo convenzionale e biologico.

Tab. 14 - Costi di produzione agricola del mais convenzionale e biologico

<b>COSTI DI PRODUZIONE AGRICOLA MAIS</b>	<b>CONVENZIONALE Euro/ha</b>	<b>BIOLOGICO Euro/ha</b>
Costo sementi	116,90	113,23
Costo fertilizzanti	140,05	70,63
Costo antiparassitari	3,14	0
Costo diserbanti	34,33	0
Costo noleggi passivi	102,03	61,85
Costo carburanti e lubrificanti	117,35	71,92
<b>Costi variabili</b>	<b>479,47</b>	<b>317,63</b>
<b>Costi variabili + Costi fissi di produzione</b>	<b>1125,94</b>	<b>654,23</b>

Fonte: dati RICA.

Tab. 15 - Bilancio economico della coltivazione del mais convenzionale e biologico

<b>BILANCIO COLTIVAZIONE MAIS</b>	<b>CONVENZIONALE Euro/ha</b>	<b>BIOLOGICO Euro/ha</b>
Ricavo vendita del seme (PLV)	987,29	330,92
Integrazioni	439,91	801,41
Costi variabili + Costi fissi di produzione	1125,94	654,23
<b>Reddito netto</b>	<b>301,64</b>	<b>478,10</b>

Fonte: dati RICA

La produzione media risultante dalle rilevazioni relative al mais convenzionale è di 71 q/ha che moltiplicata per l'attuale prezzo di mercato del mais di 14,15 Euro/ha mi dà la produzione lorda vendibile riportata in tabella. Per quanto riguarda il biologico, le produzioni medie rilevate sono molto più basse anche a causa dell'assenza di impiego di antiparassitari e diserbanti. Esse sono risultate pari a 21,3 q/ha con un prezzo di mercato di 15,49 Euro/q che risulta più elevato di quello del mais convenzionale.

Le integrazioni sono relative al pagamento unico aziendale disaccoppiato dalla produzione erogato in base al Reg. CE 1782 del 2003 relativo alla riforma della PAC e nel caso del biologico sono stati aggiunti i Premi previsti dal Piano di Sviluppo Rurale della Regione Toscana 2000-2006 (Misura 6.1).

Il Reddito netto è stato calcolato dalla differenza tra la Produzione Lorda Totale (PLT) (data dalla somma della PLV e delle integrazioni) ei costi fissi e variabili di produzione. Nel caso del biologico otteniamo un reddito netto superiore dovuto essenzialmente ai minori costi di produzione ed alle integrazioni più elevate che godono anche degli aiuti del PSR.

Con l'introduzione di mais GM e in generale di una qualsiasi coltura GM, occorre applicare una serie di interventi particolari volti al mantenimento della coesistenza che, in linea generale, comportano un incremento dei costi di produzione che dovrebbero essere a carico di chi coltiva OGM. Si tratta di interventi, che se attuati in maniera adeguata, permettono di ridurre significativamente la probabilità di contaminazione. Per far in modo che l'applicazione risulti consona alle esigenze aziendali e, soprattutto, che ci sia una reale applicazione da parte di chi produce OGM e non, viceversa, da parte degli agricoltori che producono OGM-free, costretti a ricorrere ai rimedi per salvaguardare le proprie produzioni dalla contaminazione, occorre a nostro avviso che l'attuazione di queste misure venga resa necessariamente obbligatoria. Lo strumento che in questo frangente potrebbe risultare più idoneo è quello legislativo, per cui tali misure potrebbero essere rese imprescindibili con l'ausilio dei Piani di Coesistenza regionali.

Nella tabella seguente sono riportati gli interventi richiesti e la relativa descrizione delle voci di costo ad essi connesse.

Tab. 16 - Interventi auspicabili per il mantenimento della coesistenza nella fase agricola e relative voci di costo

INTERVENTI COESISTENZA FASE AGRICOLA		DESCRIZIONE VOCI DI COSTO
1	Mantenimento della fascia di rispetto	Mancato reddito dovuto all'assenza di produzione nell'ambito della fascia
2	Introduzione e manutenzione di siepi vegetali (aree rifugio)	Costo di impianto e manutenzione delle siepi
3	Introduzione e manutenzione di barriere per il polline	Costo di impianto e manutenzione delle barriere
4	Effettuazione della "falsa semina"	Costo lavorazioni: erpicatura e estirpatura
5	Controllo della flora spontanea a bordo campo	Costo lavorazione: passaggio con trinciastocchi
6	Introduzione di intervalli tra i tempi di fioritura di varietà GM e GM-free (cooperazione tra agricoltori vicini)	Accorgimento da tenere di cui non si stimano costi aggiuntivi significativi
7	Controllo della diffusione dei semi durante la fase di semina	Costo di acquisto o affidamento conto terzi e pulizia (prima e dopo semina) di seminatrice pneumatica
8	Immagazzinamento dei semi idoneo ad evitare contaminazioni	Disponibilità di magazzino semi isolato
9	Controllo della diffusione della granella durante la fase di raccolta	Costo di acquisto o affidamento conto terzi e pulizia (prima e dopo raccolta) della mietitrebbia

10	Assicurare l'isolamento della granella in fase post-raccolta	Costo trasporto in autocarro chiuso al centro di raccolta
11	Monitoraggio della flora spontanea OGM post-raccolta	Tempo necessario per monitorare ed eventualmente eliminare piante spontanee OGM ricresciute in campo e sui bordi dopo la raccolta
12	Compilazione di registri aziendali delle operazioni colturali e delle attività di controllo	Tempo impiegato nella compilazione dei registri
13	Introduzione di assicurazioni sulla produzione	Costi di assicurazione
14	Garantire la formazione del personale aziendale	Costi di formazione personale

Fonte: ns. elaborazione

La maggior parte degli interventi previsti per il mantenimento della coesistenza si concentrano nelle fasi di semina, raccolta e post-raccolta e a questi si aggiungono un'altra serie di operazioni che esime dalle fasi di coltivazione della coltura. Di seguito, viene proposta un'analisi sintetica dei principali aspetti esposti.

Il mantenimento della fascia di rispetto consiste nel lasciare non coltivata a OGM una fascia di terreno posta ai limiti dell'appezzamento coltivato a OGM con lo scopo di ridurre la percentuale di contaminazione presente nei campi confinanti, nel rispetto della soglia di contaminazione prevista al momento per legge pari allo 0,9%. Tale distanza risulta estremamente variabile in relazione al tipo di coltura praticata, infatti nel caso della soia, in cui si verifica autofecondazione, la dispersione del polline è inferiore rispetto ad altre colture come la colza dove controllo è assai difficile a causa dell'impollinazione di tipo entomofilo; il mais si trova in una situazione intermedia rispetto alle precedenti avendo un'impollinazione di tipo anemofilo.

Al momento, esistono solo delle proposte attuative relative alle distanze da mantenere che non sono state ancora tradotte in legge, sembra che gli attuali orientamenti prevedano una distanza minima di 200 m per il mais che si dovrebbe estendere ad 1 km al confine con aziende biologiche. I limiti proposti sono però indicativi, in quanto nel caso in cui siano presenti sbarramenti per il polline in grado di assorbire il polline delle colture transgeniche i limiti potrebbero ridursi notevolmente se non azzerarsi e da qui si deduce l'importanza dell'introduzione delle barriere per il polline.

Negli Stati Uniti esistono linee guida per la coltivazione di mais Bt che impongono, purtroppo anche in questo caso senza vincoli legislativi, che gli agricoltori della corn-belt mantengano almeno il 20% della superficie coltivata a mais non-Bt. I rifugi Bt-free hanno lo scopo di mantenere una popolazione di insetti suscettibili che possono accoppiarsi con quelli Bt-resistenti, impedendo che gli insetti resistenti diventino dominati.

L'introduzione e la manutenzione delle siepi vegetali ha il medesimo scopo, con la possibilità di poterle impiantare anche a distanze più ridotte rispetto ai limiti dell'appezzamento in modo poter infittire la rete delle aree rifugio che si rende particolarmente favorevole nel caso di elevate dimensioni dei campi.

La tabella seguente riporta i dati relativi ad una simulazione della superficie non utilizzata per il mantenimento della fascia di rispetto che nel caso specifico è stata sottodimensionata a 100 m. E' evidente che già con una fascia di 100 m la situazione è molto preoccupante, infatti per aziende con superficie di 16 ha vi è la completa assenza di residuo coltivabile, con 25 ha disponibili ne risulterebbero coltivabili appena 5 ha. La situazione è ulteriormente aggravata dai dati relativi alle superfici medie aziendali della Regione Toscana che sono pari ad appena 6 ha, per cui da questo dato risulterebbe che la maggior parte delle aziende toscane non avrebbero superficie disponibile per la coltivazione.

Tab. 17 - Superficie coltivabile disponibile nel caso di applicazione della distanza di sicurezza

Lato 1 appezzamento	Lato 2 appezzamento	Superficie (ha)	Distanza di sicurezza (m)	Area fascia di sicurezza (ha)	Residuo coltivabile (ha)
100	100	1	100	4	-3
200	200	4	100	8	-4
300	300	9	100	12	-3
<b>400</b>	<b>400</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>16</b>	<b>0</b>
500	500	25	100	20	5

Fonte: ns. elaborazione.

L'esecuzione della "falsa semina" consiste nel far germogliare i semi dispersi ed estirpare poi le piantine prima che vadano a fioritura, in questo modo si va a ridurre la banca-semi presente nel terreno. Essa richiede essenzialmente due interventi, una lavorazione superficiale del tipo erpicatura ed una successiva estirpatura.

L'introduzione di intervalli di tempo tra i tempi di fioritura di varietà GM e GM-free è un aspetto molto importante ai fini della riduzione della percentuale di contaminazione che prelude ad una necessaria cooperazione tra agricoltori vicini, in assenza di questa non è possibile attuare l'intervento. In questo caso, i costi aggiuntivi non sono da giudicarsi significativi dato che si tratta di stabilire semplicemente un accordo tra agricoltori. Lo studio condotto da Bock *et al.*, 2002 riporta per il caso di studio italiano le seguenti % di riduzione di contaminazione al variare degli intervalli di tempo di fioritura intercorrenti tra la varietà OGM e OGM-free.

Tab. 18 – Percentuale di riduzione della contaminazione in relazione al tempo di fioritura

Tempo di fioritura mais GM-free	% riduzione della contaminazione
25 giorni dopo rispetto varietà GM	1,5
50 giorni dopo rispetto varietà GM	5
75 giorni dopo rispetto varietà GM	50

Fonte: rielaborazione da Bock *et al.*, 2002.

Per ciò che concerne la fase di semina e di raccolta la situazione risulta pressoché analoga, vi è infatti un problema di fondo legato alla necessità di eseguire le due operazioni in maniera controllata evitando la diffusione dei semi e in maniera esclusiva per la filiera OGM, per cui una seminatrice ed una mietitrebbia utilizzata per OGM non può essere usata per le colture OGM-free, se non previa accurata pulizia. Per quanto riguarda il primo aspetto occorrerebbe avere a disposizione una seminatrice pneumatica che permette una minore dispersione dei semi durante la semina ed una più semplice pulizia, al contrario della seminatrice meccanica che non consente di raccogliere i semi residui che provengono dalla sua pulizia. Per la raccolta occorrerebbero mietitrebbie moderne che abbiano serbatoi più isolati e minori dispersioni dei semi.

Le due soluzioni che si pongono per l'imprenditore sono l'acquisto o l'affidamento conto terzi, in entrambi i casi va tenuta presente l'esclusività dei mezzi e la necessità di accurata pulitura nel caso di scelta di utilizzo del medesimo mezzo, perciò, in relazione a questo, i costi di noleggio risultano in ogni caso più alti rispetto alla situazione normale.

Per quanto riguarda l'immagazzinamento dei semi idoneo ad evitare contaminazioni occorre la disponibilità di magazzini isolati per i semi dove riporre eventuali residui di sacchi aperti a seguito della semina. Per questo aspetto, una azienda media non mostra problemi di sorta a reperire tale spazio che generalmente è sufficiente essere di pochi metri quadrati. Nelle fasi post-raccolta è necessario assicurare un trasporto al centro di raccolta in autocarro chiuso per evitare la dispersione della granella durante questa fase. In assenza di disponibilità aziendale anche in questo caso ci possiamo riferire al costo relativo all'affidamento conto terzi, comprensivo di esecuzione del trasporto e di consumo di carburante.

### Fase di stoccaggio

La fase successiva alla coltivazione è quella di stoccaggio, che può essere effettuata da cooperative, da consorzi agrari o da privati che fungono da centri di raccolta e commercializzazione. La granella di mais una volta trasportata presso di essi subisce una serie di processi di cui i principali sono riportati nella tabella sottostante. Sono essenzialmente previsti, il processo di essiccazione della granella, con l'ausilio di essiccatori, con il quale la granella viene portata al grado di umidità che ne consente la migliore conservazione. La granella deve poi essere selezionata a causa della presenza di semi estranei alla coltura principale ed infine stoccata e conservata in appositi silos per la commercializzazione.



Tab. 19 - Fasi relative al processo di stoccaggio

<b>FASI PROCESSO DI STOCCAGGIO</b>	
<b>1</b>	<b>Essiccazione della granella</b> mediante essiccatori, la granella viene portata al grado di umidità che consente la migliore conservazione (il 15%)
<b>2</b>	<b>Selezione della granella</b> , la granella raccolta presenta sempre un buon grado di impurità dovuto alla presenza di semi estranei alla coltura principale
<b>3</b>	<b>Stoccaggio e conservazione della granella</b> avviene negli appositi silos, per la conservazione sono necessarie operazioni di ventilazione, trattamento con carbonio attivo, eventuale aggiunta di prodotti conservanti non consentita nel biologico
<b>4</b>	<b>Movimentazione interna</b>
<b>5</b>	<b>Commercializzazione</b>

Fonte: ns. elaborazione

L'esecuzione delle operazioni nel caso di granella GM, porterebbe ad una situazione del tutto simile a quella descritta per la fase sementiera, ad esclusione della fase agricola di moltiplicazione.

Sarebbe necessaria una linea separata per tutte le fasi del processo produttivo, in particolare, un essiccatore dedicato o accuratamente ripulito al termine dell'operazione di essiccazione, dei silos aggiuntivi ad utilizzo esclusivo della granella GM e dei mezzi di movimentazione interna dedicati.

Il costo di acquisto di un essiccatore per cereali è compreso tra *34.500 e 50.000 Euro*, mentre per l'acquisto di silos verticali occorrono da *50 a 75 Euro/m<sup>3</sup>*, considerando una media a silos di 100 mc, abbiamo un costo totale variabile da *5000 a 7500 Euro*. Per quanto riguarda la movimentazione necessitano dei mezzi elevatori che hanno un costo variabile da *1700 a 2500 Euro*.

A fronte di tali necessità, è stimabile un incremento dei costi gestionali e di investimento per il mantenimento delle linee separate variabile dal *10 al 20 %* in più rispetto ai tradizionali costi di produzione. Il range di variazione è in stretta dipendenza alle disponibilità di mezzi da parte del centro di raccolta e dalla eventuale scelta di acquisto, pulizia o noleggio dei mezzi a seconda delle differenti necessità del caso.

#### Fase di trasformazione

Nella filiera rappresentativa del progetto in oggetto la fase relativa alla trasformazione della granella per la produzione di mangimi è senza dubbio molto significativa. Il conferimento delle materie prime, lo stoccaggio e la spedizione rappresentano fasi in comune con la fase sementiera e con la fase dei centri di raccolta, per cui in questo caso la novità è introdotta dalla fase di lavorazione che generalmente prevede una serie di operazioni, tra le quali spiccano la macinazione, la miscelazione, la cubettatura, l'insaccamento e, nella maggior parte dei casi, anche la produzione di spezzato di mais che è un prodotto che esula dalle altre operazioni (vedi tabella seguente).

Tab. 20 - Fasi relative alle attività dei mangimifici

FASI MANGIMIFICI		ATTIVITA'
1	Fase conferimento materie prime	Trasporto; Analisi prodotto in ingresso.
2	Fase di stoccaggio	Controllo analitico del prodotto (peso specifico, umidità, impurità); Stoccaggio in silos; Movimentazione interna.
3	Fase di lavorazione	Macinazione della granella; Miscelazione con dosaggio automatico; Cubettatura dei mangimi; Realizzazione spezzato di mais; Insaccamento ed etichettatura.
4	Fase di spedizione	Carico del prodotto; Trasporto.

Fonte: ns. elaborazione

Le problematiche legate all'utilizzo di granella GM sono le medesime rispetto a quelle analizzate per le analoghe fasi nel caso delle ditte sementiere e dei centri di raccolta, l'ulteriore fase della lavorazione contribuisce al complicarsi della situazione, perché anche in questo caso ogni singola sottofase dovrà essere svolta in completa esclusività per il mais GM, onde evitare contaminazioni delle altre produzioni.

Ad oggi, esistono in Italia diversi mangimifici che si sono specializzati nella linea di produzione GM-free, questo sta a significare che la convenienza economica è spostata verso la specializzazione produttiva (OGM/OGM-free) più che sulla convivenza delle due linee, come avviene generalmente nel caso delle ditte sementiere e dei centri di raccolta che dovranno adattarsi al mantenimento dei due segmenti produttivi, sicuramente con costi più facilmente sostenibili. In sostanza, le diverse sottofasi di lavorazione necessitano ciascuna di un impianto ad hoc, per questo motivo riteniamo che nella generalità dei casi non vi sia convenienza da parte dell'imprenditore a dotarsi della doppia linea produttiva, in quanto anche l'operazione di pulizia degli impianti risulterebbe onerosa e poco efficace.

#### Fase di allevamento

La fase di allevamento prevista nell'ambito del progetto riguarda la produzione di vitello chianino facente parte del marchio IGP "Vitellone bianco dell'appennino centrale", con lo scopo di analizzare una produzione di carne tipica della nostra regione e capire quali possono essere gli incrementi di costo legati alla creazione di una linea di alimentazione OGM-free dalla nascita alla macellazione, con mangimi privi di mais e soia geneticamente modificati, che garantisca l'allevamento di vitelli che possano essere dichiarati alla vendita OGM-free, date le problematiche sempre crescenti connesse all'assenza di etichettatura obbligatoria sui prodotti derivati dagli allevamenti animali. A tal proposito, Coop Italia (partner del progetto) si è distinta rispetto agli altri centri di distribuzione italiani nell'impegno a promuovere

questo tipo di attività, effettuando degli studi di fattibilità di cui riporteremo i risultati essenziali emersi.

Innanzitutto, occorre precisare che l'allevamento di bovini da carne si può basare su diverse tipologie aziendali di cui le principali sono le seguenti:

- allevamenti a ciclo chiuso che allevano le fattrici e i vitelli fino alla macellazione;
- allevamenti a ciclo aperto, secondo la linea vacca-vitello, che allevano le fattrici e i vitelli fino allo svezzamento e poi vengono venduti;
- allevamenti da ingrasso che acquistano vitelli svezzati e li allevano fino alla macellazione.

Relativamente all'organizzazione dell'alimentazione del bestiame, possiamo distinguere:

1. aziende con razioni e alimenti completamente prodotti in azienda;
2. aziende con mangimi prodotti in azienda a partire da alimenti anche acquistati (es. granella di mais)
3. aziende che acquistano direttamente i mangimi finiti.

Nei diversi casi che si possono presentare, ai fini della garanzia di alimentazione OGM-free, occorrono evidenze documentali differenti. Nel primo caso, la procedura prevede la stesura e la conservazione del piano di semine annuale e la tenuta dei cartellini delle sementi; nel secondo caso, oltre a questo, necessario per la parte di alimenti prodotta in azienda, occorre anche - per gli alimenti e/o i mangimi acquistati - che chi li produce disponga di un proprio sistema di certificazione del prodotto, controllato da un ente terzo, che sia quindi in grado di fornire ad ogni partita la relativa certificazione. Infine, per le aziende che acquistano direttamente i mangimi finiti, devono essere acquistati solo mangimi prodotti da mangimifici che dispongano di un proprio sistema di certificazione OGM-free, controllato da un ente terzo che sia in grado di fornire ad ogni partita la relativa certificazione.

#### *4.3 Analisi della coesistenza a livello territoriale*

Gli effetti della coesistenza hanno forti ripercussioni a livello aziendale come risulta dall'analisi del paragrafo precedente. Essendo la predisposizione dei piani di coesistenza riferita alla realtà territoriale della Regione Toscana, è di fondamentale importanza estendere l'analisi del fenomeno anche a scala territoriale, in maniera tale da riuscire ad evidenziare le interazioni esistenti tra colture GM e GM-free collocate territorialmente negli appezzamenti realmente esistenti. In questo modo, è possibile effettuare simulazioni di situazioni che potrebbero realmente realizzarsi nel prossimo futuro, nell'eventualità in cui venisse autorizzata la coltivazione di OGM. Con questo approccio è attuabile la valutazione di scenari alternativi di coesistenza in considerazione di diverse percentuali di presenza di colture GM sul territorio ed in riferimento a soglie di contaminazione predefinite.

I primi studi riguardanti modelli di simulazione della dispersione del polline, allo scopo di analizzare le problematiche legate alla coesistenza tra colture GM e GM-free, risalgono al 1996 con Lavigne che ha messo a punto un modello specifico applicabile alla coltura del

colza. Qualche anno dopo, a partire dal 1998, Klein ha sviluppato un modello specifico applicabile alla coltura del mais che nel corso degli anni viene continuamente aggiornato in relazione alle necessità che si pongono nel corso del tempo. Questo modello di simulazione, denominato MAPOD, utilizza una sequenza di equazioni risultanti da una lunga serie di sperimentazioni di campo eseguite in Francia da cui sono state elaborate curve di dispersione del polline. Le applicazioni del modello riguardano il flusso pollinico tra mais GM e mais non-GM (*flusso pollinico intraspecifico*) nell'ambito di una stagione colturale (un anno), assumendo che i fenomeni di ricrescita nell'anno successivo di semi di mais GM siano molto rari (il freddo invernale inibisce la germinazione), sia nel campo che a bordo campo. Le applicazioni del modello non riguardano il *flusso pollinico interspecifico*, dato che fino a questo momento in Europa non si è assistito allo sviluppo di specie selvatiche GM della stessa famiglia del mais. Gli obiettivi principali del modello sono quelli di andare a misurare l'impatto delle strategie/misure di contenimento del tasso di contaminazione del mais GM. Le principali strategie/misure, utili a permanere al di sotto di una determinata soglia di contaminazione, che possono essere testate, sono le seguenti (cfr. Fig. 33): la distanza di sicurezza da tenere tra un appezzamento di mais GM e GM-free (*Isolation distance*); la differenza del periodo di fioritura tra mais GM e GM-free (*Flowering time-lag*); la larghezza della superficie di mais GM-free coltivato in prossimità di mais GM che dovrà essere considerato GM a causa del superamento della soglia di contaminazione (*Discard width*); la larghezza della superficie di mais GM-free coltivato attorno all'appezzamento di mais GM volta alla riduzione della percentuale di diffusione dei pollini di mais GM (*Non-GM width*). Il modello consente di stimare gli effetti delle misure sopra specificate in relazione alle soglie di contaminazione prescelte in funzione di determinati obiettivi specifici per ambiti di interesse diversi (es. 0,01% agricoltura biologica, corrispondente alla percentuale tecnicamente rilevabile; 0,9% soglia definita dalla legge di riferimento).

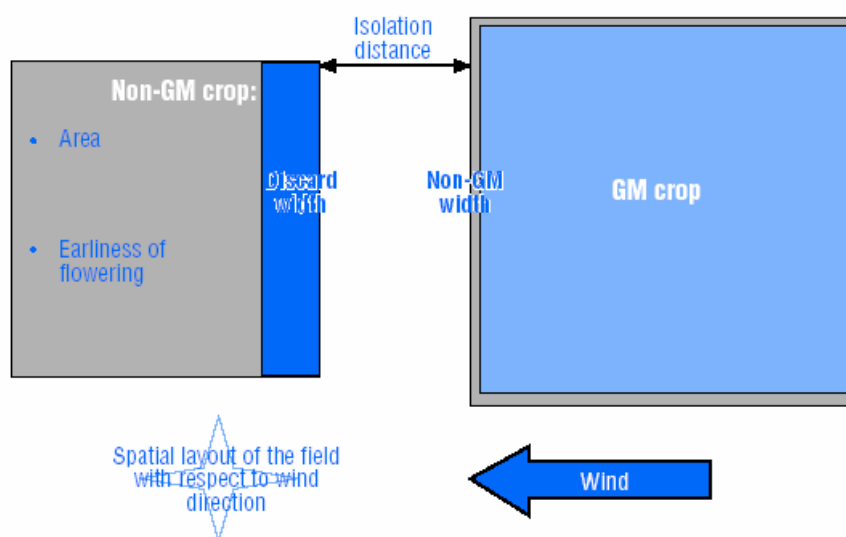


Fig. 33 – Le principali strategie/misure analizzabili con il modello MAPOD (Fonte: Messèan *et al.*, 2006)

Per l'implementazione del modello occorrono dati di varia natura, essenzialmente riconducibili a: *dati di caratterizzazione territoriale* (forma, dimensioni, localizzazione e orientamento degli appezzamenti con l'ausilio del software GIS); *dati climatici* (temperatura, precipitazioni, stress idrico, velocità e direzione del vento); *dati varietali* (relativi alla varietà GM e GM-free); *dati relativi al sistema colturale* (semina, irrigazione). L'elaborazione delle informazioni sopra descritte permette di simulare differenti scenari di contaminazione in relazione alle caratteristiche del territorio, del sistema colturale, delle varietà utilizzate, dei dati climatici (cfr. Fig. 34). Il modello restituisce le caratteristiche delle misure che è necessario rispettare per far in modo che non vengano superate le soglie di contaminazione prescelte e permette di valutare gli effetti delle misure adottate.

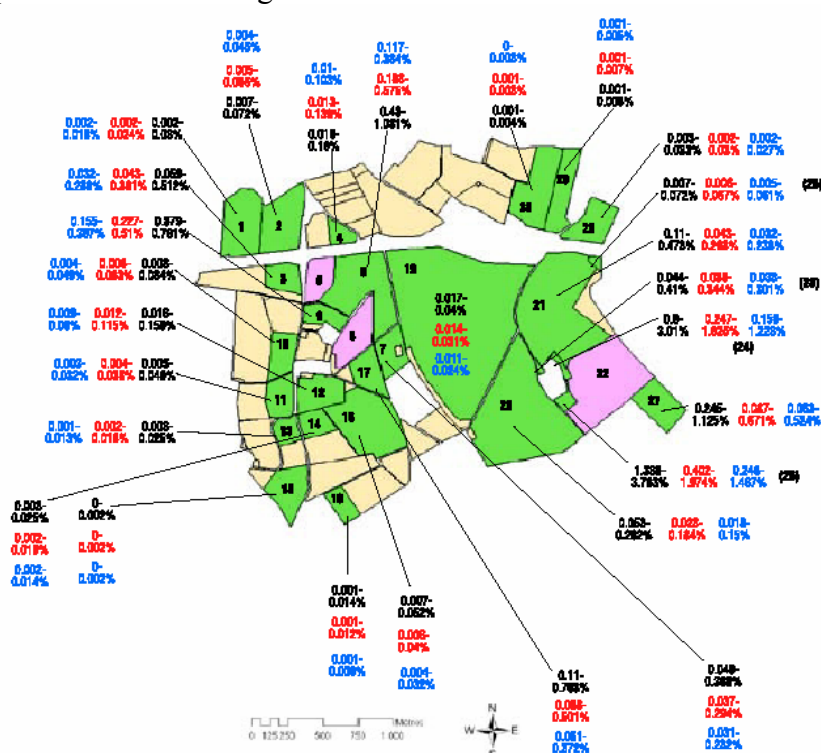


Fig. 34 - Esempio di scenario di contaminazione con il 10% di presenza di mais GM (appezzamenti in rosa) (Fonte: Messèan *et al.*, 2006). I dati rappresentano la percentuale di contaminazione massima e minima negli appezzamenti coltivati a mais GM-free (in verde) nell'areale di studio. Le percentuali in nero sono relative ad assenza di zona buffer, in rosso a presenza di zona buffer di 9 m ed in blu a presenza di zona buffer di 18 m.

Uno dei più recenti e significativi studi relativi all'analisi della coesistenza a livello territoriale, condotto dal JRC (Messèan *et al.*, 2006), ha fatto uso del modello di simulazione MAPOD precedentemente esposto. Questo studio, condotto nell'areale della costa francese atlantica, oltre a simulare scenari di coesistenza, analizza gli effetti economici relativi all'implementazione e al mantenimento delle misure di coesistenza. Per ciò che concerne gli scenari, essendo lo studio rappresentativo di una tipica regione francese di produzione del mais, a cui potrebbero corrispondere a grandi linee le caratteristiche territoriali della Pianura

Padana, chiaramente essi non rispecchiano la realtà toscana, caratterizzata da superfici medie aziendali estremamente ridotte, da paesaggio per gran parte collinare-montano che determinano, altresì, un sistema colturale fortemente differenziato rispetto a quello in oggetto, senza contare le divergenze a livello climatico.

L'analisi degli effetti economici delle misure atte a favorire la coesistenza, al contrario, ci può fornire un'idea dell'impatto economico relativo al mantenimento della coesistenza, dato che le caratteristiche ambientali non influenzano in maniera significativa i costi per l'implementazione delle misure. Questi dati potranno poi essere integrati con quelli emergenti dal paragrafo relativo all'analisi della coesistenza a livello aziendale effettuata per la fase agricola.

La tabella sottostante riporta i valori di costo rispondenti alle misure di coesistenza considerate nello studio, ottenuti mediante interviste a soggetti privilegiati ed elaborazioni dei dati delle statistiche e dei censimenti agricoli.

Tab. 21 - Costi addizionali relativi alla messa in atto delle misure di coesistenza considerate

Misure di coesistenza		Costo delle misure
1	<i>Pulizia delle macchine (noleggiate ad uso collettivo):</i> a) seminatrice di precisione b) mietitrebbia c) camion o rimorchio - trasporto	a) 38,38 Euro a pulitura b) 56,84 Euro a pulitura c) 1,48 Euro a pulitura
2	<i>Introduzione di intervalli tra i tempi di fioritura delle varietà GM e GM-free:</i> a) 30 gg., da varietà molto tardiva a tardiva b) 60 gg., da varietà tardiva a medio-precocce	a) 201 Euro/ha b) 46 Euro/ha
3	<i>Extra raccolta da effettuare nell'appezzamento GM-free nella fascia contaminata a lato dell'appezzamento GM:</i> a) 6 m b) 12 m c) 24 m	a) 1,27 - 2,85 Euro/ha b) 2,55 - 5,70 Euro/ha c) 5,10 - 11,40 Euro/ha
4	<i>Introduzione delle zone buffer coltivate a mais GM-free attorno all'appezzamento di mais GM</i>	60,54 - 78,07 Euro/ha

Fonte: rielaborazione da Messèan *et al.*, 2006

La pulizia delle macchine determina costi addizionali essenzialmente dovuti alla richiesta di lavoro aggiuntivo, dunque, le operazioni di pulizia sono attività che consumano “tempo di lavoro” e in questi casi risulta pertanto molto favorevole il noleggio condiviso dei mezzi che contribuisce in maniera significativa all'abbattimento dei costi.

La regolazione dei tempi di fioritura tra le varietà di mais GM e GM-free causa sostanziali riduzioni di reddito per i coltivatori di mais GM a cui risulterebbe a carico detta misura, specialmente nel caso di sostituzione di varietà molto tardive con varietà tardive in cui si verifica una significativa riduzione delle produzioni.

Le perdite di reddito correlate alla contaminazione di fasce di mais nell'appezzamento non-GM, che presuppongono una raccolta separata, differiscono significativamente in relazione

alla larghezza della fascia contaminata ed alla dimensione degli appezzamenti, in maniera inversamente proporzionale.

Un fenomeno analogo si verifica nel caso dell'introduzione delle zone buffer, infatti, anche in questo caso la riduzione di reddito risulta inversamente proporzionale alla presenza di mais GM nel territorio considerato.

Dai dati mostrati si evince che il mantenimento della coesistenza comporta in ogni caso dei costi aggiuntivi che generalmente dovrebbero essere a carico di chi decide di coltivare OGM. Nel caso dello studio riportato è effettivamente così ad eccezione dei costi relativi all'extra raccolta che dovrebbe essere effettuata nell'appezzamento GM-free nel caso in cui venga individuata una fascia contaminata della produzione, nonostante l'attuazione delle diverse misure di contenimento previste.

Nelle parti successive del lavoro saranno prese in considerazione le diverse tipologie di costo legate al mantenimento della coesistenza e vedremo che, in realtà, a carico di chi attua colture GM-free esistono anche una serie di costi indiretti, vale a dire non direttamente connessi alla salvaguardia dalla contaminazione delle produzioni, ma piuttosto alla necessità di dover curare l'immagine del prodotto offrendo idonee garanzie ai consumatori.

#### Applicazione del modello di simulazione di scenari "MAPOD" alla realtà toscana

La scelta di utilizzare il modello MAPOD applicato alla realtà toscana, nonostante le limitazioni sopra specificate, deriva dal fatto che nell'anno in cui fu deciso di applicarlo (2006) risultava l'unico esempio di modello di simulazione elaborato ad hoc per l'analisi della contaminazione del flusso pollinico del mais – unica coltura GM al momento potenzialmente introducibile in Italia – esistente a livello Europeo. Inoltre, il modello in oggetto, oltre ad essere stato applicato nell'areale della costa francese atlantica, era stato ormai validato per tutte le principali aree climatiche della Francia, inclusa l'area sud della nazione, dove le condizioni pedo-climatiche sono da considerarsi simili a quelle italiane.

Per l'applicazione del modello in Toscana è stata scelta un'area rappresentativa per la coltivazione di mais, importante nucleo maidicolo regionale: la Val di Chiana. Essa, infatti concentra il 26% della coltivazione di mais dell'intera regione (6.253 ha vs. 23.865 ha nel 2006 con una media di un ettaro degli appezzamenti coltivati) (cfr. Fig. 35). Nello specifico, la simulazione è stata effettuata nel comune di Marciano della Chiana (AR) (cfr. Fig. 36), dove è situata la stazione meteo di rilevamento dell'ARSIA posta nell'ambito del centro sperimentale regionale di Cesa (AR).

La simulazione ha considerato la presenza del 72% di mais GM negli appezzamenti coltivati a questa coltura nel 2006, risultanti dal database delle domande PAC e del Piano di Sviluppo Rurale, su gentile concessione da ARTEA (Agenzia Regionale Toscana per le Erogazioni in Agricoltura) (cfr. Fig. 37). La suddetta percentuale è derivata dalla scelta di distribuire il mais GM negli appezzamenti delle aziende con maggiori estensioni coltivate a tale coltura, infatti, vi è normalmente una scarsa propensione all'introduzione della coltura geneticamente

modificata nelle aziende con appezzamenti dedicati a mais di piccole dimensioni per le motivazioni, soprattutto di ordine economico che sono state precedentemente illustrate, che determinano la mancanza di convenienza economica alla sua introduzione. Tutto ciò, in relazione al fatto che nell'area di riferimento al 2006 la superficie media per azienda coltivata a mais è di 4,27 ha (appezzamento minimo 0,2 ha, appezzamento massimo 20,3 ha). In altre parole, è stata simulata una condizione potenzialmente realizzabile nell'ambito territoriale di riferimento nel momento in cui venga resa possibile la coltivazione di mais GM.

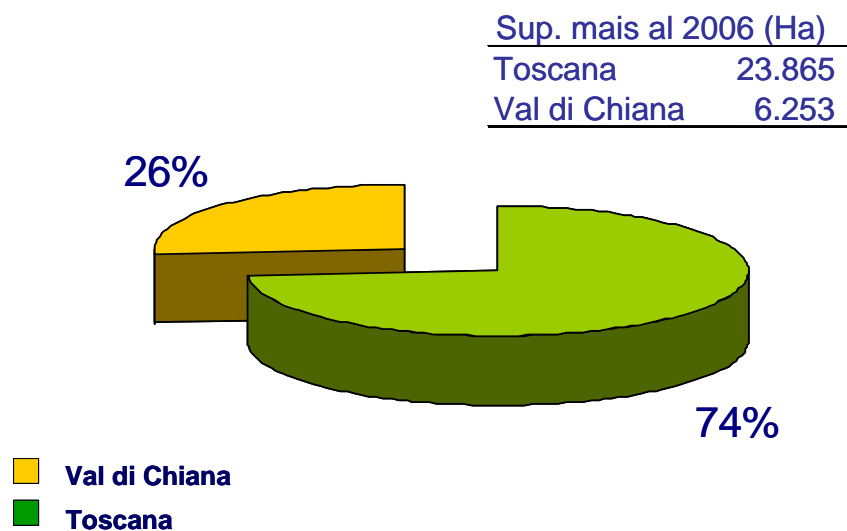


Fig. 35 - Rappresentatività in termini percentuali e di superficie della Val di Chiana per la coltivazione di mais in Toscana



Fig. 36 - localizzazione della simulazione nel comune di Marciano della Chiana (AR) (indicato in rosso), nell'ambito più generale della Val di Chiana (in azzurro)



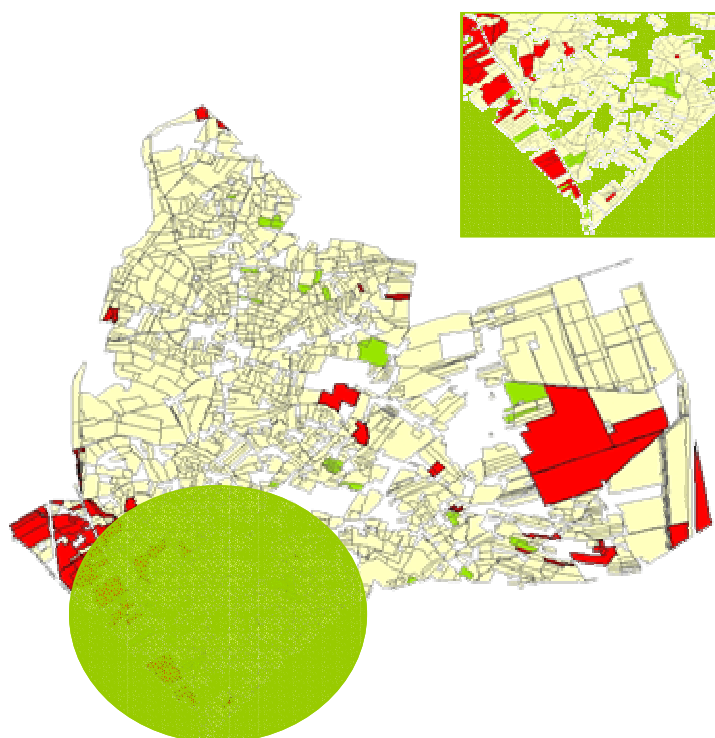


Fig. 37 - localizzazione degli appezzamenti a mais GM (in rosso) e non-GM (in verde) nell'area di studio, su banca dati concessa da ARTEA

Nello studio sono stati simulati tre differenti scenari, in relazione all'attuazione della misura di contenimento dell'inquinamento genico che sfrutta lo sfalzamento del periodo di fioritura delle varietà di mais GM rispetto alle varietà convenzionali tradizionalmente coltivate nel contesto di riferimento.

In relazione alle caratteristiche del sistema colturale, delle varietà di mais utilizzate, dei dati climatici, è stato possibile simulare i seguenti scenari di contaminazione.

- Scenario 1: fioritura simultanea delle varietà GM e non-GM (caso peggiore);
- Scenario 2: ritardo della fioritura della varietà non-GM di 2 giorni rispetto alla varietà GM;
- Scenario 3: ritardo della fioritura della varietà non-GM di 6 giorni rispetto alla varietà GM (caso migliore);

Sono state prese in considerazione le seguenti *soglie di contaminazione*:

- 0,01% (tolleranza zero); 0,1%; 0,9% (massimo livello di contaminazione consentito in regime di coesistenza).

### *Risultati*

#### *Scenario 1 (caso peggiore fioritura simultanea):*

- il 50,4% dell'area non-GM si trova sotto la soglia di contaminazione dello 0,01%; il 93,1% sotto la soglia dello 0,1% ed il 98,9% sotto quella dello 0,9% (cfr. Fig. 38).

Rispetto a questa situazione, è possibile ridurre il rischio di inquinamento genetico introducendo semplici misure di coesistenza come lo sfalsamento del periodo di fioritura tra le varietà considerate:

Scenario 2 (sfalsamento della fioritura di 2 giorni):

- il 62,6% dell'area non-GM risulta sotto la soglia di contaminazione dello 0,01%, il 95,7% sotto la soglia dello 0,1% ed il 99,9% sotto quella dello 0,9%.

Scenario 3 (sfalsamento della fioritura di 6 giorni):

- la percentuale di contaminazione diminuisce ulteriormente, il 95,7% dell'area non-GM risulta sotto la soglia di contaminazione dello 0,01%, il 99,5% sotto la soglia dello 0,1% ed il 100% sotto quella dello 0,9%.

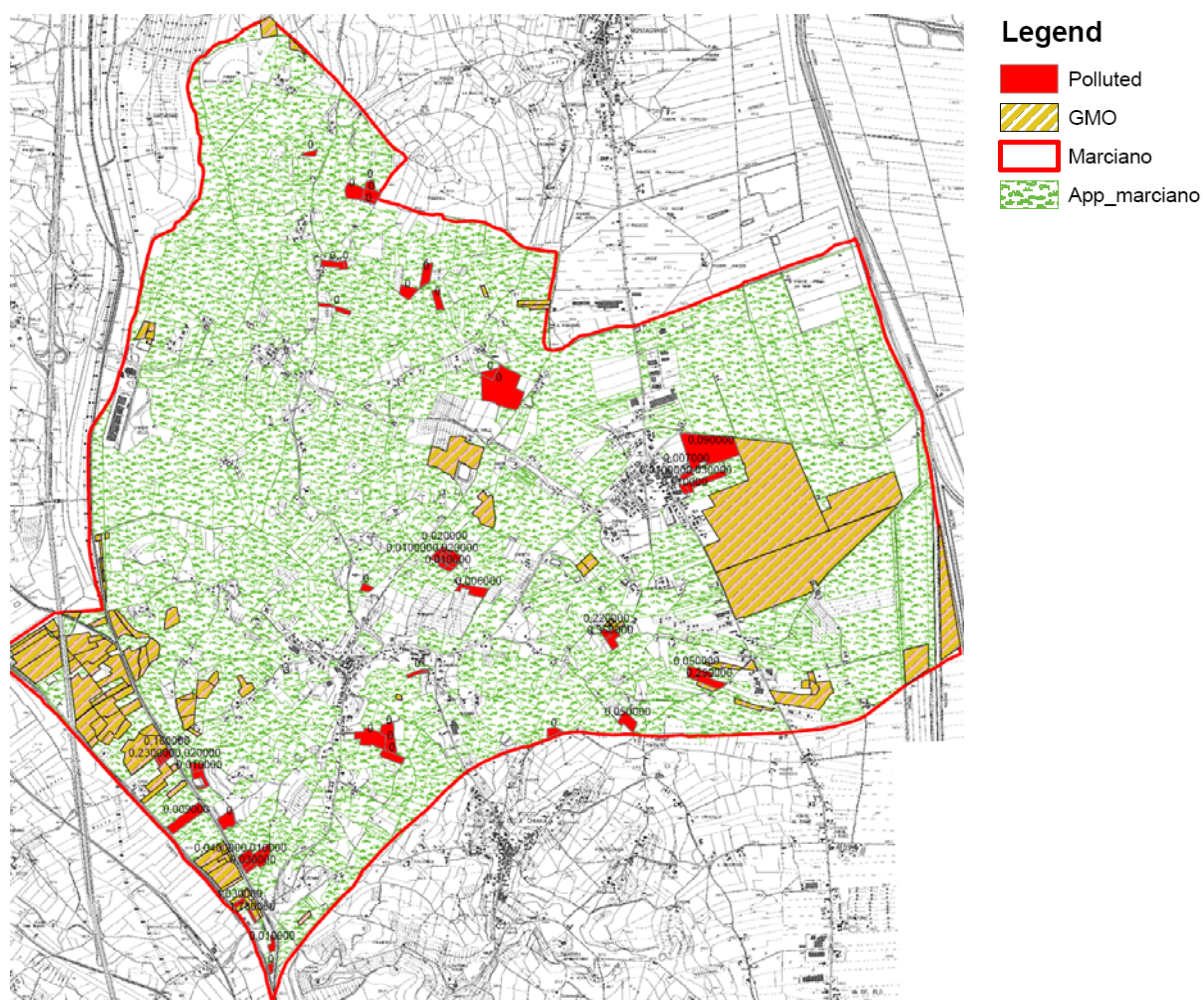


Fig. 38 - visualizzazione dei risultati relativi allo Scenario 1 (fioritura simultanea)

Da questi risultati emerge l'importanza dell'applicazione di misure di coesistenza per il contenimento dell'inquinamento genetico, tra le quali lo sfalsamento del periodo di fioritura tra le varietà di mais coltivate è senza dubbio a questo proposito un utile ausilio. Dall'altro

lato, è da considerare che questo tipo di misura in alcuni contesti non è sempre applicabile, in considerazione sia di aspetti più squisitamente agronomici (legati al rapporto tra precocità/tardività della coltura e resa), che di carattere socio-economico (mancanza di accordi tra coltivatori vicini).

In questi casi, ma è buon auspicio prenderlo in considerazione nella generalità dei casi, occorre ricorrere all'applicazione di più misure di coesistenza in maniera contemporanea, in modo da ridurre al minimo i rischi di contaminazione connessi alla coltivazione di colture geneticamente modificate.

### *Un nuovo modello di simulazione per la determinazione degli scenari relativi alla diffusione dei pollini GM*

A seguito dell'esperienza maturata con l'utilizzo del modello di simulazione di scenari MAPOD, è nata la volontà e la necessità di mettere a punto un modello di simulazione che riuscisse a bypassare i limiti in esso evidenziati.

Le principali esigenze riscontrate, per riuscire a programmare adeguatamente le misure di coesistenza da inserire nell'ambito dei Piani di Coesistenza regionali, comprendono la valutazione di rischi di contaminazione anche in considerazione delle differenze altimetriche tra gli appezzamenti coltivati e la presenza di ostacoli/barriere interposti tra di essi (siepi, ciglioni, frangivento, ecc.). Tutto ciò, in considerazione del fatto che il monitoraggio delle misure di coesistenza in agricoltura deve essere disposto dalle Regioni e dalle Province Autonome e concentrato in aree a maggior rischio, in modo da focalizzare il monitoraggio nelle zone maggiormente esposte ed ottimizzando quindi l'uso delle risorse.

A tal proposito, è stato messo a punto un modello di simulazione alla cui base deve essere acquisita un'approfondita conoscenza del territorio, archiviata all'interno di un S.I.T. (Sistema Informativo Territoriale), che consenta, non solo di localizzare tutti gli elementi che costituiscono il territorio in esame, ma anche di conoscerne le caratteristiche salienti. Pertanto, la prima fase di applicazione del modello dovrà prevedere la costruzione della banca dati, quale elemento di conoscenza necessario alle successive elaborazioni e di seguito prenderanno avvio le fasi di analisi vere e proprie. Le analisi con le quali si struttura il modello hanno origine con un'analisi della "visibilità" utilizzando gli appezzamenti dove viene coltivato mais GM come punti di origine; da questa fase si genera una mappa in cui si evidenziano tutte le possibili aree contaminate dai pollini senza ancora tener conto delle condizioni meteorologiche (temperatura, vento, pioggia, ecc.). Successivamente, l'analisi prenderà in considerazione anche questi fattori riuscendo a circoscrivere le porzioni di territorio potenzialmente raggiungibili dai pollini. Da tale mappa è possibile, pertanto individuare gli appezzamenti che risultano contaminati e tracciare così, per ciascuno di essi delle aree di rispetto ("aree buffer"). Vale la pena ricordare che, ciascuno dei fattori climatici implementati nel modello, viene organizzato secondo *map layer* da sovrapporre alla mappa

di prima elaborazione (“mappa della visibilità”): mediante operazioni di “Map Algebra” si riesce, così, ad ottenere la mappa finale relativa alla diffusione dei pollini per l’area di studio. I dati necessari, che permettono di giungere all’elaborazione finale, vengono catalogati all’interno del S.I.T. in due gruppi:

- *Dati tempo varianti*: la loro frequenza di aggiornamento è elevata (es. ogni ora, ogni giorno):
  - dati pluviometrici giornalieri (cumulata di pioggia in mm);
  - dati termometrici giornalieri ( $T_{max}$ ,  $T_{min}$ ,  $T_{media}$ );
  - dati anemometrici giornalieri (direzione ed intensità);
  - dati igrometrici giornalieri (umidità relativa).
- *Dati tempo invarianti*: la loro frequenza di aggiornamento è assai bassa (es. una volta l’anno – mappa degli appezzamenti):
  - Modello di Elevazione Digitale (DEM) – cella 10 m;
  - Modello Digitale del Terreno (DTM) – cella 10 m;
  - dataset vettoriale delle barriere (siepi, alberi, ecc.);
  - dataset degli appezzamenti (OGM, OGM-free, varietà coltivata, data di fioritura, ecc.).

La figura seguente mostra lo schema logico del modello.

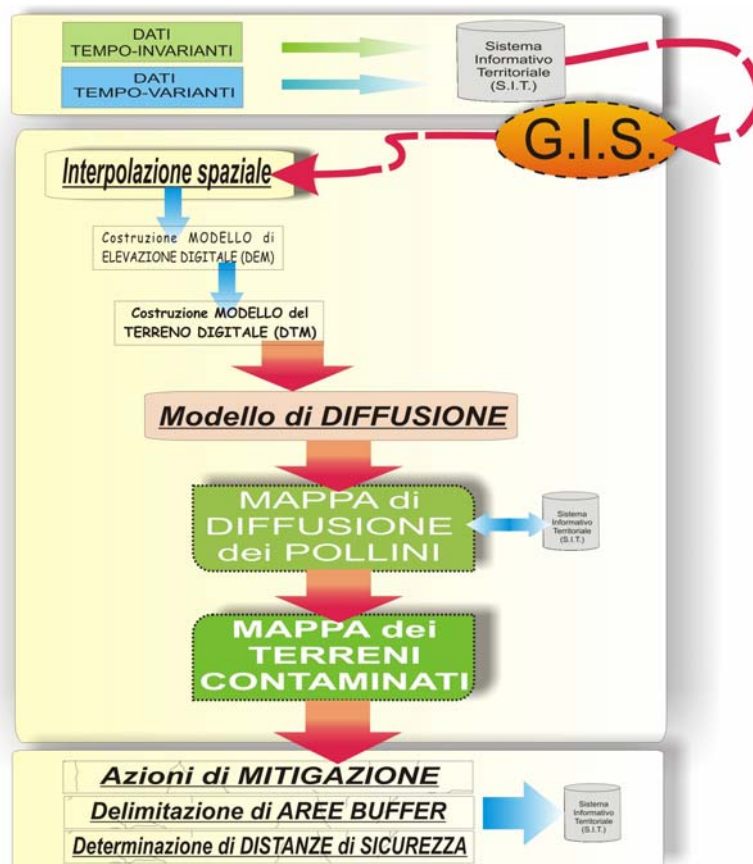


Fig. 39 – Schema del Modello di simulazione di scenari OGM

### *Costruzione del S.I.T.*

L'obiettivo della prima parte del modello è quello di evidenziare il contributo dei Sistemi Informativi Territoriali e della tecnologia informatica alla produzione ed utilizzazione della cartografia tematica. La tecnologia informatica, oltre a costituire un mezzo per la produzione di stampe aggiornate della carta in tempi rapidi e a costi contenuti, rappresenta un elemento fondamentale del Sistema Informativo Territoriale.

Il SIT, complesso organizzato di risorse umane, procedure, apparecchiature e flussi informativi, in grado di acquisire, archiviare ed elaborare dati correlabili al territorio, garantisce la possibilità di un approccio globale alla gestione del territorio. All'interno di un SIT è possibile operare l'acquisizione di informazioni territoriali provenienti da fonti diverse e strutturare queste informazioni in modo da renderle più facilmente disponibili, aggiornabili oltre che confrontabili tra loro.

Considerando poi la grande quantità di dati che occorre gestire, la necessità di un loro continuo aggiornamento e le elaborazioni che è necessario effettuare su tali dati, la tecnologia informatica all'interno di ogni SIT appare indispensabile. Essa è definibile come GIS (*Geographical Information System*) e costituisce, in tale ottica, la parte informatica del più vasto sistema informativo territoriale. All'interno del GIS ogni oggetto territoriale è rappresentato con le coordinate reali e le dimensioni effettive e corredato di una componente alfanumerica che ne descrive le caratteristiche. Ogni oggetto può inoltre essere arricchito con informazioni che ne descrivono il significato e la qualità (metainformazioni) e oltre a supportare l'acquisizione e la memorizzazione dei dati e dei metadati, il GIS consente analisi ed elaborazioni sui dati stessi e la successiva restituzione dei risultati (ad esempio sotto forma di carte e/o immagini). Nel nostro caso, i dati dovranno riferirsi ad entità territoriali di tipo "areale" (es. appezzamenti, edifici) e di tipo "lineare" (es. siepi).

### *Creazione dei dati di ingresso: il DEM*

Al fine di prevedere e simulare correttamente la diffusione di un oggetto (il polline) da una certa origine (gli appezzamenti coltivati ad OGM) verso una certa destinazione (tutti gli altri appezzamenti) è necessario, per prima cosa avere una dettagliata conoscenza della morfologia del territorio che si intende esaminare e di tutte le eventuali barriere presenti, sia di tipo naturale (siepi, alberi, ecc.), sia di origine antropica (edifici, capannoni, ecc.)

Il Modello Digitale del Terreno, quindi, può essere pensato come la "somma" di due componenti: il DEM (*Digital Elevation Model*) ed il DTM (*Digital Terrain Model*).

Pertanto, il modello tridimensionale del terreno è costruito a partire dal Modello Digitale di Elevazione (DEM) che deriva dall'elaborazione delle quote altimetriche espresse da curve di livello e punti quotati, mediante interpolatori spaziali implementati in un GIS; detta operazione dà luogo alla ricostruzione tridimensionale della superficie terrestre.



Il DEM consente di rappresentare lo sviluppo della crosta terrestre, ma occorre prendere in considerazione il fatto che su questa sono presenti anche elementi naturali (boschi, siepi, ecc.) ed antropici (edifici, strutture urbane, ecc.), che possono influenzare la veduta di un osservatore dovuta all'interazione nel cono visivo. A tal proposito, è necessario integrare il DEM modellando tali strutture al fine di produrre una ricostruzione affidabile del territorio in esame per giungere al Modello Digitale del Terreno (DTM) necessario allo studio.

#### *Elaborazione dei dati “tempo-varianti”: pioggia, temperatura, vento ed umidità relativa*

L'elaborazione dei dati climatici (pioggia, temperatura, vento ed umidità relativa) prende origine da dati puntuali raccolti in stazioni di misura poste all'interno dell'area di studio e in zone ragionevolmente prossime. Al fine di ottenere un “continuum” spaziale è indispensabile ricorrere ad interpolatori spaziali che forniscono una stima della variabile in oggetto diffusamente nell'ambito dell'intera area di studio. Nel caso di stima di variabili complesse, quali il vento e la temperatura, oltre alla variabile target (quella da stimare) si deve necessariamente ricorrere a variabili accessorie che abbiano una buona correlazione con la variabile in oggetto. Per meglio chiarire il concetto, vale la pena ricordare che alcuni variabili climatiche dipendono da fattori, quali la distanza dal mare, l'orografia, l'uso del suolo, ecc; pertanto, per giungere ad una stima il più possibile corretta si possono sfruttare le correlazioni che intercorrono tra la variabile target (campionata in maniera discreta presso le stazioni di misura) e le variabili secondarie che hanno un campionamento continuo. In tal modo, è possibile giungere ad una stima con l'ausilio di interpolatori di tipo geostatistico (o stocastici), affetta da un errore medio significativamente basso e di cui è possibile valutare l'entità.

Ciascuna delle mappe ottenute con l'elaborazione appena descritta verrà messa, a sua volta, in relazione con le mappe di prima elaborazione (“mappe di visibilità”) per quantificare in modo ancor più dettagliato, sia la quantità di diffusione del polline, sia le zone colpite a differente intensità.

Di seguito vengono riportati alcuni esempi applicativi relativi ad un'area del comune di Marciano della Chiana (AR), posta a sud-ovest della superficie comunale.

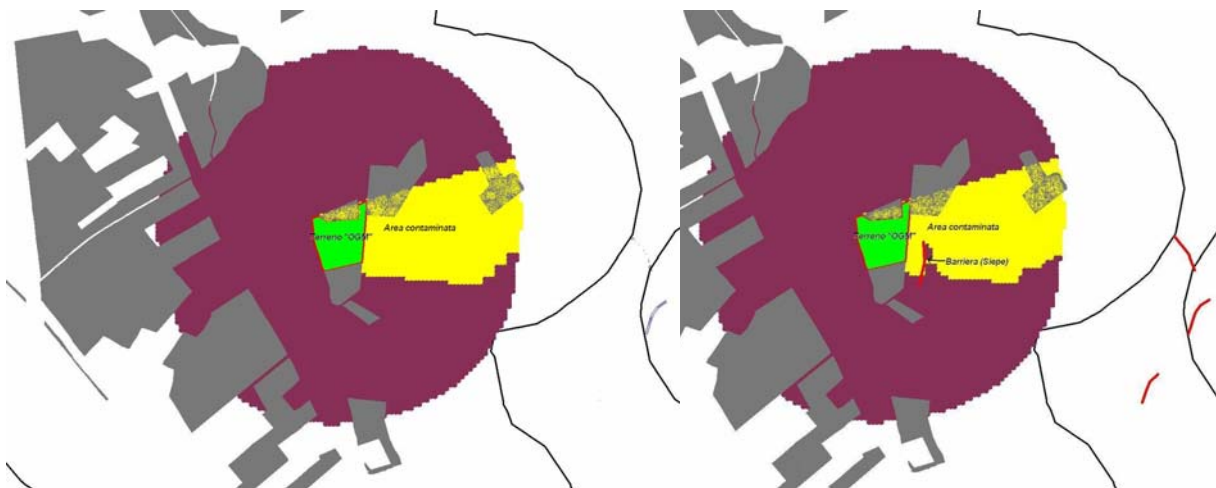


Fig. 40 - esempio di mappa di diffusione pollini GM, in relazione alla direzione ed all'intensità del vento prevalente: a sinistra in assenza di barriera; a destra con presenza di barriera

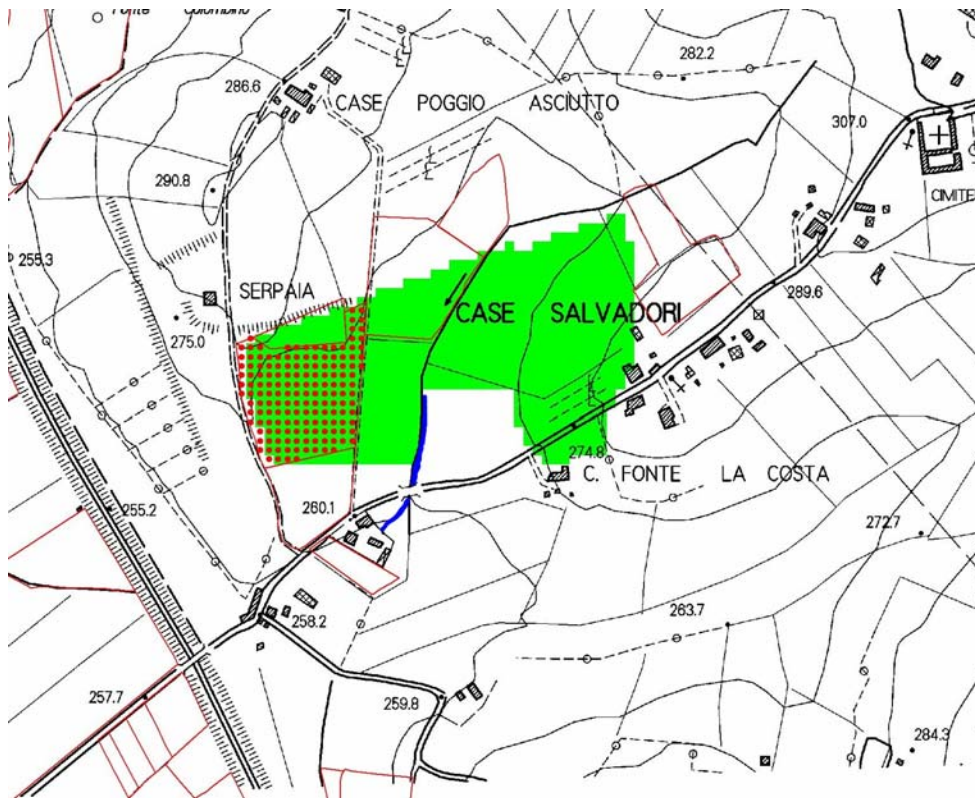


Fig. 41 - esempio di mappa di diffusione di pollini GM con presenza di barriera

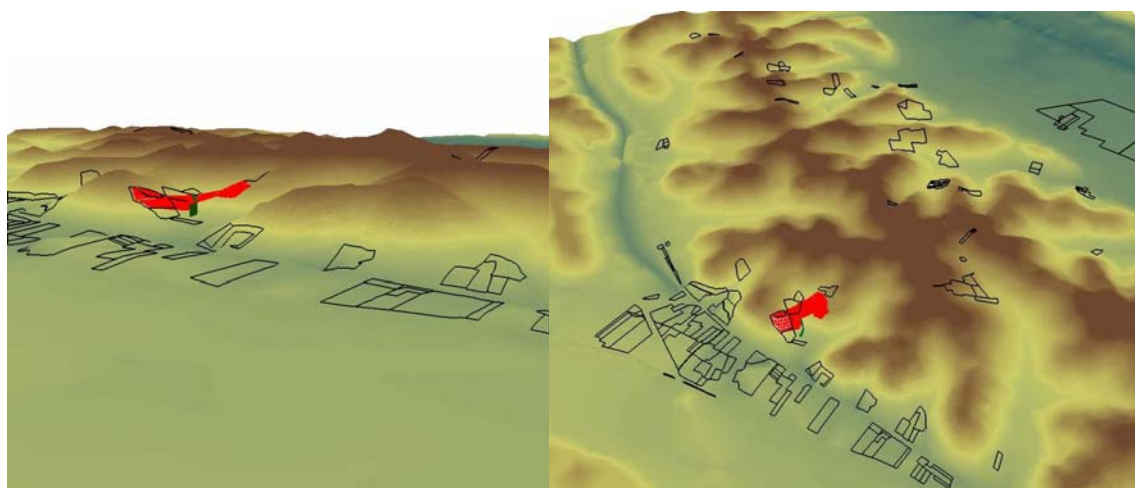


Fig. 42 - esempio di mappa di diffusione pollini GM con presenza di barriera (rappresentazioni tridimensionali)

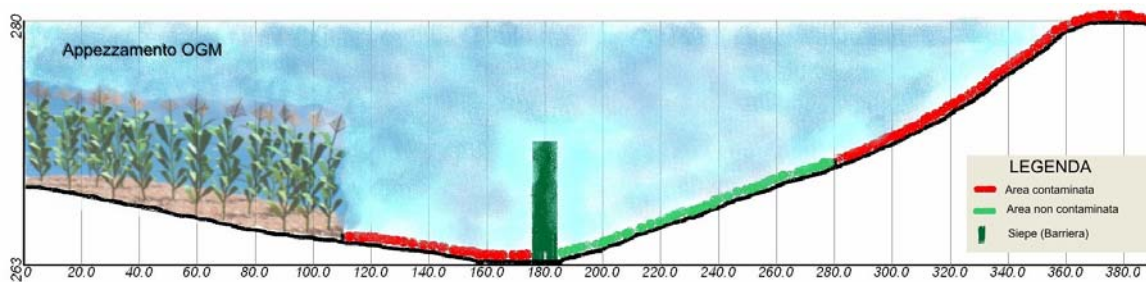


Fig. 43 - esempio di diffusione pollini GM con presenza di barriera (profilo)

Dalle elaborazioni presentate è evidente come la presenza di barriere o di differenti altitudini tra gli appezzamenti coltivati a mais GM e non GM, determinano la presenza di “coni d’ombra”, ovvero di aree nelle quali la contaminazione genetica è significativamente bassa o nulla. Tale aspetto risulta di fondamentale importanza nella programmazione delle misure di coesistenza, in relazione ai particolari contesti territoriali nei quali ci troviamo ad operare. Oltre a questo, la messa a punto di un Sistema Informativo Territoriale consente di localizzare sul territorio aree di particolare interesse (riserve naturali, siti di interesse comunitario, aree a denominazione di origine, aziende biologiche, ecc.) sulle quali – essendo caratterizzate da un alto fattore di rischio - è possibile impostare misure di coesistenza più cautelative. Con l’ausilio del modello di simulazione di scenari messo a punto è infatti possibile analizzare anche gli effetti dell’introduzione di misure di coesistenza in relazione al grado di contaminazione delle colture degli appezzamenti potenzialmente inquinabili.

## 5. Analisi del monitoraggio della coesistenza

### 5.1 Il sistema dei controlli OGM in Toscana

#### Il ruolo di ARSIA

Ai sensi della L.R. 53/00 e del suo regolamento attuativo l’ARSIA, l’Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l’Innovazione nel settore Agricolo-Forestale, *coordina l’attività di controllo sugli Organismi Geneticamente Modificati*, in accordo con l’ARPAT ed il *Dipartimento Diritto alla Salute della Regione Toscana*.

In particolare l’ARSIA:

- effettua il controllo sulle coltivazioni e produzioni agricole;
- attiva un supporto scientifico per l’attività di controllo e di diagnostica di laboratorio;
- svolge attività diagnostica attraverso il proprio laboratorio;
- è responsabile dell’avvio delle procedure di sanzionamento amministrativo.

L’apposito regolamento che disciplina i controlli, approvato con D.G.R., n. 2000 del 19/02/01 e modificato con D.G.R. n.445 del 27/04/01 prevede, nel caso delle coltivazioni, che i controlli interessino *almeno il 3% delle superfici regionali* destinate alle seguenti specie



vegetali: Mais, Soia, Colza, Barbabietola da zucchero, Pomodoro, Tabacco, Patata, Crisantemo, Vite.

L'ARSIA, nell'affrontare i controlli sugli OGM, si avvale della struttura scientifica del Centro Interdipartimentale di Biotecnologie di Interesse Agrario, Chimico e Industriale dell'Università di Firenze (C.I.B.I.A.C.I.). La struttura possiede le attrezzature necessarie per l'esecuzione di tutta la parte analitica, compreso il "sequenziamento di controllo" previsto dal regolamento regionale, che può rendersi necessario nella ricerca analitica degli OGM.

Il controllo si articola in 2 azioni fondamentali:

- 1) controllo in azienda (verifica documentale, sopralluogo visivo in campo, prelievo di campione vegetale);
- 2) analisi molecolare del campione vegetale prelevato per la ricerca di transgeni.

I campioni per la ricerca degli OGM vengono analizzati tramite l'analisi biomolecolare di PCR (Polimerase Chain Reaction). Questo tipo di analisi prevede l'estrazione del DNA dal materiale da sottoporre a controllo, la successiva amplificazione del materiale genico estratto e la sua caratterizzazione finale. L'analisi PCR può essere di tipo qualitativo (nel caso degli OGM presenza o assenza di DNA trasgenico) o di tipo quantitativo (valutazione della percentuale di DNA).

trasgenico presente nel campione analizzato). L'Agenzia da diversi anni ha sviluppato e consolidato presso i propri laboratori di Capannori e Firenze, una linea analitica basata su analisi biomolecolari con PCR qualitativa. Questo tipo di analisi, pur mantenendo un'alta affidabilità analitica, è più veloce e semplice rispetto ad una PCR quantitativa, per cui si presta ad indagini di screening su numeri elevati di campioni. Pertanto i campioni vegetali prelevati durante i sopralluoghi di campo saranno recapitati presso il laboratorio ARSIA di Capannori dove verranno conservati ad idonea temperatura e sottoposti in tempi brevi ad analisi di PCR qualitativa. Il Regolamento regionale prevede che qualora venga accertata da ARSIA la presenza di OGM con la PCR qualitativa, si effettui sul campione positivo un'ulteriore analisi con il metodo della PCR quantitativa ed eventualmente il sequenziamento di controllo. La realizzazione della PCR quantitativa è di competenza dell'ARPAT, mentre il sequenziamento di controllo verrà svolto dal CIBIACI.

Operativamente ne risulta che l'ARSIA, una volta che ha accertato la presenza di OGM con l'analisi qualitativa, trasferisce il campione vegetale congelato ad ARPAT per l'esecuzione dell'analisi quantitativa. Qualora ARPAT confermi l'esito positivo delle analisi effettuate da ARSIA, questa invierà "un'amplificato" (DNA purificato) del campione positivo a CIBIACI per il sequenziamento di controllo. Se CIBIACI conferma la presenza di OGM, l'ARSIA darà seguito alla procedura di infrazione.

#### *Il ruolo del Servizio Sanitario*

Il Servizio sanitario si occupa del controllo degli alimenti sia destinati all'alimentazione umana che animale. Per quanto riguarda i prodotti destinati all'alimentazione umana,

l'Azienda USL 10 di Firenze, svolge in qualità di centro di riferimento regionale a valenza interaziendale, le attività analitiche finalizzate al controllo ufficiale degli alimenti contenenti OGM, attraverso il laboratorio della Unità Operativa di Biotossicologia. Il laboratorio si avvale della collaborazione dell'Istituto Superiore di Sanità, referente delle analisi di revisione per le conferme di seconda istanza, sia nell'affinare le tecniche analitiche in uso, sia nell'aggiornamento delle novità metodologiche.

Attualmente vengono effettuate le analisi qualitative di screening e quantitative per soia RR (Roundup Ready) e mais Bt 11 E Bt 176; contemporaneamente è possibile rilevare nei campioni di mais, la presenza di linee modificate quali MON 809, MON 810 e T25.

Tutte le Aziende USL sono coinvolte nell'attività di indagine finalizzata alla ricerca di OGM, attraverso il campionamento di prodotti alimentari contenenti mais e soia. Per l'anno 2005 ogni Azienda USL procede al campionamento di 3-4 campioni di alimenti a base di mais e soia, privilegiando il campionamento degli alimenti per la prima infanzia.

Per quanto riguarda i prodotti destinati all'alimentazione animale, il Servizio Veterinario della Regione Toscana, di intesa con l'Istituto Sperimentale Zooprofilattico per la Regione Toscana e Lazio nell'ambito dell'extrapiano PNR, effettuerà controlli ed analisi molecolari per la ricerca di OGM su mangimi.

#### Il ruolo di ARPAT

L'ARPAT riveste specifici compiti di controllo e ispezione, in relazione alle proprie competenze in materia fitosanitaria e di tutela ambientale. Il controllo ispettivo fitosanitario viene effettuato presso i punti di entrata nella UE su sementi da semina e su granella di cereali e leguminose secche provenienti da paesi terzi. In Toscana tale controllo si esplica presso il porto di Livorno dal personale ispettivo incaricato dei controlli fitosanitari che provvede a rilasciare il certificato fitosanitario ovvero il nulla osta sementiero per la libera circolazione all'interno della Comunità.

Le sementi sono inoltre controllate anche nell'ultima fase della commercializzazione presso grossisti, rivenditori, consorzi e cooperative. Presso il Dipartimento ARPAT di Pistoia è attivo il laboratorio per la ricerca biomolecolare di modificazioni genetiche sulle matrici vegetali con metodica PCR (Polymerase Chain Reaction) qualitativa e quantitativa, come richiesto dal Regolamento attuativo della L.R.53/2000.

Il Decreto ministeriale MiPAF del 27.11.2003 "Modalità di controllo delle sementi di mais e soia per la presenza di organismi geneticamente modificati" ha fissato le norme generali per la realizzazione di un programma annuale di controllo delle sementi di mais e soia per verificare l'eventuale presenza di OGM. ARPAT prevede di effettuare prelievi ed analisi su lotti di sementi importate provenienti da paesi terzi. L'indicazione generale ministeriale è quella di portare al 100% la percentuale dei controlli svolti presso il porto di Livorno con il coordinamento dell'*Agenzia delle Dogane*, al fine di coprire il 100% delle partite di sementi. Le ispezioni e i prelievi presso grossisti, rivenditori consorzi e cooperative sono effettuate su

quelli più significativi del territorio regionale e sono estrapolati dai dati delle semine annuali effettuate nella regione. In tale contesto si prevede il prelievo di circa 40 campioni di sementi in coordinamento con *l'Ispettorato Centrale Repressione Frodi*. I campioni di seme che vengono fatti analizzare anche dall'ENSE (Ente Nazionale Sementi Elette) e nel caso in cui il campione risulti contaminato, la partita di seme viene sequestrata, mediante sequestro penale.

### *5.2 Analisi economica dei metodi di monitoraggio degli OGM*

Il monitoraggio e i controlli effettuati sugli OGM prevedono attualmente una serie di metodi che possono essere riassunti come segue.

#### *Metodi per la rilevazione delle proteine*

Si tratta di metodi largamente utilizzati per i controlli di campo, quali l'ELISA e i Lateral Flow Strip tests. I tests devono essere eseguiti nei primi stadi della produzione quando la struttura terziaria e quaternaria delle proteine è ancora intatta. Con questi metodi possono essere rilevate proteine transgeniche specifiche, quali Cry1Ab, Cry1Ac, Cry9C nel mais, cotone, soia, barbabietola. Alcune proteine, endotossine del mais Bt non possono essere rilevate con il metodo ELISA, perché sono espresse a livelli molto bassi o non sono espresse nella cariossida, bensì in altre parti della pianta. Il metodo ELISA è meno costoso della PCR ed è più semplice l'esecuzione, i risultati ottenuti sono di tipo qualitativo o semi-quantitativo e sono disponibili entro 2-4 giorni dall'esecuzione del test. I Lateral Flow Strip sono più economici e non richiedono sofisticate apparecchiature da laboratorio per l'esecuzione. Questi test forniscono un risultato di tipo qualitativo si/no relativamente alla presenza di OGM in tempi molto rapidi di 10-20 minuti, notevolmente utili per i test di campo.

#### *PCR*

Il metodo della PCR fornisce risultati di tipo qualitativo, semi-quantitativo e quantitativo ed ha la particolarità di permettere la quantificazione di OGM anche in presenza di quantitativi estremamente ridotti di DNA. I tests possono essere eseguiti in qualsiasi stage della produzione agricola essendo la sua sensibilità di rilevazione molto più alta rispetto agli altri metodi, stimabile in 100 volte in più rispetto al Lateral Flow Strip e 10 volte in più rispetto all'ELISA. Il metodo scelto al momento in Europa per analizzare la contaminazione da OGM è la PCR, grazie alla sua elevata sensibilità di rilevazione. La PCR risulta più costosa rispetto ai metodi basati sulla rilevazione delle proteine e deve essere eseguita in laboratori controllati dotati di apparecchiature specializzate. I risultati possono essere ottenuti nell'arco di 5-10 giorni.

I costi attuali relativi alle diverse metodologie di rilevazione sono riportati nella tabella seguente. I valori riportati rappresentano dei valori di prezzi medi rilevati dalle tariffe applicate dai principali laboratori presenti a livello europeo.

Tab. 22 - Costi dei metodi di rilevazione disponibili per l'analisi degli OGM

<b>Analisi del DNA</b>	<b>Prezzo Euro/test</b>	<b>DNA analizzato</b>	<b>Limite di rilevazione</b>
<i>PCR qualitativa</i>	178	CaMV 35S, nos terminator	
	158-187 (1-40 tests)		0,1%
<i>PCR quantitativa</i>	396	Cry1Ab, EPSPS, Bar per mais e colza	
	260-305		0,1%
<i>PCR Real-time</i>	436		0,1%
<b>Analisi delle proteine</b>	<b>Prezzo Euro/test</b>	<b>Proteine analizzate</b>	<b>Limite di rilevazione</b>
<i>ELISA (kit)</i>	143	Cry1Ab, Cry1Ac	-
	222	Cry9C	-
	570	Cry1Ab	-
	570	Cry9C	≤0,01%, 0,01% - 0,1%, 0,1%-1%, >1%
<i>Lateral Flow Test</i>	200 (50 strips)	Cry1Ab, Cry1A	1%
	200 (50 strips)	Cry9C	0,1%
	912 (50 strips)	Cry1Ab	0,1%, 1%
	912 (50 strips)	Cry9C	0,1%, 1%

Fonte: rielaborazione da Bock *et al.*, 2002.

Come si può notare dai dati riportati, attualmente, il prezzo di una analisi PCR quantitativa è superiore rispetto al metodo ELISA anche a causa della maggiore sensibilità di rilevazione, ma con l'aumento dei controlli, nel tempo, possiamo presumere che il prezzo relativo all'analisi PCR si possa ridurre considerevolmente. Nel paragrafo successivo è illustrato il sistema dei controlli praticato in Toscana che evidenziano come al momento venga normalmente praticata in prima battuta l'analisi PCR qualitativa e se il campione risulta positivo, le analisi vengono ulteriormente approfondite con la PCR quantitativa.

### **6. Analisi comparativa e classificazione dei costi della coesistenza**

Nel corso del report sono stati analizzati i costi relativi alla coesistenza nell'ambito della filiera agro-alimentare considerata; lo scopo di questo paragrafo è quello di sintetizzare, mediante l'ausilio di schemi, i principali costi a carico dei vari soggetti coinvolti, al fine di garantire un'adeguata gestione della coesistenza. La rilettura critica dei costi, intervenenti ai vari livelli di analisi, fornisce un quadro chiaro e conciso di quali potrebbero essere i principali problemi legati all'introduzione della coltivazione di colture GM e facilita altresì la valutazione degli strumenti di intervento idonei alla loro gestione.

Nello specifico, saranno posti a confronto, mediante un'analisi di tipo comparativo, i costi a carico delle aziende agricole che coltivano OGM e quelli delle aziende che coltivano OGM-free ed il rapporto di connessione esistente tra queste e la pubblica amministrazione. I costi della coesistenza, a ciascun livello della filiera, saranno poi classificati in diverse categorie,

facilitando, anche in questo caso, il confronto tra di essi, riguardo al medesimo soggetto e a soggetti diversi afferenti alla filiera produttiva.

L'analisi dettagliata delle categorie di costo connesse al mantenimento della coesistenza a livello agricolo (cfr. Fig. 44), mostra che i costi direttamente sostenuti dalle aziende agricole che coltivano OGM sono essenzialmente riconducibili ai costi di assicurazione contro danni a terzi (es. contaminazione delle produzioni) e l'introduzione di zone buffer OGM-free attorno all'area/appezzamento coltivato ad OGM per il contenimento dei fenomeni di contaminazione. Le altre tipologie di costo, classificate in Figura 45 nelle categorie di: rischio di contaminazione accidentale, input, operazioni colturali, logistica e costi di certificazione/etichettatura di prodotto, sono nella fattispecie a carico dell'azienda agricola OGM-free, dato che si tratta di misure di loro diretta applicazione. La necessità di dover sottostare a tali sovraccosti, ai fini del contenimento della contaminazione, determina notevoli disagi di tipo economico, gestionale, etico a loro carico, per cui il solo modo per rendere più equa la ripartizione degli oneri aziendali risulta quella del trasferimento dei sovraccosti a carico delle aziende agricole che coltivano OGM (cfr. Fig. 44). L'imprenditore agricolo deve essere libero di poter scegliere di coltivare OGM, ma deve essere altrettanto libero di poter scegliere di non coltivare OGM. Da questo semplice ragionamento che sta alla base del "Principio di coesistenza" si deduce che l'agricoltore che sceglie di coltivare OGM deve garantire la libertà di scelta per l'agricoltore vicino, dato che, nel momento in cui le colture GM contaminano le colture limitrofe, oltre alla soglia consentita, viene meno la possibilità di scelta, andando contro al principio di coesistenza stesso.

Il ruolo della pubblica amministrazione nella gestione della coesistenza dovrebbe essere sostanziale; attualmente, come specificato nel paragrafo precedente, risulta attivo un sistema di controllo, sia sulle sementi in entrata che sulle produzioni in uscita. Alla funzione di controllo dovrebbero essere affiancate altre sostanziali funzioni: dovrebbe essere istituito un sistema di autorizzazione e, dall'altro lato, un sistema sanzionatorio, in maniera tale che vengano seguite delle procedure standardizzate, utili a rendere efficiente e fruibile il sistema nel suo complesso. Per facilitare la gestione di queste misure, risulterebbe di fondamentale importanza affiancare ad esse la predisposizione di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) dedicato che fornisca in tempo reale la situazione geografico-territoriale relativa alle autorizzazioni, ai controlli ed al sistema sanzionatorio.

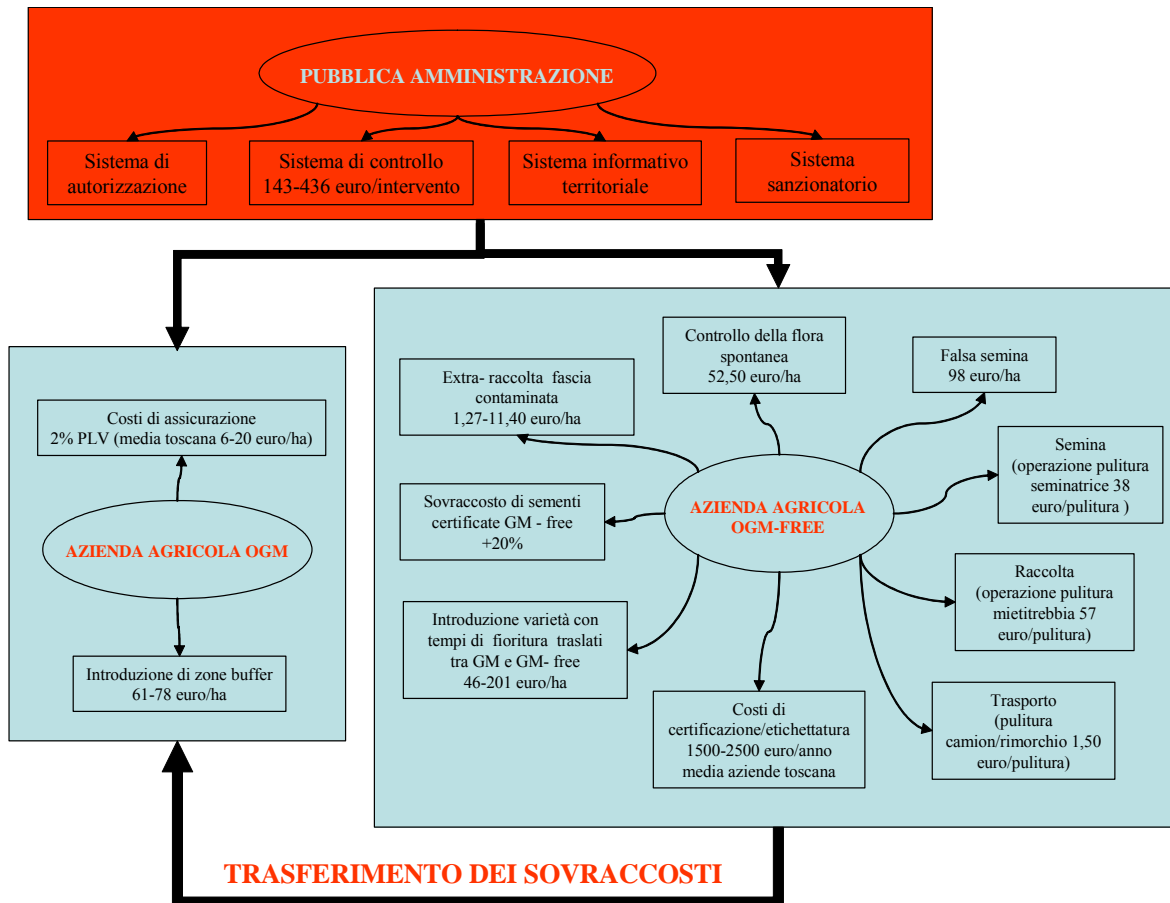


Fig. 44 - Analisi dei costi a carico delle aziende agricole che coltivano OGM e delle aziende che coltivano OGM-free e del rapporto di connessione esistente tra queste e la pubblica amministrazione

La classificazione dei costi a cui devono sottostare le aziende agricole OGM-free, come riportato nella figura sottostante, prevede una categoria di costi connessa al rischio di contaminazione accidentale delle produzioni, che vedremo essere un fattore comune anche degli altri soggetti della filiera. Essa comprende un rischio di mercato, di difficile quantificazione, che si manifesta nell'eventualità che venga scoperta una contaminazione del prodotto quando questo è già stato immesso sul mercato ed un costo legato all'extra raccolta da effettuarsi nella fascia dell'appezzamento in cui sia stata eventualmente diagnosticata una percentuale di contaminazione superiore alla soglia consentita per legge. I sovraccosti connessi agli input riguardano l'acquisto di sementi certificate GM-free e l'introduzione di varietà coltivate con tempi di fioritura diversi rispetto alle varietà GM impiegate negli appezzamenti limitrofi, il che implica la necessità di collaborazione tra agricoltori vicini. Oltre a questi aspetti, devono essere presi in considerazione i costi legati alle operazioni colturali da eseguire in aggiunta alla consueta pratica agricola; nello specifico, occorre praticare la falsa semina ed un idoneo controllo della flora spontanea a bordo campo per prevenire l'insorgenza di piante spontanee GM, l'adeguata pulitura della seminatrice e della mietitrebbia. A livello di logistica, occorre tenere in considerazione i costi di pulitura

dell'autocarro utilizzato per il trasporto della granella, dato che l'azienda deve avvalersi del servizio di un contoterzista che opera normalmente anche per il trasporto di granella GM e che deve quindi imporre una maggiorazione di costo legata alla necessità di pulitura del mezzo. L'ultima categoria di costo riguarda la certificazione ed etichettatura del prodotto, in quanto, l'azienda GM-free per tutelare la propria immagine sul mercato, dovrà in qualche modo certificare che la propria produzione è esente da OGM, ad esempio, apponendo un'apposita etichetta sul prodotto commercializzato.

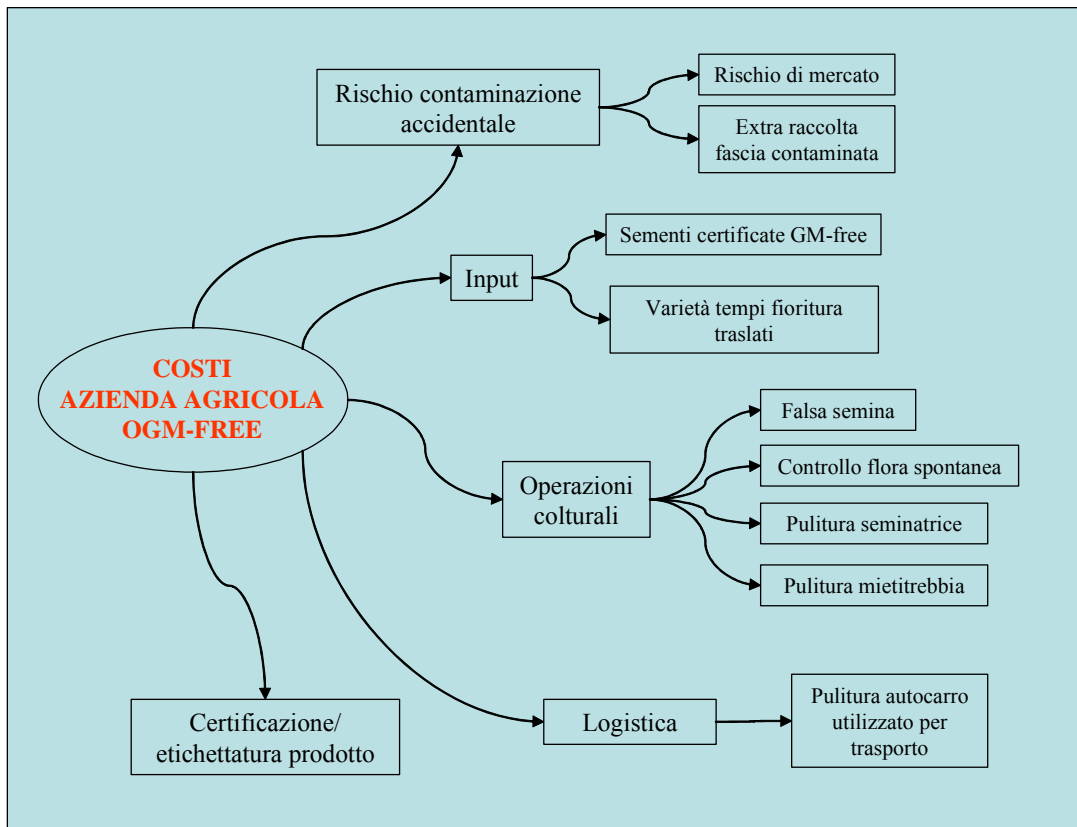


Fig. 45 - Classificazione dei costi a carico delle aziende agricole OGM-free

Le ditte sementiere OGM-free hanno, per certi versi, molti aspetti comuni alle aziende agricole, come si può notare dallo schema riportato (cfr. Fig. 46). Anche in questo caso, è prevista una fase di coltivazione connessa alla moltiplicazione della semente, in cui compaiono le medesime voci di costo, rispetto al caso precedentemente illustrato, ad eccezione della necessità di dotarsi di sementi certificate, in quanto la dotazione avviene automaticamente da parte della ditta costituttrice della varietà che esegue a suo carico tutte le analisi di controllo necessarie. Le differenze sostanziali riguardano invece la logistica, infatti una ditta sementiera rispetto ad una azienda agraria, deve normalmente garantire contemporaneamente la moltiplicazione e commercializzazione di seme GM e GM-free e dotarsi pertanto di sistemi di pulitura, essiccazione, movimentazione, stoccaggio e trasporto separati. Le ditte sementiere hanno poi a loro carico i costi relativi alle analisi di controllo della semente prima di essere commercializzata.

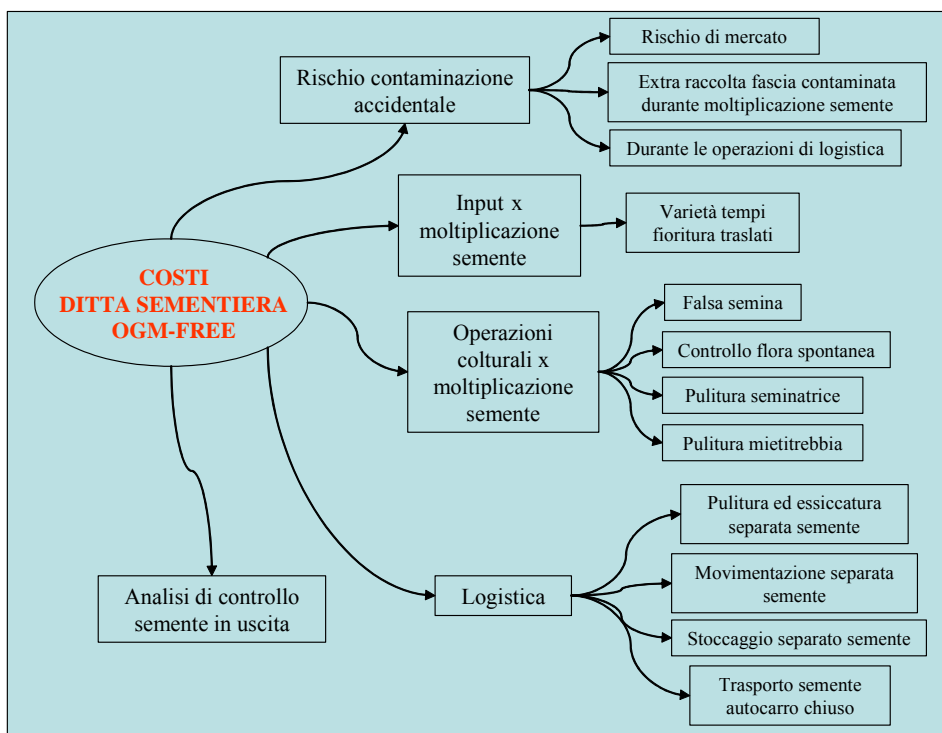


Fig. 46 - Classificazione dei costi a carico delle ditte sementiere OGM-free

La Figura 47 mostra la classificazione dei sovraccosti relativi ai centri di raccolta OGM-free che, come si può notare, differiscono da quelli relativi alle ditte sementiere per i soli aspetti legati alla coltivazione, dato che i centri prelevano direttamente la granella dalle aziende, ma permane in ogni caso la necessità di garantire la separazione delle operazioni di logistica.

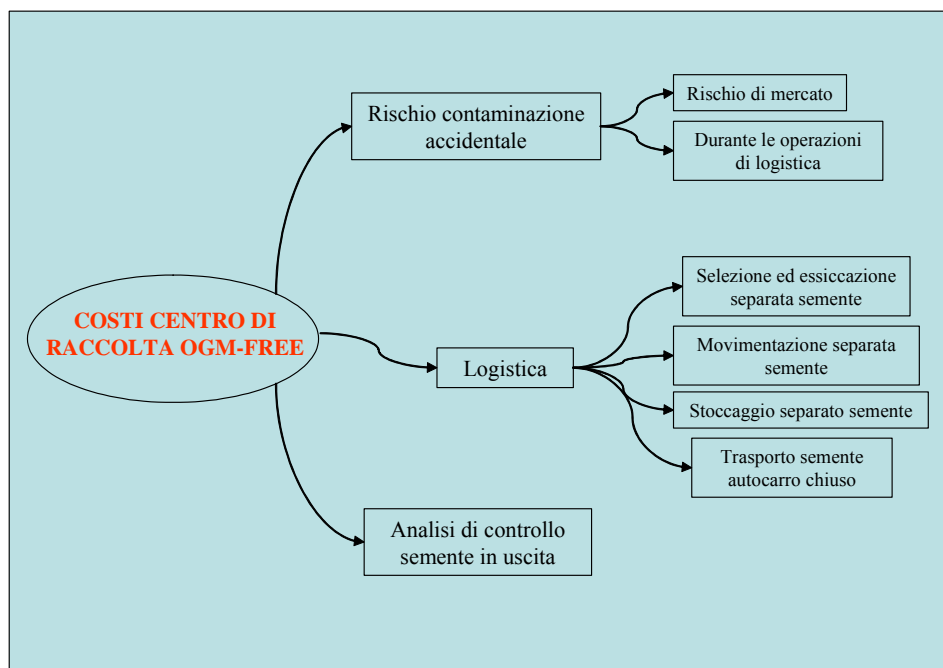


Fig. 47 - Classificazione dei costi a carico dei centri di raccolta OGM-free



Per quanto riguarda i mangimifici OGM-free (cfr. Fig. 48), la situazione si complica ulteriormente rispetto ai centri di raccolta, dato che, oltre alle operazioni di logistica, devono essere svolte separatamente anche le operazioni di lavorazione, per cui occorre considerare dei sovraccosti legati alla necessità di eseguire separatamente la macinazione della granella, la miscelazione e la cubettatura dei mangimi. A questi si aggiungono i costi relativi ai controlli della granella in entrata, i costi di transazione connessi al collocamento del prodotto sul mercato, la necessità di dotarsi di sistemi di rintracciabilità e di certificazione dei mangimi.

Il caso delle aziende zootecniche OGM-free si differenzia in base a come viene organizzata l'alimentazione del bestiame nell'ambito dell'allevamento, infatti, se le razioni e i mangimi vengono prodotti direttamente in azienda e anche se una parte dei prodotti può essere acquistata dall'esterno è comunque necessario prevedere una fase di coltivazione in cui si ripropongono i medesimi sovraccosti previsti per le aziende agricole (cfr. Fig. 49), oltre ai costi di logistica, di lavorazione e di certificazione delle produzioni. Nel caso di aziende zootecniche che acquistano interamente dall'esterno i mangimi (cfr. Fig. 50), la situazione risulta molto dissimile, dato che in questo contesto non si rende più necessaria né la coltivazione, né la produzione di mangimi, per cui non compaiono più a carico dell'azienda i costi classificati come input, operazioni culturali, logistica e lavorazione; in sostanza, permangono esclusivamente i sovraccosti legati al rischio di contaminazione accidentale ed alla certificazione/etichettatura della carne.

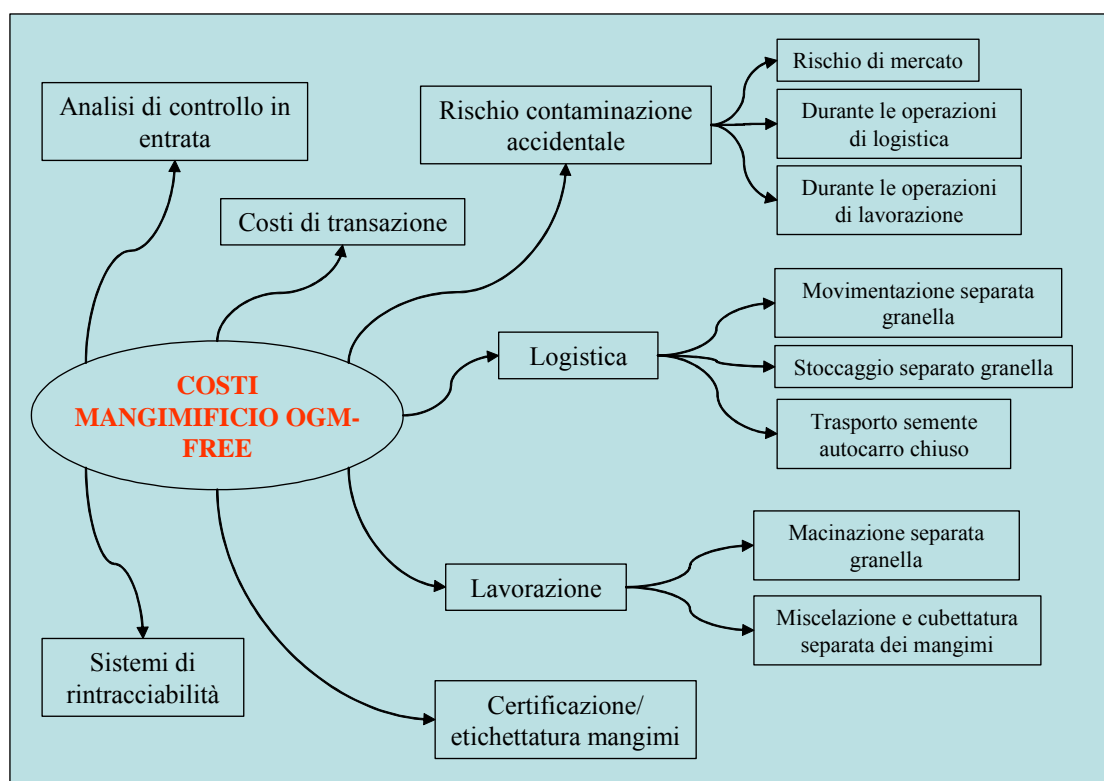


Fig. 48 - Classificazione dei costi a carico dei mangimifici OGM-free

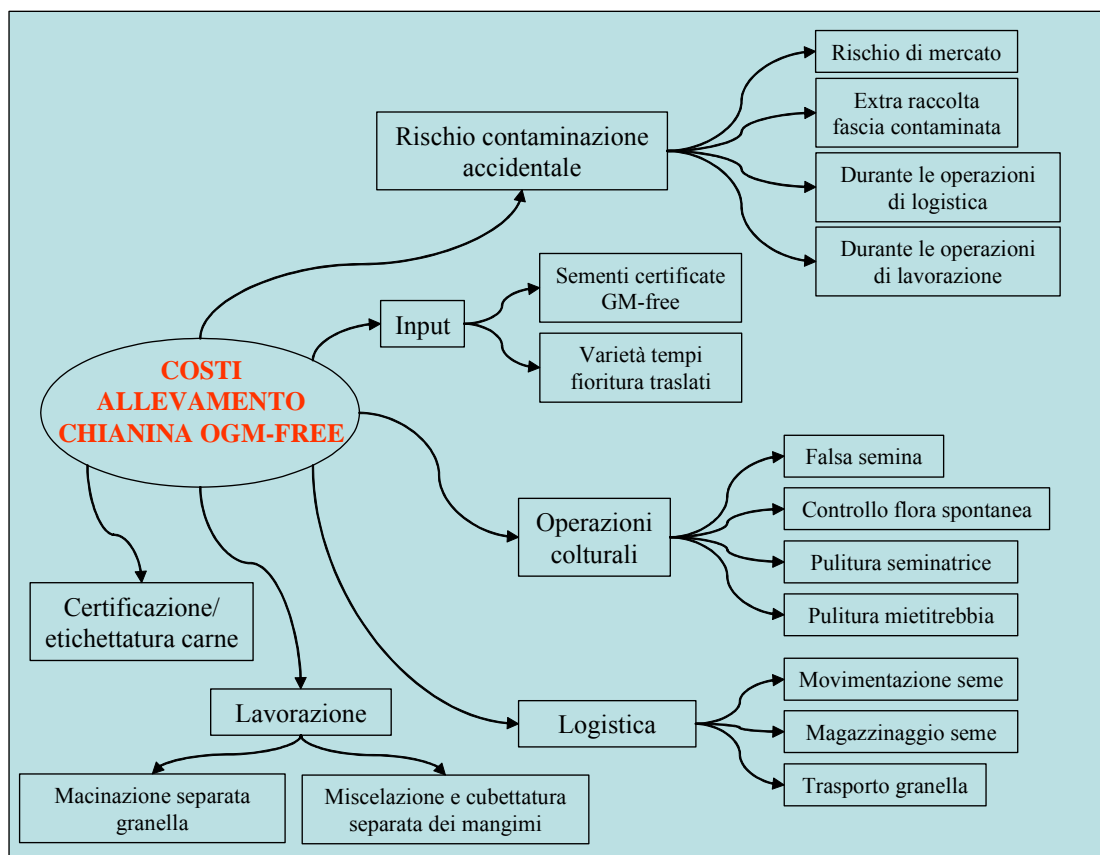


Fig. 49 - Classificazione dei costi a carico delle aziende zootecniche OGM-free che producono razioni e mangimi in azienda, anche con possibilità di acquisto dall'esterno di una parte dei prodotti

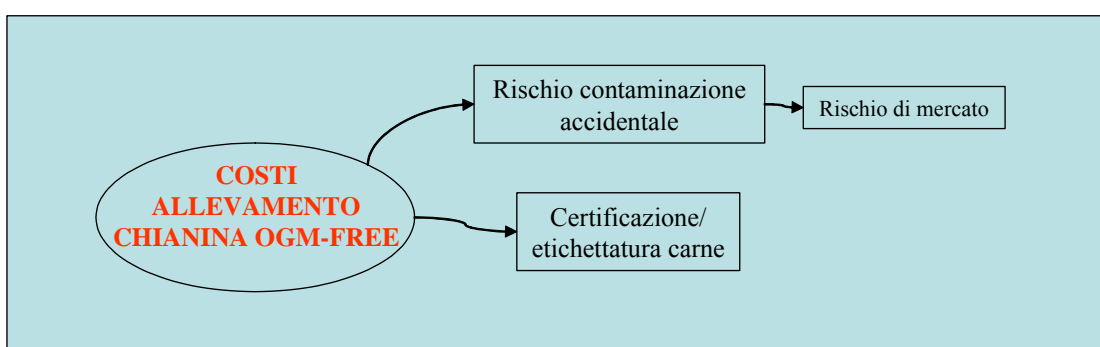


Fig. 50 - Classificazione dei costi a carico delle aziende zootecniche OGM-free acquistano mangimi interamente dall'esterno

Dalla classificazione e analisi dei costi della coesistenza emerge un aspetto molto significativo; aldilà delle differenze riscontrate tra i sovraccosti imputabili ai diversi soggetti della filiera considerata, è da notare la presenza costante, in ogni ambito, del rischio di contaminazione accidentale. Tale aspetto denota che nonostante tutti gli accorgimenti e

misure applicabili per il contenimento della contaminazione, permane ugualmente un certo fattore di rischio spesso difficilmente stimabile a livello monetario, dati gli effetti estremamente diversificati con cui si può manifestare, talvolta senza possibilità di ripristino della situazione originale.

## ***7. Applicazione dello strumento di analisi LCA – Life Cycle Assessment all’analisi della coesistenza***

### *7.1 Il campo di applicazione della LCA*

Il campo potenziale di applicazione della LCA è molto ampio, andando dalla gestione della singola azienda a quella dei sistemi socio-economici complessi. Risulta chiara la sua utilità in campo macroeconomico, dal momento che si tratta di uno strumento particolarmente adatto a perseguire politiche di sviluppo sostenibile. Con la stessa logica, le applicazioni LCA, sia a livello nazionale che internazionale, risultano un valido strumento di comunicazione dei risultati ambientali, assolvendo a molteplici scopi: promuovere un comparto produttivo per le azioni di rispetto verso l’ambiente; rendere disponibili informazioni quantitative, preziose anche per coloro che, dovendo affrontare studi di carattere ambientale, necessitano di riferimenti riconosciuti e affidabili; stimolare la cultura ambientale tra i soggetti portatori d’interesse, ecc..

La *definizione* riportata nella norma *UNI EN ISO 14040* esprime la LCA come una “compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita dei flussi in entrata e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto”.

Una LCA applicata ad un sistema complesso indirizza, dunque, lo studio di efficienza del sistema in oggetto verso la salvaguardia della salute dell’ambiente e dell’uomo e verso il risparmio delle risorse.

Gli *input* del sistema sono parametri che intervengono nel dibattito sui problemi di risparmio delle risorse, mentre gli *output* riguardano i problemi di inquinamento. Gli input del sistema consistono in materie prime e in energia primaria (energia solare compresa), mentre gli output consistono in reflui (calore disperso, emissioni in acqua e in aria, rifiuti solidi, ecc.) che ritornano all’ambiente (o biosfera). Si tratta di un sistema al cui interno sono presenti tutti gli attori dei processi di trasformazione intesi in senso lato: dai produttori agli utenti, attraverso i prodotti finali. È questo il caso in cui si è soliti parlare di "vero sistema di ciclo vita", poiché tra i suoi output non esistono prodotti utili, ma solamente sostanze reflue; prendendo spunto da questa definizione è di conseguenza possibile estendere il concetto "*dalla culla alla tomba*" a quello "*dalla culla alla culla*", prendendo in considerazione anche i processi di recupero, riciclo e riuso.

Il modello analogico del sistema oggetto di indagine in una LCA risulta essere una *semplificazione della realtà*, poiché, come tutti i modelli matematici, fisici e ingegneristici, non include una rappresentazione completa delle interazioni con l’ambiente. L’importante è

poter eseguire campagne di simulazione in maniera affidabile ed efficace per progettare il miglioramento del sistema indagato.

### 7.2 La struttura di una LCA

La struttura della LCA proposta dalla *norma ISO 14040* è sintetizzabile in quattro momenti principali:

1. Definizione degli scopi e degli obiettivi (Goal and Scope Definition): è la fase preliminare in cui vengono definiti le finalità dello studio, l'unità funzionale, i confini del sistema studiato, il fabbisogno e l'affidabilità dei dati, le assunzioni e i limiti.

2. Analisi di Inventario (Life Cycle Inventory Analysis, LCI): è la parte del lavoro dedicata allo studio del ciclo di vita del processo o attività; lo scopo principale è quello di ricostruire la via attraverso cui il fluire dell'energia e dei materiali permette il funzionamento del sistema in esame tramite tutti i processi di trasformazione e trasporto. Redigere un Inventario di ciclo vita significa pertanto costruire il modello analogico del sistema reale che si intende studiare.

3. Analisi degli impatti (Life Cycle Impact Assessment, LCIA): è lo studio dell'impatto ambientale provocato dal processo o attività, che ha lo scopo di evidenziare l'entità delle modificazioni generate a seguito dei rilasci nell'ambiente e dei consumi di risorse calcolati nell'Inventario. È questa la fase in cui si produce il passaggio dal dato oggettivo calcolato durante la fase di Inventario, al giudizio di pericolosità ambientale.

4. Interpretazione e Miglioramento (Life Cycle Interpretation): è la parte conclusiva di una LCA, che ha lo scopo di proporre i cambiamenti necessari a ridurre l'impatto ambientale dei processi o attività considerati, valutandoli in maniera iterativa con la stessa metodologia LCA, in modo da non attuare azioni tali da peggiorare lo stato di fatto. La nomenclatura ufficiale ISO è stata integrata con la vecchia dizione *Improvement* ereditata dallo schema operativo redatto dalla SETAC in seguito al Congresso del Vermont del 1990.

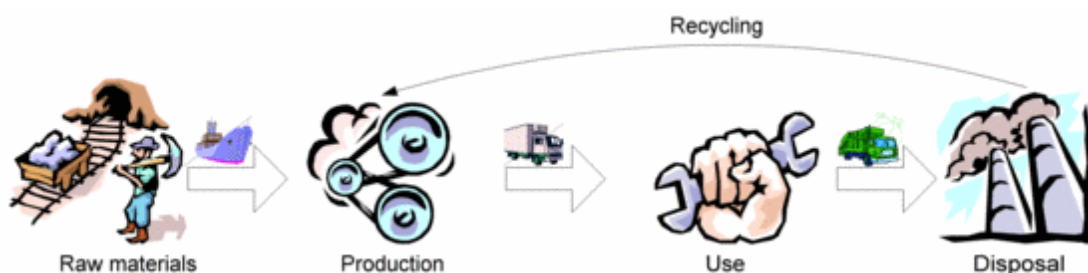


Fig. 51 – Le fasi del processo produttivo analizzate nell'ambito di uno studio di LCA (fonte: [www.lca-center.dk](http://www.lca-center.dk))

### 7.3 L'analisi degli impatti di una LCA

Per valutare in maniera appropriata l'inquinamento dell'ambiente a diverse scale, devono essere tenuti in conto tre diversi fattori essenziali, quali: l'emissione di sostanze nocive (emissione), la diffusione e l'eventuale trasformazione che le sostanze subiscono una volta

introdotte nell'ambiente (trasmissione), la concentrazione o la deposizione di inquinanti nel luogo d'azione (immissione).

Fatta questa premessa, risulta più chiaro il significato di quello che normalmente viene definito "impatto ambientale", per interpretarne correttamente i rapporti con gli "effetti ambientali". Un impatto è associato a uno o più effetti ambientali: ad esempio, la CO<sub>2</sub> emessa durante la combustione di un certo quantitativo di carbone provoca un impatto che contribuisce "all'effetto serra". Ora, dato che non è possibile correlare inequivocabilmente uno specifico impatto con i suoi effetti ambientali, ci si deve limitare ad affermare che "l'impatto è ciò che prelude a un effetto", senza pretendere di poter quantificare rigorosamente il secondo sulla base del primo. Dunque, mentre possiamo ottenere il valore numerico degli impatti dai risultati della fase di Analisi di Inventario, i corrispondenti effetti ambientali potranno solo essere stimati sulla base di ipotesi e convenzioni da stabilire.

Gli effetti ambientali si suddividono, in base alla scala di azione, in *effetti globali, regionali o locali*; questo aspetto è dovuto fondamentalmente alle caratteristiche fisiche e chimiche dell'impatto che genera l'effetto.

Prendiamo di nuovo, ad esempio, le emissioni di CO<sub>2</sub> responsabili dell'effetto serra: analizzandone il comportamento in atmosfera, e quindi in particolare il tempo di permanenza, è possibile classificare l'effetto serra come un effetto a scala globale, in quanto è stato appurato che l'emissione di gas serra in un punto contribuisce all'effetto su tutto il pianeta. Per le emissioni di rumore, invece, è chiaro come queste debbano essere considerate solamente a scala locale in quanto il rumore generato in una miniera di bauxite in Australia, né disturba le popolazioni Europee, né può essere fisicamente sommato al rumore generato dalla fabbrica che produce alluminio primario in Francia.

Come conseguenza dell'impostazione metodologica adottata è opportuno evidenziare che *un eventuale giudizio di valore sul significato ambientale degli impatti può riguardare soltanto gli effetti globali*, intendendo con tale attributo quelli che si manifestano a scala planetaria o regionale, e questo, sia per la natura cumulativa dei risultati delle elaborazioni effettuate, sia per la mancanza di un unico specifico istante a cui riferire i rilasci.

Il peso globale di un determinato inquinante è, infatti, il risultato di tanti contributi, spesso provenienti da diverse aree geografiche della terra, mentre gli output rilevati sono a loro volta riferiti a diversi periodi di tempo. È caratteristica, dunque, di questa fase della LCA la "globalità" dell'analisi, nel significato che si è attribuito al termine. Per questo motivo, i risultati di un'Analisi di Inventario possono essere, in generale, utilizzati per la valutazione di effetti a scala globale, quali: l'effetto serra, l'assottigliamento della fascia di ozono stratosferico, ecc.; sarà poi possibile evidenziare in che modo essi possano essere utilizzati per valutazioni a scala diversa.

*7.4 Il contesto applicativo: la comparazione degli impatti ambientali del mais convenzionale rispetto al mais GM*

L'introduzione di colture GM nell'ambiente ha forti ripercussioni: a livello ambientale, sugli ecosistemi e agroecosistemi, in relazione al rischio di inquinamento genetico, di interazione con le catene trofiche; a livello socio-economico, in relazione ai costi di produzione, al mercato, al diritto di scelta dei consumatori, alla qualità e tipicità della produzione agroalimentare.

Nel quadro degli scenari di coesistenza, lo studio ha voluto indagare, mediante l'LCA, le pressioni ambientali derivanti dalla coltivazione di mais GM, a confronto con il mais convenzionale. L'utilizzo della metodologia di analisi degli scenari per lo studio degli effetti della coesistenza è largamente documentato (Bock *et al.*, 2002; Messéan *et al.*, 2003; Messéan *et al.*, 2006; INRA, 2004-2007) ed anche l'utilizzo dello strumento di analisi LCA a supporto dell'implementazione degli scenari è ampiamente documentato (Gaugitsch H., 2002; Theodosiou G. *et al.*, 2005). L'utilizzo dell'LCA come strumento di valutazione dell'impatto ambientale della coltivazione di colture GM è conosciuto (Bennett R. *et al.*, 2004). Nel caso specifico, lo studio LCA è stato effettuato mediante applicazione del software GaBi.

Lo studio si è concentrato sulla *fase agricola* della filiera considerata, ovvero sull'unica fase che presenta delle differenziazioni a livello di processo produttivo. Nella figura seguente è mostrato il contesto della filiera dove appare evidenziata la fase analizzata nello studio di LCA.

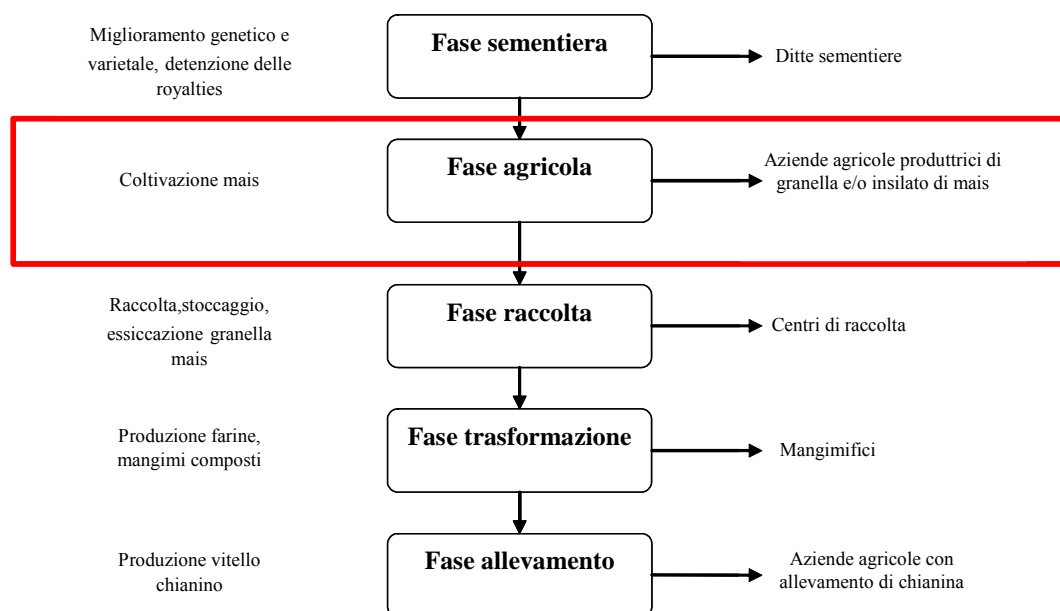


Fig. 52 – il contesto di filiera e la fase analizzata nell'ambito dello studio di LCA

La prima fase dell'LCA prevede, oltre alla definizione degli scopi e dei confini del sistema (la fase agricola), la caratterizzazione dell'unità funzionale e del riferimento temporale, nonché il fabbisogno e l'affidabilità dei dati, le assunzioni e i limiti. Di seguito viene riportata una schematizzazione delle impostazioni essenziali dello studio.

Finalità dello studio - analisi dei cambiamenti introdotti a livello agronomico con la coltivazione di OGM e valutazione delle *performances ambientali* delle due tipologie di coltivazione (convenzionale e OGM).

Unità funzionale - 1 ettaro di coltivazione di mais

Riferimento temporale - coltura in campo: *aprile-settembre*

Confini del sistema - *fase agricola* della filiera considerata, unica fase che presenta delle differenziazioni a livello di processo produttivo.

Nel caso dello studio del mais GM ci possiamo trovare di fronte a due casi:

Caso 1 - Utilizzo di ibridi di mais Bt, ovvero di ibridi resistenti alla piralide del mais (*Ostrinia nubilalis* Hb), un insetto appartenente alla famiglia dei Pyralidae, ordine dei Lepidotteri, con spiccata polifagia che attacca e danneggia prevalentemente il mais. In Toscana, non avendo riscontrato significative riduzioni delle rese dovute agli attacchi di piramide, non vengono effettuati trattamenti, per questo motivo non vi è al momento nessuna ragione di prendere in considerazione questa tipologia di mais GM.

Caso 2 - Utilizzo di ibridi di mais Roundup Ready, ovvero ibridi resistenti al Roundup, una sostanza chimica erbicida che normalmente se distribuita in campo in presenza della pianta la ucciderebbe. Utilizzando questa tipologia di ibrido cambia totalmente la *tecnica di controllo delle infestanti*, infatti, invece di praticare due trattamenti, ne viene effettuato uno unico in post-emergenza utilizzando *Glyphosate (Round-up)* cui la pianta è resistente (cfr. Tab. 23).

Tab. 23 – Differenze a livello di processo produttivo tra mais convenzionale e mais GM

Mais convenzionale	Mais GM
Fase di diserbo	Fase di diserbo
Trattore 73,5 kW DT + irroratrice trainata (Bonari <i>et al.</i> , 1992)	Trattore 73,5 kW DT + irroratrice trainata (Bonari <i>et al.</i> , 1992)
1_ con <i>Terbutilazina</i> in <i>pre-emergenza</i> , subito dopo la semina o tra la semina e la nascita del mais;	1_ con <i>Glyphosate</i> in <i>post-emergenza</i>
2_ con <i>2,4-D</i> e <i>MCPA</i> in <i>post-emergenza</i> , allo sviluppo della 3°-6° foglia	

Fonte: ns. elaborazione

Per i motivi sopra specificati è stata presa a riferimento per lo studio la varietà di mais GM Roundup Ready, il cui utilizzo, come anticipato, comportata la variazione della tecnica di controllo degli infestanti, ovvero della fase di diserbo. Nella tabella 24 sono riportate le

diverse attività di processo previste per la coltivazione del mais con i relativi input ed output di riferimento, evidenziando la fase che determina differenze a livello di processo e che pertanto verrà approfondita nella trattazione dello studio.

#### *Limiti ed assunzioni effettuate*

I limiti e le assunzioni che è stato necessario effettuare sono state molteplici, a causa di una serie di ragioni, che possono essere meglio interpretate scorrendo i seguenti punti:

- *Dati quantitativi*: mancanza di dati oggettivi (es. rese, input chimici, ecc.) dovuta alla soggettività delle applicazioni ed alla scarsità di dati relativi a serie storiche di riferimento;
- *Produzione dei diserbanti*: assenza di dati relativi alla produzione delle sostanze chimiche considerate (anche nelle banche dati del software), conseguente necessità di ricorrere ad una *valutazione strettamente energetica degli impatti causati dalla produzione di erbicidi*, utilizzando gli unici indici di conversione disponibili (Pimentel, 1980) che stimano l'energia necessaria per produrli;
- *Tipi di diserbanti*: assunzioni per *mancanza nelle tab. Pimentel dei prodotti diserbanti più recenti*, ad es. utilizzo di atrazina (oggi fuori commercio), invece di terbutilazina; assenza di miscele graminicide-dicotilenicide ampiamente utilizzate per la loro selettività e conseguente utilizzo di prodotti meno selettivi nei confronti delle infestanti;
- *Dispersione delle sostanze chimiche*: assenza di modelli di dispersione delle sostanze chimiche considerate e conseguente assunzione che tutto il diserbante utilizzato finisca al suolo;
- *Quantità di diserbante utilizzata ad ettaro*: è stata fatta corrispondere alla quantità di principio attivo, a causa della difficoltà di reperimento dei dati sulla produzione di additivi;
- *Analisi degli impatti*: al momento, lo strumento utilizzato non permette l'analisi degli impatti causati dalle sostanze analizzate per la mancanza di *categorie di impatto standardizzate relative agli effetti sull'ambiente e sulla salute umana* (tossicità tossine, inquinamento genico, riduzione biodiversità, incremento di resistenza agli erbicidi).



Tab. 24 – Attività di processo relativa alla coltivazione del mais, in rosso la fase di diserbo

ATTIVITA' DI PROCESSO		INPUT	OUTPUT
1	<b>Aratura</b>	- Carburante - Olio lubrificante	- Emissioni aria
2	<b>Affossatura, sistemazioni idraulico-agrarie</b>	- Carburante - Olio lubrificante	- Emissioni aria
3	<b>Preparazione del letto di semina</b>	- Carburante - Olio lubrificante	- Emissioni aria
4	<b>Concimazione</b>	-Carburante - Olio lubrificante - Concimi	-Emissioni aria - Rifiuti speciali - Rilasci nel suolo
5	<b>Semina e Geodisinfezione</b>	- Carburante - Olio lubrificante - Seme - Prodotti chimici insetticidi - Acqua	- Emissioni aria - Rifiuti speciali - Rilasci nel suolo
6	<b>Diserbo</b>	<b>-Carburante - Olio lubrificante</b> <b>- Prodotti chimici diserbanti - Acqua</b>	<b>- Emissioni aria</b> <b>- Rifiuti - Rilasci nel suolo</b>
7	<b>Controllo meccanico delle malerbe</b>	- Carburante - Olio lubrificante	- Emissioni aria
8	<b>Irrigazione</b>	- Carburante - Olio lubrificante - Acqua	- Emissioni aria - Run-off - Percolamento in falda
9	<b>Raccolta</b>	- Carburante - Olio lubrificante	- Emissioni aria - Granella
10	<b>Trinciatura delle stoppie</b>	- Carburante - Olio lubrificante	- Emissioni aria - Sostanza secca
11	<b>Trasporto della granella al centro di raccolta</b>	- Carburante - Olio lubrificante	- Emissioni aria
12	<b>Essiccazione della granella</b>	- Carburante - Olio lubrificante	- Emissioni aria - Granella essiccata
13	<b>Selezione della granella</b>	- Carburante - Olio lubrificante	- Emissioni aria -Granella selezionata
14	<b>Stoccaggio e conservazione della granella</b>	- Carburante - Olio lubrificante - Carbonio attivo - Prodotti conservanti	- Emissioni aria - Rilasci dei prodotti conservanti - Granella commercializzabile

Fonte: ns. elaborazione

Di seguito viene riportato il diagramma di flusso relativo al ciclo di vita analizzato, ovvero la fase di diserbo del mais.

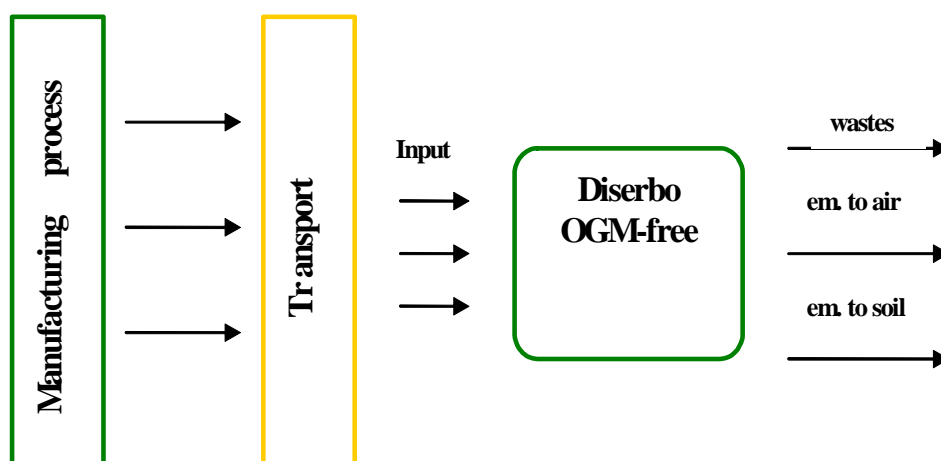


Fig. 53 – Diagramma di flusso del ciclo di vita analizzato: la fase di diserbo del mais (fonte: ns. elaborazione)

*Input:*

- Combustibile (trattore)
- Olio lubrificante (trattore)
- Terbutilazina

- 2,4-D-MCPA
- Glyphosate (sistema OGM)
- Acqua

Output:

- Emissioni in aria
- Emissioni al suolo
- Rifiuti

Ai fini della determinazione dei principali input ed output, sono stati utilizzati sia dati primari, basati su indagini di campo presso le aziende (input: diserbanti, acqua), che dati secondari, basati su banche dati e pubblicazioni scientifiche (input: combustibile, lubrificante, produzione di diserbanti, output: emissioni).

Le fasi successive dello studio hanno avuto l'obiettivo di quantificare l'energia necessaria alla produzione dei diversi prodotti diserbanti considerati; a questo scopo è stato determinato il quantitativo di energia necessario a produrre un Kg/ha di diserbante (cfr. Tab. 25).

Nella Tabella 26 è riassunto il contributo in termini energetici di ciascun prodotto diserbante coinvolto nello studio.

Tab. 25 - Determinazione del quantitativo di energia necessario a produrre un Kg/ha di diserbante: il caso della Terbutilazina

Process:		Terbutilazina kg/ha principio attivo		
<b>Inputs</b>				
Flow	Quantity	Amount	Unit	
Energy from Coal [Flows]	Energy (net calorific value)	0,038	MJ	
Energy from Natural Gas [Flows]	Energy (net calorific value)	0,072	MJ	
Energy from Oil [Flows]	Energy (net calorific value)	0,080	MJ	
<b>Outputs</b>				
Flow	Quantity	Amount	Unit	
Terbutilazina [Flows]	Mass	0,398	kg	

Fonte: ns. elaborazione

Tab. 26 – Energia necessaria per la produzione di 1 kg di principio attivo di diserbante

<b>Diserbanti</b>	<b>Kcal per la produzione (1 kg principio attivo)</b>
Atrazine	45,24
2,4-D	24,2
MCPA	30,952
Glyphosate	108,100

Fonte: Pimentel, 1980; composizione del mix energetico: 42% petrolio, 38% gas naturale, 20% carbone.

Per entrambe le fasi di diserbo analizzate (mais convenzionale e mais GM) è stato redatto il bilancio di massa (cfr. Fig. 54 ), tradotto successivamente in bilancio energetico.

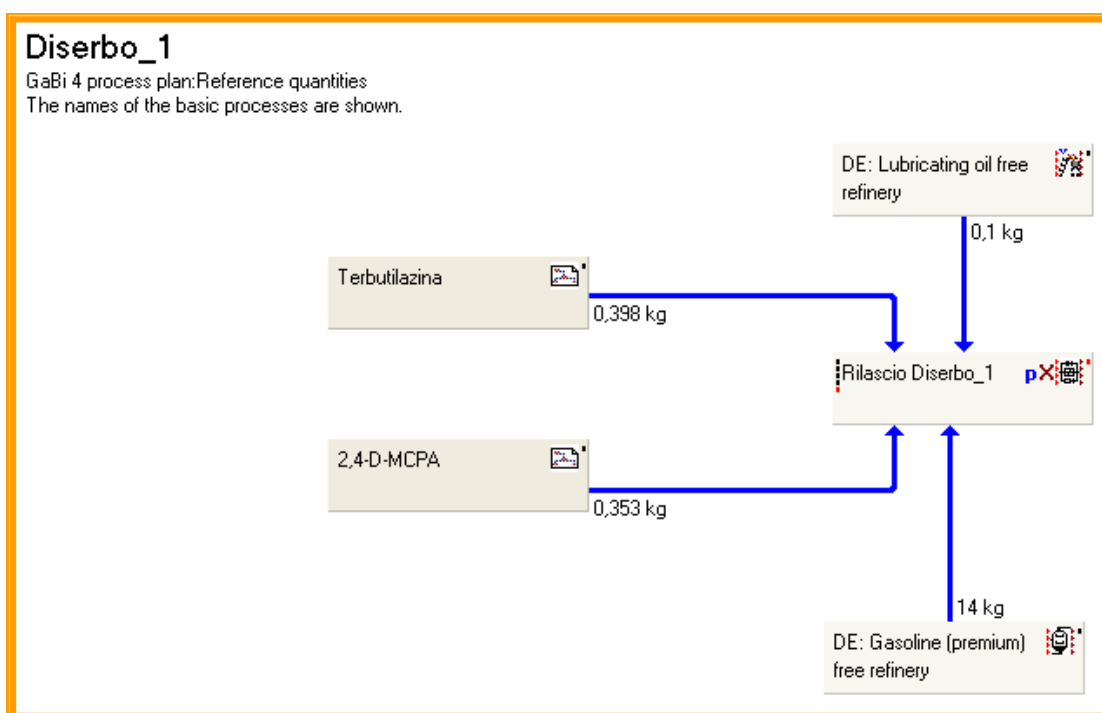


Fig. 54 – Bilancio di massa relativo alla fase di diserbo nel caso del mais GM-free

## Risultati

Lo studio LCA si è rivelato un utile strumento nella definizione e nella strutturazione delle attività del processo produttivo esaminato, pur manifestando alcuni limiti dovuti essenzialmente alle numerose assunzioni che è stato necessario effettuare. Per quanto riguarda l'Analisi di Impatto, la categoria di impatto che è risultata di interesse è stata quella del riscaldamento globale potenziale "Global Warming Potential", dato che è stato possibile analizzare il processo produttivo indagato da un punto di vista strettamente energetico. Le stime riguardanti le altre categorie di impatto (*Abiotic Depletion, Acidification Potential, Eutrophication Potential, Ozone Layer Depletion Potential, Photochemical Ozone Creation Potential, Radioactive Radiation*) non hanno dato risultati significativi. L'elemento che contribuisce maggiormente al Global Warming è risultato essere il gasolio consumato nell'ambito del processo produttivo, che è più alto nel caso del mais GM-free, dato che in questo caso viene utilizzato il doppio del quantitativo di erbicida. In sintesi, il contributo maggiore alla categoria è dato dal mais GM-free, infatti, anche se il Glifosate di fatto ha un contenuto energetico maggiore, nel caso del mais convenzionale vengono effettuati due trattamenti diserbanti applicando nel loro complesso quantitativi maggiori di erbicida, anche se in realtà le singole sostanze registrano un indice energetico minore. Con le premesse e le assunzioni fatte, i risultati dell'LCA sono stati fortemente influenzati dal valore energetico dei dati, l'analisi ha pertanto validità solo per il contributo alla categoria di impatto "riscaldamento globale", ma non tiene conto di tutti gli altri effetti che non sono risultati valutabili con i dati a disposizione, come gli effetti delle tossine GM, l'inquinamento genico verticale e orizzontale, la riduzione della biodiversità, l'incremento di resistenza agli erbicidi. Tuttavia, le informazioni emergenti dall'analisi LCA sono risultate molto utili a supporto dell'analisi degli scenari illustrata nei paragrafi precedenti e dell'analisi degli impatti della coesistenza dettagliata nel paragrafo successivo. La Tabella sottostante mostra il contributo al Global Warming dei due processi produttivi posti a confronto (fase di diserbo del mais GM-free e GM).

Tab. 27 – Risultati dell'analisi LCA - CML2001, Global Warming Potential (GWP 100 years) [kg CO<sub>2</sub>-Equiv.] (Fonte: ns. Elaborazione con l'utilizzo del software GaBi)

OGM-free		OGM	
<i>Totale</i>	<b>79,66644</b>	<i>Totale</i>	<b>39,798138</b>
2,4-D-MCPA	0,0336077	Glifosate	0,0133331
Terbutilazina	0,063225		
gasolio	78,808915	gasolio	39,404458
olio lubrificante	0,7606952	olio lubrificante	0,3803476

## 8. Analisi degli impatti della coesistenza

### 8.1 Analisi degli impatti della coltivazione di colture GM su ecosistemi e agroecosistemi

L'impatto sugli ecosistemi e agroecosistemi connesso alla coltivazione di mais GM può essere essenzialmente dovuto ai seguenti aspetti:

- *inquinamento genetico*: può essere *di tipo verticale* nel caso in cui si verifichi un trasferimento indesiderato del transgene mediante il meccanismo della fecondazione gamica oppure può essere *di tipo orizzontale* nel caso in cui si verifichi un trasferimento indesiderato del transgene ai microrganismi del suolo, che possono acquisirlo mediante fenomeni di coniugazione, traduzione e trasformazione.
- *interazione con le catene trofiche degli ecosistemi e agroecosistemi*.

I potenziali effetti derivanti da questi possono essere così riassunti:

- *incremento della resistenza ad erbicidi ed insetticidi*, costringendo gli agricoltori a dover utilizzare, anno dopo anno, dosi sempre maggiori di erbicida e di insetticida, con i conseguenti negativi effetti a livello ambientale e dell'intero ecosistema;
- *incremento della resistenza agli antibiotici*: in alcune varietà di mais GM (es. Mais Bt176, Mais T25) è stato introdotto un gene resistente a comuni antibiotici, quali l'ampicillina e la kanamicina; questo gene, definito "marcatore", permette di identificare le cellule in cui è riuscito il "trapianto" dei geni. Successivamente, il marcatore non svolge più alcuna funzione, ma la sua eliminazione è risultata troppo costosa e difficoltosa, da parte delle compagnie notificanti, per cui è stato deciso di mantenerlo anche nel prodotto commerciale. Gli scienziati che si occupano della materia temono che la resistenza agli antibiotici possa passare dagli organismi GM ai batteri patogeni, tramite uno o più passaggi intermedi. Infatti, i geni per la resistenza agli antibiotici potrebbero passare dagli alimenti GM che mangiamo ai batteri innocui presenti nel nostro apparato digerente e da questi ad eventuali batteri patogeni che possono infettare l'organismo umano. Lo stesso fenomeno potrebbe accadere in animali d'allevamento e anche in natura;
- *riduzione della biodiversità* sia a livello di ecosistema che di agroecosistema, in riferimento sia a specie vegetali che animali;
- *inquinamento dei prodotti derivanti da agricoltura biologica e tradizionale*, in considerazione dell'effetto moltiplicatore di accumulo relativo alla percentuale di contaminazione nel tempo (occorre passare, dall'attuale normativa che prevede la possibilità di contaminazione allo 0,9%, alla tolleranza zero, per evitare rischi di accumulo nel tempo).

#### Inquinamento genetico

Secondo gli studi condotti da Bergelson e Purrington (Nature, 1998) risulta che le piante ingegnerizzate hanno una probabilità di *trasmissione orizzontale* del gene inserito alle specie affini, 20 volte maggiore rispetto alle piante che hanno acquisito il gene mediante un semplice incrocio. Inoltre, una volta che un gene si è trasferito orizzontalmente come descritto, è altissimo il rischio che la pianta si riproduca trasmettendo il carattere acquisito alla progenie (*trasferimento verticale*). Sulla base di queste osservazioni, è possibile che geni per la resistenza agli erbicidi vengano trasmessi anche a piante infestanti; in questo modo, il trattamento erbicida non avrebbe più alcun effetto ed andrebbe a cadere il motivo stesso della produzione di varietà OGM resistenti agli erbicidi.

### Interazione con le catene trofiche degli ecosistemi e agroecosistemi

Le principali interazioni degli organismi GM con le catene trofiche degli ecosistemi e agroecosistemi avvengono mediante l'azione delle *tossine erbicide* (es. tossina di *Streptomyces* spp.) ed *insetticide* (es. tossina di *B. thuringensis*) che vengono prodotte costitutivamente nelle piante transgeniche e dagli *inibitori delle proteasi* che, ingegnerizzati in piante di interesse agrario, inibiscono l'attività delle proteasi digestive negli insetti target provocandone la morte. Esistono anche altre tipologie di inibitori che sono stati ingegnerizzati, come gli inibitori delle chitinasi o delle glucanasi, ma dei quali non è stato riscontrato al momento alcun effetto su insetti non-target, per questo motivo ci limiteremo alla trattazione degli inibitori delle proteasi.

### Azione delle tossine

Le tossine possono interagire con l'ambiente circostante, in particolar modo, mediante queste vie:

- i tessuti della pianta (da cui si trasmettono nella linfa e nei residui colturali che permangono in campo a seguito della raccolta della coltura);
- il polline prodotto dalla pianta durante la fioritura;
- le cariossidi;
- gli essudati radicali.

Le tossine possono esprimersi diversamente a seconda della varietà GM contemplata, ad esempio nel Mais Bt176, la proteina Bt (CryIAb) si esprime nei tessuti verdi della pianta, nel polline e nelle cariossidi, mentre nel Mais Bt11 si esprime in tutti i tessuti della pianta.

La presenza di tossine nella pianta può determinare effetti indesiderati su *insetti non-target*, ad esempio si può verificare il passaggio della tossina dalla linfa della pianta GM all'emolinfa degli afidi che la parassitano e da qui alle coccinelle che predano gli afidi. Alcuni scienziati (Lanzoni *et al.*, 2005) hanno dimostrato che nel caso della Melanzana Bt è stata riscontrata una minore capacità di predazione delle coccinelle negli stadi larvali. Per quanto riguarda il polline GM, si potrebbero verificare squilibri nell'attività di bottinamento da parte degli insetti impollinatori o nella produzione di nettare da parte delle api. Uno studio

recente di (Tesoriero *et al.*, 2005) dimostra, mediante analisi quali-quantitativa su nettare e polline di colza Bt su *Apis mellifera* e *Osmia rufa*, che si verifica una minore produzione di nettare con un contenuto inferiore di zucchero rispetto alla colza non geneticamente modificata. Gli effetti delle tossine presenti nel polline sono particolarmente evidenti in piante GM entomofile; nel caso del mais, la cui impollinazione è di tipo anemofilo, vale a dire legata all'azione del vento, questi effetti sono da considerarsi trascurabili.

La presenza di tossine nelle cariossidi di mais GM potrebbe determinare effetti indesiderati sulla qualità dei prodotti, es. sulla carne o il latte prodotti da animali alimentati con mais GM e di conseguenza sui prodotti di trasformazione; nonché rischi per l'alimentazione umana e animale.

Le tossine presenti negli essudati radicali potrebbero determinare variazioni sull'attività microbica del suolo, sia in termini qualitativi che quantitativi e potrebbero avere effetti indesiderati sulla micro e macro-fauna del suolo.

Le tossine prodotte dalle piante GM si possono accumulare nel terreno legandosi alle argille ed agli acidi umici, rendendole meno suscettibili alla degradazione microbica.

L'*accumulo di tossine nel suolo* può manifestare i suoi effetti:

- sulle *comunità eubatteriche rizosferiche*, compresa la respirazione del suolo;
- sui *funghi micorrizici arbuscolari (AMF)*: nelle diverse fasi di crescita del micelio fungino pre-simbiontica, riconoscimento dell'ospite, formazione delle strutture infettive e colonizzazione radicale;
- sull'*artropodofauna*.

Per quanto riguarda le comunità eubatteriche rizosferiche, secondo un recente studio di Castaldini *et. al.* (2005), sono state rilevate differenze significative relativamente all'ammontare totale dei microrganismi ed alla frazione metabolicamente attiva, tra colture di Mais Bt11 e Bt176 e mais tradizionale, risultati entrambi inferiori nei primi.

Per ciò che concerne la respirazione del suolo, nel medesimo studio, viene evidenziato che durante il periodo di accrescimento della pianta non si verificano cambiamenti significativi tra colture GM e tradizionali di mais. Successivamente, a coltura raccolta, quando i residui colturali permangono sul terreno, si verifica un tenore di respirazione più basso (livello inferiore di produzione di CO<sub>2</sub>) nel caso delle colture di Mais Bt11 e Bt176 rispetto al mais tradizionale. Questo potrebbe essere dovuto ad una riduzione della capacità degradativa da parte della comunità batterica della rizosfera mediata da una variazione della composizione degli essudati radicali o da una variazione della composizione del residuo colturale stesso che si presenta più recalcitrante alla decomposizione, ad esempio per un maggiore contenuto di lignina rispetto al mais tradizionale.

Sempre nello stesso studio, sono state evidenziate significative riduzioni nella formazione di strutture infettive da parte di funghi micorrizici arbuscolari nelle radici di Mais Bt11 e Bt176, rispettivamente del 72% e del 67%, rispetto a piante di mais tradizionali.

La funzione dei microrganismi del suolo è di molteplice natura: si esplica sia nei processi pedogenetici che nella nutrizione delle piante. I microrganismi intervengono, infatti nella mineralizzazione della sostanza organica, nella formazione dell'humus e agiscono, inoltre, sulla mobilizzazione degli elementi minerali. Particolarmente importante, a questo riguardo, è la solubilizzazione del fosforo ad opera della CO<sub>2</sub> di provenienza microbica; infatti, è stato notato che esiste un parallelismo tra CO<sub>2</sub> liberata e fosforo disponibile (Benedetti *et al.*, 2005). Oltre a ciò, occorre ricordare i rapporti che i microrganismi instaurano con le piante nella rizosfera, nonché nella simbiosi micorrizica. I funghi micorrizici facilitano l'assorbimento dei nutrienti da parte della pianta favorendone notevolmente il processo di crescita. I microrganismi svolgono, dunque, un ruolo di fondamentale importanza per la fertilità dei terreni.

Gli effetti delle colture GM sulla artropodofauna del terreno sono stati messi in evidenza dagli studi condotti da Burgio *et al.* (2005) che mostrano un minor numero di Collemboli nel terreno coltivato con colza GM, un minor numero di Carabidi nel terreno coltivato con melanzana GM ed una significativa riduzione della popolazione di Acari nelle parcelle coltivate con colza GM. Risultati del tutto simili potrebbero essere evidenziati su mais GM.

#### *Azione degli inibitori di proteasi*

Gli inibitori di proteasi sono proteine che inibiscono l'attività delle proteasi. Alcune di queste proteine se sono ingerite dalle api mediante il polline o il nettare possono inibire l'attività proteolitica degli enzimi digestivi causando anche la morte dell'insetto (Burgess *et al.*, 1994; Johnston *et al.*, 1995). L'impatto di un determinato inibitore di proteasi su di un insetto dipende dal pattern proteasico dell'apparato digerente dell'insetto stesso. Gli effetti generalmente sono dose-dipendenti proprio in virtù della interazione diretta molecola-molecola.

Le api mellifere ed i bombi utilizzano il proprio corredo enzimatico digestivo proprio per digerire le proteine della loro dieta che generalmente sono fornite dal polline ingerito. Effettivamente sono stati rilevati alcuni effetti negativi dovuti ad alcuni inibitori di serino-proteasi sia in ape mellifera che in bombo. Alla luce della bibliografia disponibile e trovata è risultato che gli inibitori di proteasi ingegnerizzati in piante di interesse agrario e testati contro le api sono: Bowman-Birk soybean trypsin inhibitor (BBI), Bovine pancreatic trypsin inhibitor (BPTI) nota anche come aprotinina, Soybean Kunits trypsin inhibitor (SBTI), Potato proteinase inhibitor1 (Pot 1), Potato proteinase inhibitor 2 (Pot2), Cowpea trypsin inhibitor (CpTI) e un inibitore di proteasi cisteinico la oryzacystatina 1 (OC1).

Le ricerche fin qui condotte inerenti gli effetti diretti degli inibitori di proteasi sulle api mellifere e bombi suggeriscono la presenza di preoccupanti effetti negativi sulla attività



proteasica del tratto digerente di questi insetti con ripercussioni sulla loro longevità. Inoltre, tali effetti negativi sembrano essere differenziati in funzione del tipo di inibitore di proteasi indagato e della concentrazione utilizzata. È importante rilevare che non ci sono studi mirati a rilevare le conseguenze di una assunzione di dosi sub-letali ripetute nel tempo di inibitori di proteasi e non esistono studi inerenti le conseguenze della assunzione degli inibitori di proteasi da parte di apoidei diversi dall'ape mellifera e dal bombo. Pochi studi, inoltre, sono disponibili inerentemente alla composizione proteasica del tratto digerente degli apoidei solitari.

Gli effetti finora riscontrati, a seguito delle sperimentazioni condotte, mostrano un differente comportamento in presenza di linee differenti di mais GM, riscontrabili, ad esempio, tra le varietà di mais autorizzate in Europa alla coltivazione, alla commercializzazione, all'alimentazione animale e umana. Parte da qui la necessità di condurre analisi e sperimentazioni *caso per caso* senza poter generalizzare, dato che ciò che risulta veritiero per una varietà potrebbe non esserlo per un'altra.

Segue l'elenco delle varietà autorizzate in Europa relative al mais, coltura oggetto di studio.

*Varietà autorizzate alla coltivazione in Europa:*

- Mais Bt176: gene bar (tolleranza erbicidi: glufosinato), gene cry1Ab (resistenza insetti: lepidotteri), gene bla con promotore batterico (resistenza antibiotici: ampicillina), Autorizzata 90/220/CEE con *Decisione 97/98/CE*, Notificante *Ciba-Geigy*;
- Mais T25: gene pat (tolleranza erbicidi: glufosinato), gene bla troncato (resistenza antibiotici: kanamicina), Autorizzata 90/220/CEE con *Decisione 98/293/CE*, Notificante *Agrevo*.

*Varietà autorizzate alla commercializzazione in Europa:*

- Mais 1507: gene pat (tolleranza erbicidi: glufosinato), gene cry1F (resistenza insetti: lepidotteri), Autorizzata *Decisione 2005/772/CE*, Notificante *Pioneer*;
- Mais Bt11: gene pat (tolleranza erbicidi: glufosinato), gene cry1Ab (resistenza insetti: lepidotteri), Autorizzata 90/220/CEE con *Decisione 98/292/CE*, Notificante *Novartis*;
- Mais Bt176: (come sopra);
- Mais NK603: gene cp4epsp (tolleranza erbicidi: glufosinato), Autorizzata *Decisione 2004/643/CE*, Notificante *Monsanto*;
- Mais T25: (come sopra).

*Varietà autorizzate all'alimentazione animale in Europa:*

- Mais 1507: (come sopra);
- Mais Bt11: (come sopra);
- Mais Bt176: (come sopra);
- Mais NK603: (come sopra);

- Mais T25: (come sopra).

*Varietà autorizzate all'alimentazione umana in Europa:*

- Mais 1507: (come sopra), Autorizzato con *Decisione 2006/197/CE*; Notificante *Pioneer Hi-Bred / Mycogen Seeds*;
- Mais Bt11: (come sopra), Autorizzato ai sensi del *Regolamento 258/97/CEE*, *Decisione 2004/657/CE*, iscritto registro comunitario, Notificante *Syngenta Seeds*;
- Mais Bt176: (come sopra);
- Mais dolce Bt11: gene pat (tolleranza erbicidi: glufosinato), gene cry1Ab (resistenza insetti: lepidotteri), Autorizzato ai sensi del *Regolamento 258/97/CEE*, iscritto registro comunitario, Notificante *Syngenta Seeds*;
- Mais GA21: gene cp4epsp (tolleranza erbicidi: glufosinato), Autorizzato ai sensi del *Regolamento 258/97/CEE*, *Decisione 2006/69/CE*, iscritto registro comunitario , Notificante *Monsanto*;
- Mais MON809: geni gox e cp4-epsp (tolleranza erbicidi: glufosinato), gene cry1Ab (resistenza insetti: lepidotteri), Autorizzato ai sensi del *Regolamento 258/97/CEE*, non iscritto registro comunitario , Notificante *Monsanto*;
- Mais NK603: (come sopra), Autorizzato ai sensi del *Regolamento 258/97/CEE*, iscritto registro comunitario , Notificante *Monsanto*;
- Mais T25: (come sopra), Autorizzato ai sensi del *Regolamento 258/97/CEE*, iscritto registro comunitario, Notificante *Bayer CropScience*.

## 8.2 Indicatori di impatto ambientale per il monitoraggio degli OGM

Nell'eventualità che la coltivazione di OGM venga autorizzata occorre stabilire degli indicatori di impatto che consentano di monitorare gli effetti sugli ecosistemi e agroecosistemi, in modo da rendere la situazione "controllabile" e "gestibile". Per ogni indicatore occorre stabilire un valore od un range di valori soglia, il cui superamento indica che la situazione è al di fuori dalla normalità ed è pertanto necessario attivare delle misure per il ripristino dello stato originario. Altro aspetto da tenere in considerazione è quello del metodo di misurazione dell'indicatore che deve essere il più possibile agevole ed economico, in maniera che si possa prestare a misure di routine.

Viene di seguito proposta una lista di possibili indicatori utilizzabili per il monitoraggio, con particolare riferimento agli impatti sui microrganismi del suolo e sugli insetti utili. Per ciascun indicatore sono state date indicazioni relative al valore soglia e al metodo di misurazione, sottolineando la necessità di approfondimenti scientifici nei casi in cui non ne è stata possibile l'identificazione, fornendo informazioni basate sulle attuali conoscenze.

Tab. 28 - Indicatori di impatto ambientale per il monitoraggio degli effetti degli OGM sui microrganismi del suolo e sugli insetti utili

N°	Indicatore	Valore soglia	Metodo di misurazione
1	Frequenza di trasferimento di geni da piante modificate ai microrganismi del suolo	Zero (in dipendenza dal tipo di gene)	Analisi genetica
2	Quantità di tossina Bt contenuta nei residui colturali delle piante trasformate	In dipendenza dal tipo di tossina (occorrono ulteriori approfondimenti scientifici per la tossina Bt)	Analisi chimica
3	Quantità di tossina Bt rilasciata dagli essudati radicali delle piante trasformate	In dipendenza dal tipo di tossina. (occorrono ulteriori approfondimenti scientifici per la tossina Bt)	Analisi chimica
4	N° di microrganismi (eubatteri rizosferici) presenti nel suolo	In dipendenza del tipo di terreno	Analisi microbiologiche
5	Frazione metabolicamente attiva dei microrganismi (eubatteri rizosferici) presenti nel suolo	In dipendenza del tipo di terreno	Analisi microbiologiche
6	Tasso di respirazione del suolo a coltura raccolta con residui colturali presenti sul terreno	In dipendenza del tipo di terreno	Analisi biochimiche
7	Capacità di sviluppo dei funghi micorrizici nella fase pre-simbiontica: % germinazione delle spore	Per <i>Glomus mosseae</i> : almeno il 50% di germinazione delle spore	Analisi microbiologiche
8	Capacità di riconoscimento dell'ospite da parte dei funghi micorrizici	Risposta positiva al test	Analisi microbiologiche
9	Capacità di formare appressori e colonizzazione vitale	Risposta positiva al test	Analisi microbiologiche
10	N° di microrganismi (eubatteri rizosferici) presenti nel suolo	In dipendenza del tipo di terreno	Analisi microbiologiche
11	Frazione metabolicamente attiva dei microrganismi (eubatteri rizosferici) presenti nel suolo	In dipendenza del tipo di terreno	Analisi microbiologiche
12	Tasso di respirazione del suolo (a coltura raccolta) con residui colturali presenti sul terreno	In dipendenza del tipo di terreno	Analisi biochimiche
13	Capacità di sviluppo dei funghi micorrizici nella fase pre-simbiontica: % germinazione delle spore	Per <i>Glomus mosseae</i> : almeno 50% di germinazione delle spore	Analisi microbiologiche
14	Capacità di riconoscimento dell'ospite da parte dei funghi micorrizici	Risposta positiva al test	Analisi microbiologiche
15	Capacità di formare appressori e colonizzazione vitale	Risposta positiva al test	Analisi microbiologiche
16	Quantità di polline, nettare e resine raccolto e ingerito da insetti impollinatori (capacità di bottinamento)	In funzione del gene inserito (es. BT inibitori)	Analisi quali-quantitativa su nettare e polline
17	Quantità e qualità del nettare prodotto (contenuto in zucchero)	Difficile da stabilire (il parametro importante è rappresentato da quale altra tipologia di nettare è presente)	Analisi quali-quantitativa sul nettare
18	Quantificazione dell'espressione proteica dovuta al gene ingegnerizzato, nel polline, nettare e resine	In funzione del gene inserito (es. BT inibitori)	Misure elettroforetiche (nella generalità dei casi)
19	Misura dell'attrattività floreale	Da stabilire	Numero di visite da bottinamento nella unità di tempo con

			apoi dei test (quest'ultimo da stabilire sperimentalmente)
20	Presenza di alterazioni floreali	Da stabilire	Da stabilire
21	Misura dello sviluppo e della mortalità larvale	Diretta funzione della specie di pronubo preso in considerazione	Da stabilire
22	Misura della capacità riproduttiva degli insetti impollinatori	In funzione del gene inserito(es. BT inibitori)	Da stabilire
23	Analisi comportamentale degli insetti impollinatori (comportamenti parentali, di orientazione, raccolta e volo)	In funzione del gene inserito(es. BT inibitori) e dell'insetto target (da stabilire sperimentalmente)	Etogrammi

Fonte: ns. elaborazione

L'aspetto importante di cui tener conto da questa proposta di indicatori è l'importanza del monitoraggio di determinati aspetti riguardanti le interazioni dei transgeni con gli organismi del suolo e con gli insetti non target, mostrando da un lato la possibilità di utilizzo immediato di determinati indicatori e dall'altro la necessità di approfondimento scientifico sui metodi di rilevazione e sui valori soglia da considerare. Nel prossimo futuro sarebbe auspicabile affinare la lista degli indicatori proposti e riuscire ad ampliare la gamma anche ad altri aspetti sempre legati all'impatto sugli ecosistemi e agroecosistemi.

## Considerazioni conclusive

L'applicazione della metodologia di analisi degli scenari, nell'ottica dello studio e applicazione di un metodo di analisi integrato e multidisciplinare che consenta di individuare strategie di sviluppo sostenibile in relazione alla questione indagata, è risultata di notevole interesse sia dal punto di vista più squisitamente teorico che da quello più pratico/applicativo. La ricerca ha fornito risultati interessanti sotto il profilo metodologico che risultano di grande utilità non solo per i casi di studio indagati, ma anche nella prospettiva di indagine di altre tematiche di rilievo ai fini di una pianificazione integrata degli interventi, sviluppabili a varia scala e a diversi livelli di competenza.

La sostenibilità dei contesti indagati è stata valutata fornendo informazioni non solo per le situazioni attuali, ma anche per possibili evoluzioni future, così come richiesto dai principi dello sviluppo sostenibile. A tal proposito, occorre applicare metodologie di analisi che consentano di poter identificare obiettivi strategici in funzione dei cambiamenti che potrebbero essere registrati in corrispondenza dell'evolversi delle diverse situazioni nel tempo; la metodologia di analisi in grado di soddisfare questi requisiti si identifica nella metodologia di analisi degli scenari (*scenario analysis*) come è stato possibile confermare nell'ambito della tesi.

Questo metodo di analisi rappresenta un'importante strumento di ausilio alla definizione di politiche e strategie, che si rende particolarmente utile nel campo della *public choice*, come dimostrato dalle applicazioni presentate nel corso del lavoro. Nel loro complesso, le applicazioni effettuate hanno permesso di verificare in termini pratici gli aspetti più teorici emersi dallo studio della metodologia di analisi degli scenari. Infine, l'applicazione di strumenti di analisi a supporto della metodologia di analisi degli scenari (SWOT analysis, analisi economica, LCA) ha confermato l'utilità dell'utilizzo di tali strumenti ad integrazione della metodologia stessa.

## **Bibliografia consultata**

### ***1. Introduzione***

- Brundtland G.H. (1987) – Our common Future. World Commission on Environment and Development. Oxford University Press.
- Costanza R., Daly H.E. (1997) – Natural capital and sustainable development. In: Costanza R., *Frontiers in ecological economics*. Cheltenham, U.K..
- Dasgupta P. (2004) – Benessere umano e ambiente naturale. Vita e Pensiero, Milano
- Ferlaino F. (2005) - La sostenibilità ambientale del territorio. Teorie e metodi. UTET.
- Prigogine I. (1979) – La nuova alleanza. Uomo e natura in una scienza unificata. Longanesi, Milano.

### ***2. Parte prima: aspetti metodologici***

- Bood R., Postma T. (1997) – Strategic Learning with Scenarios. *European Management Journal* Vol. 15, N. 6, pp. 633-647. Elsevier.
- Bradfield R., Wright G., Burt G., Cairns G., Van Der Heijden K. (2005) – The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. *Futures* 37 795-812. Elsevier
- Brenner M.H. (1986) – Scenarios, Decision Making and Strategic Planning: A Framework. In J.T. Brouwer e R.F. Schrender (a cura di) *Scenarios and Other Methods to Support Long term Health Planning*, STF, Rysvyk.
- Brier D. J. (2005) – Marking the future: a review of time horizons. *Futures* 37 (2005) 833-848. Elsevier.
- Chermack T. J. (2007) – Disciplined imagination: Building scenarios and building theories. *Futures* 39 (2007) 1-15. Elsevier.
- Conte R., Castelfranchi C. (1995) – Cognitive and social action. UCL Press Ltd, London.
- CPB (1992) - Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis. *Scanning the future: A long term scenario study of the world economy 1990-2015*. The Hague, the Netherlands: Sdu Uitgeverij.
- CPB (1999) - Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis. *Globalization, International Transport and the Global Environment: four quantitative scenarios*. The Hague, the Netherlands.
- Dammers E. (2000) – Learning from the future: the role of scenarios in strategic policy making. Deft, Eburon, the Netherlands.
- De Jong R. (1998) – The history of the future: the development of four scenarios for intermediaries on the job market in 2010. Faculty of Business Administration, University of Groningen, the Netherlands.
- Digital Thinking Network (2000) – The future of television. [www.dtn.net](http://www.dtn.net).
- Digital Thinking Network (1997) – The future of the crime. [www.dtn.net](http://www.dtn.net).

- Dobbinga E. (2001) – Stubbornness of organisational culture. Delft: Eburon, the Netherlands.
- European Environment Agency (1999) – Environment in the European Union at the turn of the Century. European Environment Agency: Copenhagen, Denmark.
- European Environment Agency and ICIS (2000) – Cloudy crystal balls: An assessment of recent European and global scenario studies and models.
- European Environment Agency, Alcamo J. (2001) – Scenarios as tools for international environmental assessments. European Environment Agency: Copenhagen, Denmark.
- European Environment Agency, Toth F. (2001) – Participatory integrated assessment methods: An assessment of their usefulness to the European Environment Agency. European Environment Agency: Copenhagen, Denmark.
- Georgoff D.M. e Murdick R.G. (1986) – Manager's Guide to Forecasting. Harvard Business Review, gennaio-febbraio 1986.
- Gilbert N., Troitzsch K.G. (1999) – Simulation for the social scientist. Open University Press, Buckingham, UK.
- Gill S.P. (1986) – The Paradox of Prediction. Daedalus, estate 1986.
- Godet M. (1985) – Scenari e gestione strategica. Ipsoa, Milano.
- Godet M. (1990) – Integration of Scenarios and Strategic Management. Using Relevant, Consistent and Likely Scenarios. Futures, settembre 1990.
- Gregory W. L. (2001) – Scenarios and acceptance of forecasts. In: Principles of forecasting. A Handbook for Researchers and Practitioners, (a cura di) Armstrong J. S., Springer.
- Huss W.R. (1988) – A Move Towards Scenario Analysis. International Journal of Forecasting, n. 3.
- Intergovernmental Panel (2000) - On Climate Change Emission Scenarios. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Isernia P. (1987) – Introduzione agli scenari. In AA.VV., Futuro e Complessità, Franco Angeli, Milano.
- Jantsch E. (1967) – La prévision technologique. OCDE, Parigi.
- Jones T.E. (1980) – Option for the future. Praeger Special Studies.
- Kahn H. and Wiener A. (1967) – The year 2000. A framework for speculation in the next 33 years. MacMillan, New York e Londra.
- Kahneman D. and Tversky A. (1982) – On the Psychology of Prediction. In D. Kahneman, P. Slovic e A. Tversky (a cura di) Judgement under Uncertainty: Heuristic and Biases. Cambridge University Press.
- Klein H.E. and Linneman R.E. (1985) – Using Scenarios on Strategic Decision Making. Business Horizons, gennaio-febbraio, 1985.
- Lempert R.J., Popper S.W., Bankes S.C. (2003) – Shaping the Next One Hundred Years: New Methods for Quantitative. Long-term Policy Analysis, Rand, Santa Monica.
- Martelli A. (1979) – Sull'uso degli scenari per la pianificazione d'impresa. Sviluppo e organizzazione, settembre-ottobre 1979.

- Martelli A. (1987) – Gli scenari. Sviluppo e organizzazione, luglio-agosto 1987.
- Martelli A. (1988) – Scenari e strategie. Analisi del futuro e condotte d'impresa. Etas Libri, Milano.
- Martelli A. (1989) – Sviluppi recenti negli scenari. Sviluppo e organizzazione, settembre-ottobre 1989.
- Martelli A. (1992) – Analisi strategica mediante scenari. Dal macro al microambiente: teorie e metodi. Etas Libri, Milano.
- Martino J.P. (1982) – Technological Forecasting for Decision Making. North Holland, N. Y..
- McCorduck P., Ramsey N. (1996) – The futures of women: scenarios for the 21<sup>st</sup> century. Warner Books, New York.
- McNamee P.B. (1985) – Tools and Techniques of Strategic Management. Pergamon Press.
- Mesarovic M. e Pestel E. (1974) – con un commento di A. Peccei e A. King, Strategie per sopravvivere. Secondo rapporto al Club di Roma, Mondadori EST, Milano.
- Miles I. (e Cole S.) (1984) – Development. Distribution and the Future. Futures, ottobre 1984.
- Miles I. (1985) – Scenario Analysis: contrastino Vision of the Future. SPRU, Università del Sussex.
- Moss S. (2000) – Canonical tasks, environments and models for social simulation. Computational & Mathematical Organization Theory 6 (3) 249-275.
- Nakamae T. (1998) – Three futures for Japan: Views from 2020. The Economist.
- O'Brien F.A. (2004) – Scenario planning – lessons for practice from teaching and learning. European Journal of Operation Research 152 709-722. Elsevier.
- Overholt W.H. (1985) – The Scenario Technique. In Thomas L. Brewer (a cura di) Political Risks in International Studies, Praeger Special Studies, New York.
- Pesonen H.L., Ekvall T., Fleischer G., Huppel G., Jahn C., Klos Z., Rebitzer G., Sonnemann G., Tintinelli A., Weidema B., Wenzel H. (2000) – Framework for Scenario Development in LCA. Int J LCA 5 (1) 21-30.
- Postma T. J.B.M., Liebl F. (2005) – How to improve scenario analysis as a strategic management tool?. Technological Forecasting & Social Change 72 161-173. Elsevier.
- Porter M.E. (1985) – Il vantaggio competitivo. Comunità, Milano.
- Reibnitz U.V. (1988) – Scenario Techniques. McGraw Hill.
- Rotmans J. *et al.* (1994) – Global change and sustainable development: A modelling perspective for the next decade. National Institute of Public Health and the Environment (RIVM): Bilthoven, The Netherlands.
- Rotmans J. (2000) – Vision for a sustainable Europe. Futures 32 (9-10) 809-831.
- Schoemaker P.J.H. (1998) – Twenty common pitfalls in scenario planning. In: Fahey L., Randall R.M. (Eds.), Learning from the future: competitive foresight scenarios. John Wiley & Sons, New York, pp. 422-431.



- Schnaars S.P. (1987) – Gli scenari come strumento di previsione. *Problemi di gestione*, n. 3/4, 1988.
- Schneider S. (1997) – Integrated assessment modelling of climate change: Transparent rational tool for policy making or opaque screen hiding value-laden assumptions?. *Environmental Modelling and Assessment* 2 (4) 229-250.
- Spielmann M., Scholz R. W., Tietje O. and De Haan P. (2005) – Scenario Modelling in Prospective LCA of Transport Systems Application of Formative Scenario Analysis. *Uncertainties in LCA* (Subject editor: Cirotto A.) *Int J LCA* 10 (5) 325-335.
- Street P. (1997) – Scenario workshops: A participatory approach to sustainable urban living?. *Futures* 29 (2) 139-158.
- UNEP (2002) – *Global environment outlook 3: Past, present and future perspectives*. London: Earthscan.
- Van Asselt M.B.A. *et al.* (2001) – *Building blocks for participation in integrated assessment*. ICIS, Maastricht, the Netherlands.
- Van Der Heijden K. (1996) – *Scenarios: the art of strategic conversation*. Wiley, Chichester, UK.
- Van Der Heijden K. (2000) – *Scenarios and Forecasting: Two Perspectives*. *Technological Forecasting and Social Change* 65, 31-36. Elsevier.
- Van Notten P. W.F., Rotmans J., Van Asselt M. B.A., Rothman D. S. (2003) – An update scenario typology. *Futures* 35 (2003) 423-443. Pergamon.
- Weidema B., Ekvall T., Pesonen H., Rebitzer G., Sonnemann G., Spielmann M. (2003) – *Scenarios in LCA*. SETAC Working Group Scenario Development in LCA. Bruxelles, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe.
- Wilson I. (2000) – *From Scenario Thinking to Strategic Action*. *Technological Forecasting and Social Change* 65, 23-29. Elsevier.
- WRR (2000) – *A retrospective look at foresight studies*. The Hague: Netherlands Scientific Council for Government Policy.

### ***3. Parte seconda: applicazioni***

#### *3.1 Caso studio filiere non-food*

##### *Filiera biocarburanti*

- A.A.V.V. a cura di Mosca G., 1998. *Oleaginose non alimentari*. Edizioni Edagricole ISBN-88-206-4235-2.
- A.A.V.V., 1998. *Oleaginose ad uso non alimentare*. "Atti del Convegno nazionale "Oleaginose ad uso non alimentare", Roma 12 Marzo 1998.
- A.A.V.V., 2005. *Libro verde: verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico*. Commissione europea, Direzione generale dell'Energia e dei Trasporti B-1049 Bruxelles ISBN 92-894-6673-1

- Abdul Monyem, Jon H. Van Gerpen, 2001. The effect of biodiesel oxidation on engine performance and emissions, *Biomass and Bioenergy* vol. 20, pag. 317–325
- ADER - Association pour le Développement des Énergies Renouvelables, 2000. L'energia al futuro, Pisa, Biblioteca Franco Seratini soc. coop. a r.l.
- Agence del'Environment et de la Maitrise del'Eergie, Journ ées Techniques, 1993. Utilisation des esters biocarburants dans les .ottes de transport urbain,Amiens, France, 1993
- Ahouissoussi N. B. C., 1997. A comparative cost analysis of biodiesel, compressed natural gas, methanol, and diesel for transit bus systems. *Resource and Energy Economics*, 1997 20 (1): 1-15.
- Altin R., Cetinkaya S., Yucesu H.S., 2001. The potential of using vegetable oil fuels as fuel for diesel engines. *Energy Conversion and Management* 42: 529-538.
- Amendola F., 1996. Fatto l'accordo per girasole e colza alimentare. *L'Informatore Agrario*, 29: 69-70.
- Amendola F.,1996. La burocrazia rischia di affondare i biocarburanti. *L'Informatore Agrario*, 11: 29-31.
- Andrich G., Zinnai A., Balzini S., Silvestri S., Fiorentini R., Galoppini C.,1996. The effect of drought stress on some characteristics of sunflower seeds. *Agricoltura Mediterranea*, 126: 285-292.
- Antolin G., Tinaut F.V., Briceno Y., Castano V., Perez C., Ramirez A.I., 2002. Optimisation of biodiesel production by sunflower oil transesterification. *Bioresource Technology* 83 : 111–114.
- Arcoumanis C., 1999, Emission factors of alternative fuels for transportation, Bechel Ltd
- Assobiodiesel, 2003. Per l'industria italiana del biodiesel prevista una produzione annuale di 600 mila tonnellate. *Il soletrecentosessantagradi*, 8: 12-13.
- Baccino F., 1998. Soia boom, tagli in arrivo intanto riparte il biodiesel. *Terra e vita* 29: 15 – 17.
- Baldassari L. T., Battistelli L., Conti L., Crebelli R., De Bernardis B., Iamiceli A. L., Gambino M., Iannaccone S., 2004. Emission comparison of urban bus engine fueled with diesel oil and biodiesel blend. *Science of the Total Environment* 327: 147–162.
- Balocco A., 1995. Le opportunità per il 1995 del girasole non alimentare. *L'informatore agrario* 7: 66.
- Barnwal B. K., Sharma M. P., 2005. Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 9: 363 - 378.
- Bartolelli V., 1992. Inquadramento della problematica. *Agricoltura e Innovazione*, 21: 44 - 50.
- Benvenuti A., Vannozzi P.,1983. Prospettive dell'olio di girasole come carburante nei motori diesel. *Rivista di Agronomia* anno XVII, 1 gennaio-marzo 1983 Supplemento.

- Bona S., Mosca G., Vamerli T., 1999. Oil crops for biodiesel production in Italy. *Renewable Energy* 16 : 1053-1056.
- Bonari E. E Mazzoncini M., 1990. Problemi e prospettive del colza da granella in Toscana. *L'Informatore agrario*, suppl 32:10-34.
- Bonari E., Silvetri N., Mazzoncini M., 1999. La diminution des intrants dans la culture de tournesol: premiers résultats d'une recherche faite en Italie centrale. *Convegno Mondiale sul girasole*.
- Boschiatti A., 2005. La corsa ad ostacoli dei biocarburanti in Italia. *L'informatore agrario* 14: 10-11.
- Bouchereau A., Clossais-Besnard N., Bensaoud A., Leport L., Renard M., 1996. Water stress effects on rapeseed quality. *European journal of agronomy* 5: 19-30.
- Canditi D., 2000. Da colza e girasole il nuovo carburante. *Terra e vita* 48: 81 – 83.
- Cao W., Han H., Zhang J., 2005. Preparation of biodiesel from soybean oil using supercritical methanol and co-solvent. *Fuel* 84: 347–351.
- Capelle F., 2002. Biocarburants: une solution ...à la pollution?. *Perspectives Agricoles* 276: 22-28.
- Cardone M., Mazzoncini M., Menini S., Rocco V., Senatore A., Seggiani M., Vitolo S., 2003. Brassica carinata as an alternative oil crop for the production of biodiesel in Italy: agronomic evaluation, fuel production by transesterification and characterization. *Biomass and Bioenergy*, vol. 25, 623 – 636.
- Carraretto C., Macor A., Mirandola A., Stoppato A., Tonon S., 2004. Biodiesel as alternative fuel: Experimental analysis and energetic evaluations. *Energy* 29:2195–2211.
- Carta D., Casula A., Paciolla C.M., Tronci S., 1998. Bioenergia: biodiesel, bioetanolo, idrocracking delle biomasse. FLORYS s.p.a. – *Convegno: "L'energia da biomassa"*, Coltano (PI), 29 Aprile 1998.
- Casamenti R., Pinna L., Versari M., 1992. Carburanti alternativi di origine agricola: i derivati degli olii vegetali per ridurre l'inquinamento. *L'Informatore Agrario*, 40: 13-15.
- Cecchi G., Bonfand A., 1987. Conversion des huiles végétales en carburants potentiels. *Essais préliminaires. Etude et Recherche*, 2 vol 9 : 397- 401.
- Charles Leonard E., 1992. High-erucic vegetable oils. *Industrial Crops and Products*, Volume 1, 119-123.
- Charpentier N., Bostyn S., Coic J. P., 1998. Isolation of a rich glucosinolate fraction by liquid chromatography from an aqueous extract obtained by leaching dehulled rapeseed meal (*Brassica napus* L.). *Industrial Crops and Products*, 8: 151 – 158.
- Chiu C. W., Schumacher L. G., Suppes G. J., 2004. Impact of cold flow improvers on soybean biodiesel blend. *Biomass and Bioenergy* 27: 485–491.
- Clements D.L., 1996. Blending rules for formulating biodiesel fuel, University of Nebraska, *Transaction of the ASAE*.

- Cohen M.F., Mazzola M., 2004. A reason to be optimistic about biodiesel: seed meal as a valuable soil amendment. *Trends in Biotechnology*, 22, 5,
- Cortesi P., 1995. Agricoltura e industria insieme per difendere il non-food. *L'informatore agrario* 7: 67-68.
- De Vecchi G., 1991. Dall'olio vegetale il carburante verde. *Energia e Ambiente*, vol. 5: 88-92.
- Decreto del Ministro dell'Economia e delle Finanze, 2003, n. 256 "Regolamento concernente le modalità di applicazione dell'accisa agevolata sul prodotto denominato biodiesel"
- Derkesen J. P. T., Muuse B. G., Petrus Cuperus F., Van Gelder W. M. J., 1993. New seed oils for oleochemical industry: evaluation and enzyme-bioreactor mediated processing. *Industrial crop and products* 1: 133-139.
- Direttiva 2003/30/CE del parlamento europeo e del consiglio dell'8 maggio 2003 sulla promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti
- Direzione generale agricoltura della Regione Lombardia e il Comitato Termotecnico Italiano, 2000, Programma nazionale biocombustibili (Probio) del Ministero per le politiche agricole e forestali (MiPAF), [www.cti2000.it](http://www.cti2000.it)
- Doe - Nrel, 1998, Life cycle inventory of biodiesel and petroleum diesel for use in an urban bus
- Environmental Science and Engineering, University of Dayton Research Institute, Semi-volatile and particulate emissions from the combustion of alternative diesel fuels, *Chemosphere* vol. 42, 2001, pag. 681-690
- Fernandez-Martinez J. M., Fernandez-Escobar J., Munoz-Ruz J.; 1989. Utilizacion de cruzamientos interspecificos en la mejora de especies del genero Brassica. *Agr. Med.* 119: 36 - 41.
- Fosseen, 1994, Emission testing on diesel and biodiesel blend. Final report per National Soydiesel Development Board
- Frohlich A., Rice B., 2005. Evaluation of Camelina sativa oil as a feedstock for biodiesel production. *Industrial Crops and Products* 21: 25-31
- GEIE-Euro-Biodiesel, 1993. Biodiesel: Utilisation of Vegetable oils and their derivatives as Diesel fuel. In: *Proceedings of Seminar on Vegetable Oils as Transport Fuels*, Pisa, Italy; 1993, 137-43.
- Geller D. P., Goodrum J. W., Knapp S. J., 1999. Fuel properties of oil from genetically altered *Cuphea viscosissima*. *Industrial Crops and Products* 9: 85-91.
- Gnudi G., 2001. Biocarburanti, qualcosa si muove. *Terra e vita* 12:11.
- Gnudi G., 2002. Senza un premio agli agricoltori, il biodiesel non decolla. *L'Informatore agrario* 8: 8-10.
- Gonzales A. P., 2002. La visione politica del progetto di Direttiva sui biocarburanti. *World Biofuels* 2002, 23-24 aprile 2002

- Goodrum J.W., 2002. Volatility and boiling points of biodiesel from vegetable oils and tallow. *Biomass and Bioenergy* 22: 205 – 211.
- Guiducci G., 1995. L'esperienza francese sul biodiesel. *Agricoltura* 3: 7 – 10.
- Guiducci G., 1996. Entro il 2000, biocarburanti obbligatori. *L'Informatore Agrario*, 16: 20.
- Haas M. J., 2005. Improving the economics of biodiesel production through the use of low value lipids as feedstocks: vegetable oil soapstock. *Fuel Processing Technology* 86: 1087 - 1096.
- Haas M., Mc Aloon A. J., Yee W. C., Foglia T. A., 2005. A process model to estimate biodiesel production costs. *Bioresource Technology* (IN PRESS accepted 17 march 2005).
- Ikwaagwu O. E., Ononogbu I. C., Njoku O. U., 2000. Production of biodiesel using rubber (*Hevea brasiliensis* Kunth. Muell.) seed oil. *Industrial Crops and Products* 12: 57–62.
- IPCC, 1996, Second Assessment Climate Change 1995, Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 'The Science of Climate Change', Contribution of Working Group I. 'Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change', Contribution of Working Group 2. 'Economic and Social Dimensions of Climate Change', Contribution of Working Group 3, WMO, UNEP, Cambridge University Press
- Janulis P., 2004. Reduction of energy consumption in biodiesel fuel life cycle. *Renewable Energy*, 29, 861–871
- Janulis P., 2004. Reduction of energy consumption in biodiesel life cycle. *Renewable Energy* 29 (6): 861 - 871.
- Jambo H., Zewxu D., Changxiu L., Enze M., 2005. Study on the lubrication properties of biodiesel as fuel lubricity enhancers. *Fuel* 84: 1601 - 1606.
- Kalam M.A. , Masjuki H.H., 2002. Biodiesel from palmoil—an analysis of its properties and potential. *Biomass and Bioenergy*, 23:471 – 479.
- Kallivroussis L., Natsis A., Papadakis G., 2002. The energy balance of sunflower production for biodiesel in Greece. *Biosystems Engineering* 81 (3): 347 - 354.
- Kallivroussis L., Natsis A., Papadakis G., 2002. The Energy Balance of Sunflower Production for Biodiesel in Greece. *Biosystems Engineering*, 81, No.3, 347–354
- Knothe G., Steidley R. 2005. Kinematic viscosity of biodiesel fuel components and related compounds. Influence of compound structure and comparison to petrodiesel fuel components. *Fuel* 84: 1059–1065.
- Korbeltz W., 1999. Biodiesel production in Europe and North America, an encouraging prospect. *Renewable Energy* 16 : 1078-1083.
- Labana K. S., Ahuja K.L., Banga S.S., 1998. Evaluation of some Ethiopian mustard (*Brassica carinata*) genotypes under Indian conditions. 7th International Rapeseed Conference, 373-378.
- Lazzeri L., Malaguti L., 1996. *Crambe Abyssinica*: una nuova oleaginosa a destinazione non-alimentare. *L'Informatore Agrario* 4: 33-36.

- Legge 23 dicembre 2000, n. 388 "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2001)" pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 302 del 29 dicembre 2000-Supplemento Ordinario n. 219 Art. 21. (Disposizioni concernenti l'esenzione dall'accisa sul biodiesel)
- Legge 30 dicembre 2004, n. 311 "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2005)" pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 306 del 31 dicembre 2004- Supplemento Ordinario n. 192, art.1 comma 521.
- Leungd.Y.C., Koo B.C.P., Guo Y. 2005. Degradation of biodiesel under different storage conditions. Article In Press: Bioresource Technology Received 23 August 2004; received in revised form 3 February 2005; accepted 18 February 2005.
- Ma F., Hanna M.A., 1999. Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology*, 70 (I): 1-15.
- Magnano R., 2003. Accelera il mercato del biodiesel. *Agrisole*, 26 settembre 2003.
- Makareviciene V., Janulis P., 2003. Environmental effect of rapeseed oil ethyl ester. *Renewable Energy*, 28, (15): 2395-2403.
- Mazzoncini M., 1996. Colza tutte le strategie culturali. *Terra e vita*, 35, 66-70.
- Mazzoncini M., 2004. Principali problematiche della filiera dei biocarburanti. Atti del Convegno "Chimica Verde dall'agricoltura materie prime rinnovabili e a basso impatto ambientale", Firenze Fortezza da Basso, 1-3 Aprile 2004.
- Mazzoncini M., Vannozzi., Megale P., Secchiari P., Pistoia A., Lazzeri L., 1993. Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Braun) crop in central Italy: characterization and agronomic evaluation. *Agricoltura mediterranea* 123: 330-338.
- Meher L.C., Vidya Sagar D., Naik S.N., 2005. Technical aspects of biodiesel production by transesterification: a review. Article In Press: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* www.elsevier.com/locate/rser. Received 17 February 2004; accepted 15 September 2004.
- Mistero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 2001. *Relazione sullo stato dell'ambiente*, 2001. A cura del Servizio per lo Sviluppo Sostenibile.
- Mittelbach M., 1996. Diesel fuel derived from vegetable oils: specifications and quality control of biodiesel. *Bioresource Technology* 56: 7-11.
- Monyem A., Van Gerpen J. H., 2001. The effect of biodiesel oxidation on engine performance and emissions. *Biomass and Bioenergy*, 20 : 317-325.
- Monyen A., Van Garpen JH., 2001. The effect of biodiesel oxidation on engine performance and emissions. *Biomass Bioenergy*, 20, 317-25
- Mortimer N.D., Cormack P., Elsayed M.A., Horne R.E., 2003. Evaluation of the comparative energy, global warming and socio-economic costs and benefits of biodiesel. Final Report for the Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- Mosca G., 2004. Aspetti agronomici e ambientali della Filiera Biodiesel. Atti del Convegno "Chimica Verde dall'agricoltura materie prime rinnovabili e a basso impatto ambientale", Firenze Fortezza da Basso, 1-3 Aprile 2004.

- Mosca G., Venturi G., 2001. Le produzioni agricole ad uso non alimentare. *Rivista di Agronomia* 3: 155-162.
- Neto Da Silva F., Salgado Prata A., Rocha Teixeira J., 2003. Technical feasibility assessment of oleic sunflower methyl ester utilisation in Diesel bus engines, *Energy Conversion and Management* vol.44 , 2857–2878
- Pellizzi G., 1992. Possibilità e prospettive di usi non tradizionali degli olii vegetali. *Agricoltura e Innovazione*, 21: 51-61.
- Peterson C. L., Reece D.L., Thompson J. C., Beck S. M., Chases C., 1996. Ethil ester of rapeseed used as a biodiesel fuel: a case study. *Biomass and Bioenergy* 10: 331-336.
- Peterson C.L., Hustrulid T., 1998. Carbon cycle for rapeseed oil biodiesel fuels. *Biomass and Bioenergy* 14: 91-101. *Renewable Energy* 16: 1053-1056.
- Peterson C.L., Reece D.L., Hammond B.L., Thompson J., Beck S.M., 1997. Processing, characterisation and performance of eight fuels from lipids. University of Idaho, Department of agricultural engineering.
- Pilar Ayuso Y Gonzales, 2002. La visione politica del progetto di Direttiva sui biocarburanti. *World Biofuels 2002*, Siviglia, 23 -24 aprile 2002
- Poitrat E., 1993. Vegetable or animal oils. In: *Proceedings of Seminar on Vegetable Oils as Transport Fuels*, Pisa, Italy; 1993, 131–135.
- Poitrat E., 1994. Ecobilan du colza énergétique. *Olèoscope* 21: 9-21.
- Puhana S., Vedaramana N., Rama B.V.B., Sankarnarayananb G., Jeychandranb K., 2005. Mahua oil (*Madhuca Indica* seed oil) methyl ester as biodiesel-preparation and emission characteristics. *Biomass and Bioenergy* 28: 87–93.
- Ragazzoni A., Rivaroli S., Centonze R., 2002. Prospettive incerte per le coltivazioni di colza non food. *L'informatore agrario* 34: 45 – 48.
- Raneses A.R., Glaser L.K. , Price J.M., Duffield J.A., 1999. Potential biodiesel markets and their economic effects on the agricultural sector of the United States. *Industrial Crops and Products* 9: 151–162.
- Recep A., 2001. The potential of using vegetable oil fuels as fuel for diesel engines. *Energy Conversion and Management*, 42: 529-538
- Rizzioli M., 1995. Necessaria più programmazione per la coltura a fini energetici. *L'informatore agrario* 7: 65.
- Rizzotti G., 1991. Gasolio vegetale dall'olio di colza. *Informatore Agrario* 34:80-81.
- Robbelen G., Kraling K., 1993. Rapeseed oils high in single fatty acid contents for oleochemical uses. *Industrial crops and Products* 1: 303-309.
- Rocchietta C., 1992. Le esperienze sul biodiesel in Italia ed in Europa. *Agricoltura e Innovazione*, 21: 67-71.
- Rocchietta C., 2003. *Energy and Environment. Second International Symposium Forum "Mobilità sostenibile"*.

- Rocchietta C., 2003. Energy and environment."2<sup>nd</sup> International Symposium Forum "" Mobilità sostenibile"
- Rocchietta C., 2004. Sostenibilità economica della filiera del biodiesel. Atti del Convegno "Chimica Verde dall'agricoltura materie prime rinnovabili e a basso impatto ambientale", Firenze Fortezza da Basso, 1-3 Aprile 2004.
- Rossini A., 1995. Premiare il biodiesel per promuovere le oleaginose. L'informatore agrario 7: 68.
- Rotundo D., 2001. Accise sui carburanti, agevolazioni in scadenza. L'Informatore agrario 14: 10 – 11.
- Saka S., Kusdiana D., 2001. Biodiesel fuel from rapeseed oil as prepared in supercritical methanol. Fuel 80: 225 – 231.
- Senatore A., 2004. Efficienza del biodiesel ed emissioni in atmosfera. Atti del Convegno "Chimica Verde, dall'agricoltura materie prime rinnovabili e a basso impatto ambientale", Firenze Fortezza da Basso, 1-3 Aprile 2004.
- Sidhu S., Graham J., Striebich R., 2001. Semi-volatile and particulate emissions from the combustion of alternative diesel fuel. Chemosphere 42: 681 - 690.
- Staat F., Vermeersch G., 1993. Les esters méthyliques d'huile de colza comme carburants: bilan énergétique. Etude et Recherche N° 2 vol 5/6 :167- 174.
- Surace P., 1995. La filiera non alimentare dei semi oleosi deve essere tutelata. L'informatore agrario 7: 61-63.
- Takesawa Y., 1993. Study on palm oil for diesel substitute. In: .Proceedings of Seminar on Vegetable Oils as Transport Fuels, Pisa, Italy, 1993, 31–35.
- Tana R. R., Culabab A. B., Purvis M. R. I., 2004. Carbon balance implications of coconut biodiesel utilization in the Philippine automotive transport sector. Biomass and Bioenergy 26: 579 – 585.
- Tartarelli R., Bonari E., Mazzoncini M., Senatore A., Vitolo S., Bresci B., Menini S., 2000. Produzione, analisi e valorizzazione del biodiesel di oli vegetali. L'attività scientifica delle Università di Pisa e Corte. Progetto Interreg II Toscana-Corsica 1997-1999 pag 117-125.
- Thompson J.C., Peterson C.L., Reece D.L., Beck S.M., 1996 Two year storage study with Methyl and Ethyl Esters of Rapeseed, University of Idaho.
- Toni B., 1998. Dossier colza. Terra e vita 34: 39 – 46.
- Trifiletti F., 2001. Nuove speranze sul biodiesel. L'informatore agrario 16: 17.
- Union Technique de l'Automobile du Motorcycle et du Cycle, 1992. UTAC Report 91.12.73.805/12299, Paris, 1992
- Usta N., 2005. An experimental study on performance and exhaust emissions of a diesel engine fuelled with tobacco seed oil methyl ester. Energy Conversion and Management, 46: 2373 - 2386.
- Van Gerpen J., 2005. Biodiesel processing and production. Fuel Processing Technology 86: 1097 – 1107.



- Vannini L., 1995. La coltura non alimentare è conveniente su set-aside. L'informatore agrario 7: 61-63.
- Vannini L., 1996. Il colza negli ordinamenti produttivi delle imprese italiane. L'Informatore Agrario, 34: 30-32.
- Vicente G., Coteron A., Martinez M., Aracil J., 1998. Application of the factorial design of experiments and response surface methodology to optimize biodiesel production. Industrial Crops and Products, 8: 29–35.
- Vicente G., Martinez M., Aracil J., 2004. Integrated biodiesel production: a comparison of different homogeneous catalysts systems. Bioresource Technology, 92: 297–305.
- Wardle D.A., 2003. Global sale of green air travel supported using Biodiesel. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 7 (1): 1– 64.
- Wolfensberger U., 1993. Biodiesel: Measuring and experiences in Switzerland. In: Proceedings of Seminar on Vegetable Oils as Transport Fuels, Pisa, Italy, 1993, 75 –82.
- Worgetter M., 1999. Biodiesel in Austria. An overview. Making Bus. Biomass Energy, Environ., Chemical, Fibers Muter., Proc. 3<sup>rd</sup> Biomass Conf Am. (2):1043-1053. Edited by Overend.
- Wright P. R., Morgan J. M., Jessop R. S., Cass A., 1995. Comparative adaptation of canola (*Brassica napus*) and Indian mustard (*Brassica juncea*) to soil water deficits: yield and yield components. Field Crops Research 42: 1-13.
- [www.it.wikipedia.org/wiki/Biodiesel](http://www.it.wikipedia.org/wiki/Biodiesel)
- [www.adriaticateam.com/ecopower](http://www.adriaticateam.com/ecopower)
- [www.altroconsumo.it](http://www.altroconsumo.it)
- [www.assobiodiesel.it](http://www.assobiodiesel.it)
- [www.bakelite.de](http://www.bakelite.de)
- [www.biodiesel.co.uk](http://www.biodiesel.co.uk)
- [www.biodiesel.com](http://www.biodiesel.com)
- [www.bio-diesel.com.au](http://www.bio-diesel.com.au)
- [www.biodiesel.it](http://www.biodiesel.it)
- [www.biodiesel.org](http://www.biodiesel.org)
- [www.biodiesel.org.au](http://www.biodiesel.org.au)
- [www.biodieselaustria.com](http://www.biodieselaustria.com)
- [www.biodiesel-intl.com/](http://www.biodiesel-intl.com/)
- [www.biofox.com](http://www.biofox.com)
- [www.biofuels.doe.gov](http://www.biofuels.doe.gov)
- [www.combustibile.it/biodiesel/biodiesel.html](http://www.combustibile.it/biodiesel/biodiesel.html)
- [www.combustibile.it/biodiesel/biodiesel.html](http://www.combustibile.it/biodiesel/biodiesel.html)
- [www.comlube.it](http://www.comlube.it)
- [www.cti2000.it/biodiesel.html](http://www.cti2000.it/biodiesel.html)
- [www.cti2000.it/biodiesel.html](http://www.cti2000.it/biodiesel.html)

[www.cti2000.it/biodiesel.html](http://www.cti2000.it/biodiesel.html)  
[www.cti2000.it/virt/cti2000/biodiesel/legislazione.htm](http://www.cti2000.it/virt/cti2000/biodiesel/legislazione.htm)  
[www.ecotrasporti.it/biodiesel.html](http://www.ecotrasporti.it/biodiesel.html)  
[www.eere.energy.gov/afdc/](http://www.eere.energy.gov/afdc/)  
[www.greenfuel.org](http://www.greenfuel.org)  
[www.griffinind.com](http://www.griffinind.com)  
[www.minambiente.it](http://www.minambiente.it)  
[www.novaol.it](http://www.novaol.it)  
[www.soygold.com/biodiesel.htm](http://www.soygold.com/biodiesel.htm)  
[www.soypower.net](http://www.soypower.net)  
[www.stcgroup.com/estereco](http://www.stcgroup.com/estereco)  
[www.villesdiester.asso.fr](http://www.villesdiester.asso.fr)

Zhang H. Y. , Hanna M. A. , Ali Y., Nan L., 1996. Yellow nut-sedge (*Cyperus esculentus* L.) tuber oil as a fuel. *Industrial Crops and Products* 5:177- 181.

#### Filiera biolubrificanti

ARPAT e ANPA ,2001. - Progetto Closed. I sistemi di gestione a ciclo chiuso nei distretti produttivi. Atti del Convegno, Firenze, 11 maggio 2000.

Associazione Ambiente e Lavoro, Sezione toscana , 1996. Il distretto industriale conciario: dalle emergenze ambientali allo sviluppo sostenibile locale. Atti del convegno 18 ottobre 1996.

Becattini G. , 2000. Il bruco e la farfalla. Prato: una storia esemplare dell'Italia dei distretti. Le Monnier.

Belletti G. e Marescotti A., 1997. Coordination mechanism in the agro-industrial system. The case of sunflower. SMEA - International Conference "Vertical relationships and coordination in the food system" Piacenza, June 12-13, 1997.

Benvenuti A. e Vannozzi G.P. ,2001. Aspetti generali delle piante oleifere. In: Baldoni R. e Giardini L. ,2001. Coltivazioni erbacee. Pàtron Editore.

Bernini C. ,1999. La sicurezza e la salute negli ambienti di lavoro. In: Inquinamento n. 8.

Bonari E., Silvestri N., Mazzoncini M., 1996. La diminution des intrants dans la culture de tournesol: premiers resultats d'une recherche faite en Italie centrale., 14th International Sunflower Conference, vol. 1, pp. 327-, Beijing-China 1996.

Bondioli P., Folegatti P., Lazzeri L., Palmieri S., 1998. Native *Crambe abyssinica* oil and its derivatives as renewable lubricants: an approach to improve its quality by chemical and biotechnological processes, *Industrial crops and products* : 7 pag. 231/238.

Bondioli P., Lazzeri L., Palmieri S., 1998a. Usi industriali delle sostanze grasse di origine vegetale. Atti convegno "Oleaginose ad uso non alimentare" Confagricoltura, Roma, 12 Marzo, 1998, pp.27-32.

- Casati D. ,2003. Dal boom al triste declino. Il paradossale smantellamento di soia e girasole di cui l'Europa ha bisogno. Speciale girasole e soia. Terra e Vita n. 4/2003.
- Commissione europea, 2002. Decisione della Commissione del 15 maggio 2002 che stabilisce i criteri per l'assegnazione di un marchio comunitario di qualità ecologica ai prodotti tessili e modifica la decisione 1999/178/CE. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee del 18.5.2002.
- Fontana F., Lazzeri L., Malaguti L., Galletti S. , 1998. Agronomic characterisation of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. *Eur. J. Agr.* 9, 117-126.
- Gasparoli A., 1998. Introduzione all'analisi delle sostanze grasse utilizzate nel settore cosmetico, *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*: 75, n° 11, pag. 491/502.
- Gunstone F. D., 2004a. *Rapeseed and canola oil, production properties and uses*, Blackwell Publishing, CRC press, Boca Raton USA (in particolare capitolo 7 usi non-food 7.3 lubrificanti e cap. 8 potenzialità e prospettive per l'olio di colza ).
- Gunstone F. D., 2004b. *The chemistry of oils and fats, sources, composition properties and uses*, Blackwell Publishing, CRC press, Boca Raton USA.
- Kimber D. and McGregor D.I., 1995. *Brassica Oilseeds, Production and Utilisation*, Pub. CAB International Cambridge.
- Lazzeri L., De Mattei F., Bucelli F., Palmieri S., 1997 . Crambe oil - a potential new hydraulic oil and quenchant, *Industrial Lubrication and Tribology* 49, 71-77.
- Lazzeri L., Errani M., Leoni O., Venturi G., 2002. Eruca sativa spp. Oleifera: a new non food crop. *Proceeding of Symposium Industrial Crops and Products*. April, 24-25 2002 The Floriade, The Netherlands.
- Lazzeri L., Fontana F., Malaguti L., Cremaschi D.,1999. Potenzialità agronomiche e principali caratteristiche tecnologiche del Crambe abyssinica Hochst. *XXXIII Convegno Annuale SIA " Le colture non alimentari"* Legnaro (PD) 20-23 Settembre 1999.
- Mariani C., Bellan G., 1997. Individuazione dell'olio di girasole in quello di cartamo. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*: 74, n° 6, pag. 225/230.
- Mazzoncini M., Angelini L. 1999. *Brassicaceae* e nuove specie oleaginose per usi industriali non alimentari. *Relezione presentata al XXXIII Convegno Annuale Società Italiana di Agronomia "Le colture non alimentari", Legnaro, Padova 20-23 Settembre 1999*.
- Mazzoncini M., Bonari E., Silvestri N., Coli A., Belloni P., Barberi P., 2000. Agronomic and economic evaluation of conventional, low input and organic farming systems in central Italy, IFOAM Scientific Conference on, vol. 1, pp. 393-, Basilea .
- McManus, M. C., Hammond G. P. and Burrows C. R.,2003. Life-cycle assessment of mineral and rapeseed oil in mobile hydraulic systems. *Journal of Industrial Ecology* 7(3-4): 163-177.
- Monotti M. e Del Pino A.M., 1998. Girasole (var. alto oleico), Fam. Compositae. In: Mosca G. (a cura di) , 1998. *Oleaginose non alimentari*. Edagricole.

- Mosca G. (a cura di) 1998. *Oleaginose non alimentari*, Edagricole - Edizioni Agricole Calderini, Bologna.
- Moscheni, E., Angelini L., Macchia M., 1994. Agronomic potential and seed oil composition of *Cuphea lutea* and *C. laminuligera*. *Industrial Crops and Products*, 3:3-9.
- Palmieri S. 2001 Crambe seeds: excellent source of industrial oil, high value proteins and chiral epi-progoitrin derivatives. *Proceeding 3rd international Congress on Material Made from Renewable Natural Resources" Erfurt (D) 5-6 September 2001*.
- Palmieri S. 2002. Opportunità ed orientamento per lo sviluppo di alcune colture alternative e dei prodotti derivati per usi speciali. *Riv. Agr.* 36, 77-79.
- Palmieri S., Venturi G. 1999. Industrial use of vegetable oils: Realty and Potential. *Agro food Industry hi-tech* 5, vol. 10, 51-54.
- Paolini R., Principi M., Del Puglia S., Lazzeri L. 1998. Competitive effects between sunflower (*Helianthus annuus* L.) and six broad-leaved weeds. *Proceedings of 6<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium* Montpellier France, 13-15 Maggio, 81-88.
- Ruffo C., 1994. La normativa italiana relativa a tensioattivi e detergenti: attività della sottocommissione detergenti e tensioattivi della commissione tecnica. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*: 72, n° 1, pag. 35/38.
- Ruffo C., Fedrigucci M.G., Valtorta L., Cavalli L., 1999. Biodegradation of anionic and non ionic surfactants by CO<sub>2</sub> evolution., Acclimated and non acclimated inoculum, *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*: 76, n° 6, pag. 277/283.
- Vannini L. e Venturi G. ,1998. Aspetti generali e prospettive di sviluppo delle colture per oli tecnici. In Mosca G. (a cura di) - *Oleaginose non alimentari*. Edagricole.
- Villalobos, Hall, Ritchie, Orgaz, 1996, OILCROP-SUN: a development, growth and yield model (in fortran) of the sunflower crop. *Agronomy Journal* vol. 88 N° 3 .
- Wightman, P. S., Carruthers S. P. and Walker K. C.,1999. Comparative life cycle assessment and cost benefit analysis of mineral and rapeseed oils. *Paper presented at the Seminar on Environmental Impact of Fluid Power Systems, Institute of Mechanical Engineers (IMechE), 4 November 1999, London*.

#### Filiera biomasse lignocellulosiche a destinazione energetica

- Allegro, G. (1997). "Conoscere e combattere il punteruolo del pioppo (*Cryptorhynchus lapathi* L.)." *Sherwood - Foreste e alberi* oggi 29: 33-38.
- Allegro, G. (1998). "Biologia e controllo della Saperda maggiore del pioppo (*Saperda carcharias* L.)." *Sherwood - Foreste e alberi* oggi 34: 35-40.
- Allegro, G. (1999). "Il ritorno della farfalla bianca del pioppo (*Leucoma salicis* L.)." *Sherwood* 49: 43-46.
- Allegro, G. e G. Della Beffa (2001). "Un nuovo problema entomologico per la pioppicoltura italiana: *Platypus mutatus* Chapuis (coleoptera, platypodidae)." *Sherwood* 66: 31-34.
- Allegro, G. e A. Giorcelli (2004). Trattamenti per la difesa fitosanitaria dei vivai.

- Armstrong, A., C. Johns, et al. (1999). "Effect of spacing e cutting cycle on the yield of poplar grown as an energy crop." *Biomass e Bioenergy* 17: 305-314.
- Auclair, D. e L. Bouvarel (1992). "Influence of spacing e short rotations on *Populus trichocarpa x deltoides* coppice." *Canadian journal forest research* 22: 541-548.
- Balsari, P., G. Airoidi, et al. (2002). "Messa a dimora di un impianto di pioppo da biomassa." *Sherwood* 81: 49-54.
- Balsari, P., G. Airoidi, et al. (2002). "Preparazione di talee di pioppo per biomassa." *Sherwood* 76: 39-44.
- Benetka, V., I. Bartakova, et al. (2002). "Productivity of *Populus nigra* L. ssp. *nigra* under short-rotation culture in marginal areas." *Biomass e Bioenergy* 23: 327-336.
- Berthelot, A. (2001). "Mélange de clones en taillis à courtes rotations de peuplier: influence sur la productivité et l'homogénéité des produits récoltés." *Canadian journal forest research* 31: 1116-1126.
- Berthelot, A., J. Ranger, et al. (2000). "Nutrient uptake e immobilization in a short-rotation coppice ste of hybrid poplars in north-west France." *Forest ecology e management* 128: 167-179.
- Bisoffi, S. e L. Cagelli (1996). "La commercializzazione dei cloni di pioppo: normativa e problemi (prima parte)." *Sherwood - Foreste e alberi oggi* 16: 41-45.
- Bisoffi, S. e L. Cagelli (1996). "La commercializzazione dei cloni di pioppo: normativa e problemi (seconda parte)." *Sherwood - Foreste e alberi oggi* 17: 39-43.
- Bisoffi, S. e G. Facciotto (2000). "I cedui a turno breve (S.R.F.)." *Sherwood* 59: 21-23.
- Bonari, E. (2001). "Potenzialità e problematiche agronomiche della silvicoltura a breve rotazione come coltura da energia negli ambienti mediterranei." *Rivista di Agronomia* 3: 188-199.
- Bonari, E. (2005). "Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm" Ed. ARSIA Firenze: 160.
- Bonari, E., G. Picchi, et al. (2004). Poplar short rotation coppice behaviour under different harvesting treatments. 2nd World Conference e Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry e Climate Protection, Rome.
- Ceccarini, L., L. Angelini, et al. (1999). Caratteristiche produttive e valutazione energetica della biomassa di *Miscanthus sinensis* Eerss, *Arundo donax* L. e *Cynara cardunculus* L. in prove condotte nella Toscana litoranea. XXXIII convenzione annuale Società Italiana Argonomia (SIA), Agripolis (Pd).
- Ceulemans, R. e W. Deraedt (1999). "Production physiology e growth potential of poplars under short-rotation forestry culture." *Forest ecology e management* 121: 9-23.
- Ceulemans, R., A. J. S. McDonald, et al. (1996). "a comparition among eucaliptus, poplar e willow characteristics with particular reference to a coppice, growth-modelling approach." *Biomass e Bioenergy* 11: 215-231.
- Christou, M. (1998). Presentation of the *Arundo donax* network.

- Christou, M., M. Mardikis, et al. (2003). Environmental studies on *Arundo donax*. 8th International Conference on Environmental Science e Technology, Lemnos Isle, Greece.
- Ciria, M. P., G. E., et al. (2002). The effect of fertilization e planting density on biomass productivity of poplar harvested after three-year rotation. 12th European Conference on Biomass for Energy, Industry e Climate Protection, Amsterdam.
- Ciria, M. P., M. P. Mazon, et al. (2004). Poplar productivity evolution on short rotation during three consecutive cycles on extreme continental climate. 2nd World Conference e Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry e Climate Protection, Rome.
- Confalonieri, M. e S. Bisoffi (1999). "Pioppi transgenici." *Sherwood - Foreste e alberi oggi* 41: 31-33.
- Di Blasi, C., V. Tanzi, et al. (1997). "A study on the production of agricultural residues in Italy." *Biomass e Bioenergy* 12(5): 321-331.
- Dickmann, D., J. G. Isebres, et al. (2001). Physiological ecology of poplars. Poplar culture in North America. D. Dickmann, J. G. Isebres, J. E. Ecknewalder e J. Richardson. Ottawa, National Research Council of Canada: 77-118.
- Facciotto, G. (1998). "Le lavorazioni del suolo in pioppicoltura." *Sherwood - Foreste e alberi oggi* 31: 39-44.
- Facciotto, G., A. Giorelli, et al. (2003). I nuovi cloni di pioppo iscritti al Registro Nazionale dei Cloni Forestali. *Alberi e Foreste nella pianura*, Milano.
- Facciotto, G. e G. Schenone (1998). "Il pioppo fonte di energia rinnovabile." *Sherwood* 35: 19-26.
- Ferm, A., J. Hytonen, et al. (1989). "Effect of spacing e nitrogen fertilization on the establishment e biomass production of short rotation poplar in Finle." *Biomass* 18: 95-108.
- Fiedler, F. (2004). "The state of art of small-scale pellet-based heating systems e relevant regulations in Sweden, Austria e Germany." *Renewable e sustainable energy reviews* 8: 201-221.
- Foti, S. e S. L. Cosentino (2001). "Colture erbacee annuali e poliennali da energia." *Rivista di agronomia* 35: 200-215.
- Foti, S., S. L. Cosentino, et al. (1999). Effetti del regime idrico e della somministrazione di azoto su *Miscanthus x giganteus* Greff e Deu. in ambiente mediterraneo. XXXIII convenzione annuale Società Italiana Argonomia (SIA), Agripolis (Pd).
- Hytonen, J. (1994). "Effect of cutting season, stump height e harvest damage on coppicing e biomass production of willow e birch." *Biomass e Bioenergy* 6(5): 349-357.
- Hytonen, J. (1995). "Ten-year biomass production e ste structure of *Salix 'aquatica'* energy forest plantation in Southern Finle." *Biomass e Bioenergy* 8(2): 63-71.
- Hytonen, J. (1996). Biomass production e nutrition of short-rotation plantations. The Finnish Forest Institute. Kannus, University of Helsinki: 200.

- Jodice, R. e M. Vecchiet (2001). Giant reed network. Improvement, productivity e biomass quality., CETA Centro di ecologia teorica ed applicata: 14.
- Johansson, L., B. Leckner, et al. (2004). "Emissions characteristics of modern e old-type residential boilers fired with wood logs e wood pellets." *Atmospheric Environment* 38: 4183-4195.
- Kjallstre, J. e M. Olsson (2004). "Chimney emissions from small-scale burning of pellets e fuelwood - examples referring to different combustion appliances." *Biomass e Bioenergy* 27: 557-561.
- Kopp, R. F., L. P. Abrahamson, et al. (1997). "Cutting cycle e spacing effects on biomass production by a willow clone in New York." *Biomass e Bioenergy* 12(5): 313-319.
- Labrecque, M. e T. Teodorescu (2003). "High biomass yields achieved by Salix clones in SRIC following two 3-years coppice rotations on abandoned farmland in southern Quebec, Canada." *Biomass e Bioenergy* 25: 135-146.
- Laureysens, I., J. Bogaert, et al. (2004). "Biomass production of a 17 poplar clones in a short-rotation coppice culture on a waste disposal site e its relation to soil characteristics." *Forest ecology e management* 187: 295-309.
- Mineo, G. (2004). "Calore per le serre dalle biomasse agricole". *Terra e vita* 24: 65-68.
- Ohman, M., A. Nordin, et al. (2004). "Reasons for slagging during stemwood pellet combustion e some measures for prevention." *Biomass e Bioenergy* 27: 597-605.
- Pari, L. e M. Fedrizzi (2004). "Provata nuova trapiantatrice per le colture forestali energetiche, L'informatore agrario". *L'informatore agrario* 43: 95-98.
- Pari, L. e F. Sissot (2000). "Soluzioni tecniche a confronto per la raccolta di biomassa legnosa." *L'informatore agrario* 39: 59-62.
- Pari, L. e F. Sissot (2001). "La rotoimballatura delle potature di pesco e olivo." *L'informatore agrario* 42: 85-87.
- Pari, L. e F. Sissot (2001). "Prove di raccolta di cascami di vite e pesco con imballatrice Arbor RS 170." *L'informatore agrario* 12: 87-90.
- Pari, L. e P. Venturi (1999). Propagazione delle colture da biomassa poliennali rizomatose. XXXIII convenzione annuale Società Italiana Agronomia (SIA), Agripolis (Pd).
- Repetti, O. (2004) "Energia, se la lolla non basta più si brucia il pioppo bianco." *Terra e Vita* 50: 60-62.
- Ricca, L. C. (1996). Valutazione delle caratteristiche agronomiche, della composizione chimica e dell'efficienza della conversione energetica di specie erbacee utilizzabili per la produzione di energia. Agronomia. Pisa, Università degli studi di Pisa: 108.
- Scarascia-Mugnozza, G. E., R. Ceulemans, et al. (1997). "Production physiology e morphology of Populus species e their hybrids grown under short rotation. II. Biomass components e harvest index of hybrid e parental species clones." *Canadian journal forest research* 27: 285-294.

- Spinelli, R. (2001). "La raccolta del pioppeto a ciclo accorciato." *L'informatore agrario* 44: 39-41.
- Spinelli, R. (2003) "Macchine a cantieri riuniti per la raccolta dei residui di potatura". *L'informatore agrario* 14: 59-61.
- Spinelli, R., F. Ricci, et al. (1998). "Colture forestali a breve rotazione: sistema americano e sistema svedese a confronto." *L'informatore agrario* 26: 57-59.
- Spinelli, R. e R. Spinelli (1998). "L'imballatura dei residui legnosi agroforestali." *L'informatore agrario* 46: 59-62.
- Spinelli, R. e R. Spinelli (2000). "Prove di imballatura delle potature di olivo." *L'informatore agrario* 4: 101-104.
- Spinelli, R. e R. Spinelli (2000). "Raccolta del ceduo a turno breve: l'esperienza in Europa." *L'informatore agrario* 42: 113-116.
- Spinelli, R., R. Spinelli, et al. (1998). "Il recupero dei residui di utilizzazione." *Monti e boschi* 1: 35-39.
- Spinelli, R. e S. Verani (2000). "La raccolta del legno per uso energetico." *Sherwood* 59: 4348.
- Strehler, A. (1999). "Technologies of wood combustion." *Ecological engineering* 16: 25-40.
- Vecchiet, M., R. Jodice, et al. (1994). "La canna comune: riscoperta di una possibilità produttiva." *AEI* 30/31: 78-85.
- Venendaal, R., U. Jørgensen, et al. (1997). "European energy crops: a synthesis." *Biomass e Bioenergy* 13: 147-185.
- Venturi, P., W. Huisman, et al. (1998). "Mechanization e costs of primary production chains for *mischanthus x giganteus* in The Netherle." *Journal of agricultural ingeeneering resources*: 209-215.
- Venturi, P. e L. Pari (1999). *Filiera energetica - meccanizzazione e logistica delle colture erbacce da biomassa. XXXIII convenzione annuale Società Italiana Argonomia (SIA), Agripolis (Pd).*
- Verani, S. e G. Spereio (2003). "Utilizzazione del pioppeto." *Sherwood* 88: 37-44.
- Zevenhoven-Onderwater, M., R. Backman, et al. (2001). "The ash chemistry in fluidised bed gasification of biomass fuels. Part I: predicting the chemistry of melting ashes e ash-bed material interaction." *Fuel* 80: 1489-1502.
- Zevenhoven-Onderwater, M., R. Backman, et al. (2001). "The ash chemistry in fluidised ben gasification of biomass fuels. Part II: Ash behaviour prediction versus bench scale agglomeration tests." *Fuel* 80: 1503-1512.

### Filiera biopolimeri

AA.VV. 2001 Polimeri e agricoltura *Atti Giornata di Studio a Palermo, 6 luglio 2001 a cura dell'AIM, Pisa, www.aim.it*



- Arena U., Mastellone M.L., Perugini F., 2003. Life cycle assessment of a plastic packaging recycling system. *International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol 8, Iss 2, pp 92-98.
- Baiardo M., Zini E., Scandola M., 2004. Flax fibre-polyester composites, *Composites part A*, 35 :703-710
- Bellia G., Tosin M., Degli Innocenti F., 2000. The test method of composting in vermiculite is unaffected by the priming effect. *Polymer Degradation and Stability* 69 :113-120.
- Buttignol A., Barozzi G., Degli Innocenti F., Tosin M., Bastioli C., 1996. Bastoncini cotonati biodegradabili e solubili. Studio della biodegradabilità in laboratorio ed in un impianto di trattamento delle acque di scarico. *Ingegneria Ambientale* Nr. 25, pp. 492-496
- Chandra, R. and Rustgi, R., 1998. Biodegradable polymers, *Progress in Polymer Sciences* 23: 1273 – 1335
- Chiellini E. and Solaro R., 2003. Biodegradable polymers and plastics. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Chiellini E., Cinelli P., Corti A., Kenawy El-R., 2001. Composite Films Based on Waste Gelatin. Thermal-Mechanical Properties and Biodegradation Testing, *Polymer Degradation and Stability*, vol. 73, pp. 549-.
- Cinelli P., Gordon S.H., Imam S.H., Chiellini E., 2003. "Characteristics and Degradation of Hybrid Composites Films Prepared from PVA, Starch and Lignocellulosics" in *Macromolecular Symposia*, pp. 143-155.
- De Wilde B. and Boelens J. 1998. Prerequisites for biodegradable plastic materials for acceptance in real-life composting plants and technical aspects. *Polymer Degradation and Stability*, 59, 7-12.
- De Wilde, B. 2003. Plastiques biodégradables - Emballages compostables: point de la situation. *Packnews*, 154, 27-33
- Dornburg V., Lewandowski I., Patel M.. 2004. Comparing the land requirements, energy savings and greenhouse gas emission reduction of biobased polymers and bioenergy – An analysis and system extension of Life Cycle Assessment studies. *Journal of Industrial Ecology*, Special Issue on Biobased Products, Vol. 7, Issue 3-4, pp. 93-116
- Estermann R. and Schwarzwälder B., 1998. Life cycle assessment of Mater-Bi bags for the collection of compostable waste. Olten, Uerikon, Switzerland: *Study prepared by COMPOSTO for Novamont, Novara, Italy.*
- Feil H., 1995. Biodegradable plastics from vegetable raw materials. *Agro-food-Industry Hi-Tec*, July-August 1995.
- Fernandes E. G., Kenawy E.-R., Miertus S., Chiellini E., 2002. Environmentally Degradable Plastics: Thermal Behavior of Polymer Blends based on Waste Gelatin, *Polymer*, num. 7-8, vol. 47, pp. 500-508,
- Fishman M. L., Friedman R. B., Huang S. J. ,1994. *Polymers from Agricultural Coproducts* (ACS Symposium S.), ISBN: 0841230412 American Chemical Society, Columbus, USA.

- Garde, A., Schmidt, A.S., Jonsson, G., Andersen, M., Thomsen, A.B., Ahring, B.K. and Kiel, P., 2000. Agricultural crops and residuals as a basis for polylactate production in Denmark, Proceedings of the Food Biopack Conference, Copenhagen, 27 – 29 August 2000, pp. 45 – 51
- Kaplan, D. L. 1998 *Biopolymers from Renewable Resources*, ISBN: 3-540-63567-X, Kluwer Academic Publishers.
- Mohanty A. K., Misra M. and Drzal L. T., 2004, Natural fibres, biopolymers and their biocomposites, Woodhead Publishing Limited, UK
- Patel M. 2003. Review of life cycle assessments of bio plastics. Methodology and Results., *Food, Cosmetics and Drug Packaging*, Vol. 26(1), pp. 13-19.
- Peppas N. A., Langer R. S., 1995. *Biopolymers II (Advances in Polymer Science)*
- Sakai K., Taniguchi M., Miura S., Ohara H., Matsumoto T. and Shirai Y., 2003. Making Plastics from Garbage: A Novel Process of Poly-L-Lactate Production from Municipal Food Waste, *Journal of Industrial ecology*, Vol. 7, Issues 3-4 - Industrial Ecology of Biobased Products
- Steinbüchel A., 2003, *Biopolymers*, Volume 10, *General Aspects and Special Applications*, Weinheim, Germany: Wiley, ISBN 3527302298.
- Tosin M., Degli Innocenti F., Bastioli C., 1996. Effect of the Composting Substrate on Biodegradation of Solid Materials Under Controlled Composting Conditions - *Journal of Environmental Polymer Degradation*, Vol. 4, No. 1.
- Weber J.C., 2000. Biobased Packaging Materials for the Food Industry Status and perspectives [http://www.mli.kvl.dk/foodchem/special/biopack/html/mission\\_1.htm](http://www.mli.kvl.dk/foodchem/special/biopack/html/mission_1.htm)

### Filiera coloranti naturali

- A.A.V.V., 1997. Le piante coloranti (a cura di M. Marotti ) ed. Edagricole, Bologna, pp 95.
- A.A.V.V., 1997 Atti Convegno “Il Colore dalla natura. La riscoperta delle piante coloranti” (a cura di G.Venturi e MT Amaducci) Ancona 13 Dicembre 1997, pp.236.
- AA. VV., 2004. Spindigo - The Sustainable Production of Plant-derived indigo. Contract UE n. RS QLK5-CT-2000-30962. Final Report, 746 pp.
- Angelini, L.G., Bertoli, A., Rolandelli, S., Pistelli, L., 2002. Agronomic potential of *Reseda luteola* L. as new crop for natural dyes in textiles production. *Industrial Crops & Products*, 17(3): 199 – 207.
- Angelini, L.G., Pistelli, L., Belloni, P., Bertoli, A., Panconesi, S., 1997. *Rubia tinctorum* a source of natural dyes: agronomic evaluation, quantitative analysis of alizarin and industrial assays. *Industrial Crops and Products*, 6: 303-311. ISSN 0926-6690.
- Angelini, L.G., Tozzi, S., Nassi O Di Nasso, N., 2004. Environmental factors affecting productivity, indican content and indigo yield in *Polygonum tinctorium* Ait., a subtropical crop grown under temperate conditions. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 52(25): 7541-7547.

- Angelini L.G., P. John, S. Tozzi, and H. Vandenburg (2005) Extraction of indigo from *Isatis tinctoria* L. and *Polygonum tinctorium* Ait as a basis for large-scale production. Proceedings of 2005 Annual Meeting of the Association for the Advancement of Industrial Crops: International Conference on Industrial Crops and Rural Development (Murcia Spain, 17-21 September 2005) Edited by M.J. Pascual-Villalobos, F.S. Nakayama, C.A. Bailey, E. Correa and W.W. Schloman Jr., pp. 521-534.
- Angelini L.G., Tozzi S., Nasso N. (2005) Effect of different sowing dates on leaf yield and indigo production of woad (*Isatis tinctoria* L.) in the Mediterranean environment. Proceedings of 2005 Annual Meeting of the Association for the Advancement of Industrial Crops: International Conference on Industrial Crops and Rural Development (Murcia Spain, 17-21 September 2005) Edited by M.J. Pascual-Villalobos, F.S. Nakayama, C.A. Bailey, E. Correa and W.W. Schloman Jr. pp.535-545.
- Balfour-Paul J., 1998. Indigo British Museum Press, pp 264.
- Batirov, E.K., Tadzhibaev, M.M., Malikov, V.M., 1979. Flavonoids of *Reseda luteola*. Chemistry of natural compounds. USA, Sep.-Oct., 15 (5): 643-644.
- Bechtold, T., Burtscher, E., Amann A., Bobleter, O., 1993. Alkali-stable iron complexes as mediators for the electrochemical reduction of dispersed organic dyestuffs. J Chem. Soc. Faraday Trans., 89: 2451-2456.
- Bechtold, T.; Turcanu, A.; Geissler, S.; Ganglberger, E., 2002. Process balance and product quality in the production of natural indigo from *Polygonum tinctorium* Ait. applying low-technology methods. Bioresource Technology, 81: 171-177.
- Brunello, F., 1968. L'arte della tintura nella storia dell'umanità. Pozza, Vicenza, pp. 476.
- Cammarata, I., 2001. Oro blu, storia e geografia del gualdo di qua dal Po. Edo- Edizioni Oltrepò, Pavia, pp 279.
- Cardon, D., Du Chatenet, G., 1990 Guide des Teintures Naturelles D. Perret Ed., Neuchatel-Paris, pp 546.
- Cardon, D., 2003. Le monde des teintures naturelles. Ed. Belin, pp 367.
- Ceccarini, L., Angelini, L., 2003. Effect of harvest time on yield and luteolin content in *Reseda luteola* L. grown in Central Italy. Proceeding International South Europe Symposium IENICA Non-food crops: from Agriculture to Industry, vol. 2, pp. 18-18, Bologna, May 15-16, 2003.
- Dolciotti, I., 1993. Coloranti naturali: produzione, impiego e mercato. L'Informatore Agrario, 47: 43-44.
- Durante M., Manzo M., Bernardi R., Cecconi F., Salvini M., Angelini L. (2003)- Studies of genes involved in the metabolic steps of indigo production in *Isatis tinctoria*. XLVII Italian Society of Agricultural Genetics - SIGA Annual Congress, Verona 24/27 September 2003. Poster presentation. ISBN 88 900622-4-X
- Epstein, E., Nabors, M. W., 1967. Origin of indigo of woad. Nature 216: 547-549.

- Garcia – Macias, P., John P., 2004. Formation of natural indigo derived from woad (*Isatis tinctoria* L.) in relation to product purity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 7891 - 7896.
- Garcia, M., 2002. Couleurs végétales. Teintures, pigments et encres. EDISUD Aix-en-Provence France, pp. 108.
- Gilbert, G. K., Maule, H.G., Rudolph, B., Lewes, M., Vandenburg, H., Sales, E., Tozzi, S., Cooke, D.T., 2004. Quantitative analysis of indigo and indigo precursors in leaves of *Isatis* spp. and *Polygonum tinctorium*. *Biotechnology Progress*, 20: 1289-1292.
- Gilbert, K. G., Hill, D. J., Crespo, C., Rudolf, B., Cooke, D.T., 2000. Qualitative analysis of indigo precursors from woad by HPLC and HPLC-MS. *Phytochemical Anal.*, 11(1): 18-20.
- Gilbert, K., Cooke, D., 2001. Dyes from plants: past usage, present understanding and potential. *Plant Growth Regulation*, 34: 57-69.
- Habán, M., Vaverková, S., Labát, R., Baranová, E., 1998. Evaluation of quality parameters of dyer's chamomile (*Anthemis tinctoria* L.) flowers. *Esa Fifth Congress Proc.*, vol. 1: 307-308.
- Hartl, A., Vogl, C. R., 2003. The Potential Use of Organically Grown Dye Plants in the Organic Textile Industry: Experiences and Results on Cultivation and Yields of Dyer's Chamomile, Dyer's Knotweed and Weld. *Journal of Sustainable Agriculture* 23(2): 17-39.
- Hill, D. J., 1998. Preparation of indigo from woad. *Beitrag Zur Waidtagung*, 4(5): 23-26.
- Hill, D. J., 1992. Production of natural indigo in the United Kingdom. *Beitrag zur waidtagung*, 4: 23-26.
- John, P., Angelini, L., 2003. Spindigo – A new way of producing indigo. *Proceeding International South Europe Symposium IENICA Non-food crops: from Agriculture to Industry*, 1, 23-23, Bologna, May 15-16, 2003.
- Leporini, A., 1999. Nell'oro dipinto di blu. *Erboristeria Domani*, 2: 46-52
- Marcozzi, G., Vitali, F., 1994. Coloranti naturali per uso alimentare. *Agricoltura e Innovazione*, 28/29:78-84.
- Maugard, T., Enaud, E., De La Sayette, A., Choisy, P., Legoy, M. D., 2002. Glucosidase-catalysed hydrolysis of indican from leaves of *Polygonum tinctorium*. *Biotechnol. Prog.*, 18: 1104-1108.
- Minami, Y., Kanafuji, T., Miura, K., 1996. Purification and characterisation of a  $\beta$ -glucosidase from *Polygonum tinctorium*, which catalyses preferentially the hydrolysis of indican. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 60: 147-149.
- Minami, Y., Nishimura, O., Hara-Nishimura, I., Nishimura, M., Matsubara, H., 2000. Tissue and intracellular localization of indican and purification and characterization of indican synthase from indigo plants. *Plant Cell Physiol.*, 41(2): 218-225.

- Minami, Y., Takao, H., Kanafuji, T., Miura, K., Kondo, M., Hara-Nishimura, I., Nishimura, M. And Matsubara, H., 1997.  $\beta$ -glucosidase in the indigo plants: intracellular localisation and tissue specific expression in leaves. *Plant Cell. Physiol.*, 38(9): 1069-1074.
- Minami, Y., 2001. Indican metabolism in *Polygonum tinctorium*. *Recent Res. Devel.Plant Biol.*,1: 155-162.
- Salice, M. E, 1979. *La tintura naturale*. Sonzogno, Milano, pp. 157.
- Sonnino, A., 2003. Una storia piena di colore. Origini e vicende della coltivazione e della utilizzazione delle piante tintorie. *Biologi italiani*, 10: 22-30.
- Stoker, K., Cooke, D.T., Hill, D.J., 1998. An improved method for the large-scale processing of woad (*Isatis tinctoria*) for possible commercial production of woad indigo. *J. Agric. Engng. Res.*, 71: 315-320.
- Stoker, K.G., Cooke, D., Hill, D.J., 1998. Influence of light on natural indigo production from woad (*Isatis tinctoria*). *Plant Growth Regulation*, 25: 181-185.
- Tozzi, S., Lercari, B., Angelini, L.G., 2005. Light quality influences indigo precursors production and seed germination in *Isatis tinctoria* L. and *Isatis indigotica* Fort. *Photochemistry and Photobiology*, 81: 914-919.
- Vannini, L., 1997. Il mercato e le prospettive dei coloranti naturali. Atti Convegno "Il colore dalla Natura. La riscoperta delle piante coloranti", Ancona, 13 novembre, pp.150-167.
- Wu, E., Komopolis K., Wang H. Y., 1999. Chemical extraction of indigo from *Indigofera tinctoria* while attaining biological integrity. *Biotechnology Tech.*, 13(8): 567-569.
- Wu, X., Liu, Y., Sheng, W., Sun, J., Qin, G., 1997. Chemical constituents of *Isatis indigotica*. *Planta Medica*, 63: 55-57.

#### Filiera fibre vegetali

- BAlex R., Kessler R.W., Kohler R., Mayer G., Nebel K., Tubach M., 2003. Factors of influence for a sustainable fibre business. *Proceeding 4th International Symposium "Materials from renewable Resources"*, 11-12 Sept., Erfurt, Germany, 39.
- Askew M.F., 2003. The potential for non food products from plants with particular reference to Eastern Europe. *Proceeding 4th International Symposium "Materials from renewable Resources"*, 11-12 Sept., Erfurt, Germany, 33.
- Bjerring Olesen A., Lawther M., Torgilsson R., 1999. The characterisation and modification of wood and plant fibres. *Natural Fibres Performance Forum*, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 43.
- Di Candilo M., Ranalli P., Liberalato D., 2003. Gli interventi necessari per la reintroduzione della canapa in Italia. *Agroindustria 2* (1), 27-36.
- Eenink K., van Kemenade T., Modder H., van Dam J., van Roekel G.J., van Hazendonk H., Bos H., Jongsma T., 1996. Agrofibre for use in thermoplastics and thermoset polymers,

- building materials, geotextiles, papers and non-woveus. 3<sup>rd</sup> European Symposium on "Industrial Crops and Products", 22-24 April, Reims, France.
- Frederiksen H., Andersen T.L., Lilholt H., 1999a. Determination of density, porosity, fibre and moisture content in plant fibre composites. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 34.
- Frederiksen H., Andersen T.L., Lilholt H., 1999b. Evaluation of composite material quality by microscopy. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 35.
- Graf T., Rudel H., Vetter A., 2003. Cultivation and utilization of hemp in Thuringia. Proceeding 4th International Symposium "Materials from renewable Resources", 11-12 Sept., Erfurt, Germany, 37.
- Haffmans S.P., 2002. Innovative market niches for renewable materials. 3<sup>rd</sup> International Congress & Trade Show Green-Tech - 5th European Symposium Industrial Crops and Products - 24-26 April, Floriade-Netherlands, 35.
- Jensen P.V., Lilholt H., 1999. Plant fibre morpholigy and surface characteristics observed by scanning electron microscopy. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 38.
- Karus M., Kaup M., 2003. Natural fibres in the European automotive industry. Nova Institute, 1-12.
- Kessler R., Kessler W., 2002. Knowledge based production and quality control of biobased materials. 3rd International Congress & Trade Show Green-Tech - 5<sup>th</sup> European Symposium Industrial Crops and Products - 24-26 April, Floriade- Netherlands, 65.
- Kessler R., Tubach M., Kohler R., 1999. Strategy for a sustainable future of fibre plants. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 13.
- Kozlowski R., Rawluk M., Barriga J., Mackiewicz-Talarczyk M., Wasko J., 2003. Future prospects in usage of natural renewable raw materials. IENICA, International South Europe Symposium "Non-food crops: from agriculture to industry", 15-16 May, Bologna, 26.
- Naumenko V., 2002. Quality of fibres obtained from different fractions of hemp (*Cannabis sativa* L.) crops. 3rd International Congress & Trade Show Green-Tech - 5th European Symposium Industrial crops and Products - 24-26 April, Floriade-Netherlands, 93.
- Newman G., 1999. Plant fibre supply - Opportunities and current limitations. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 8.
- Olesen P.O., 1999. Perspectives on the performance of natural plant fibres. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 6.
- Olesen P.O., Plackett. D.V., 1999. Perspectives in the performance of natural plant fibres. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark.

- Oliveros R., et al., 1999. Fair 1697: Validation of raw material coming from kenaf. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 44.
- Pecenka R., 2002. The economic efficiency of hemp fibre production - new decoration and cleaning strategies for high-quality fibres at low costs. 3rd International Congress & Trade Show Green-Tech - 5<sup>th</sup> European Symposium Industrial Crops and Products - 24-26 April, Floriade- Netherlands, 70.
- Pettersson B., Britt Mohlin U., Henriksson G., Lindström M., 1999. Geometrically modified bio-fibers through enzyme treatment. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 46.
- Rennebaum H., Diepenbrock W., Grimm E., 1999. Physical properties of linseed (*Linum usitatissimum* L.) fibres. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 48.
- Rheinländer J.T., Cendre E., Borum K.K., 1999. Quantitative non-destructive characterisation (NDC) of plant fibre composites. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 47.
- Schroeder K., 2002. The innovative potential and the barriers for applying plant fibre composites in new fields of the industry. 3rd International Congress Trade Show Green-Tech - 5<sup>th</sup> European Symposium Industrial Crops and Products - 24-26 April, Floriade- Netherlands, 33.
- Toftgaard H., Lilholt H., 1999a. Mechanical characterisation of plant fibre composites. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 54.
- Toftgaard H., Lilholt H., 1999b. Fibre stiffness and strength estimated from tests on composites. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 55.
- Tubach M., 2002. Benefit-cost-analysis of bastfibre upgrading. 3rd International Congress & Trade Show Green-Tech - 5<sup>th</sup> European Symposium Industrial Crops and Products - 24-26 April, Floriade- Netherlands, 88.
- Van Dam J. E. G., 1999. Optimization of methods of fibre preparation from agricultural raw materials. Natural Fibres Performance Forum, 27-28 May, Copenhagen, Denmark, 11.
- Venturi G., 1963. Ricerche per migliorare la fibra di una nuova varietà di canapa. *Progresso Agricolo*, 12, 2-20.
- Venturi G., Amaducci M.T., 1996. Caratteristiche biologiche di alcune cultivar di canapa. *Sementi Elette* 6, 23-32.
- Venturi G., Amaducci M.T., 1997. Effetti di dosi di azoto e densità di semina su produzione e caratteristiche tecnologiche di *Cannabis sativa* L.. *Rivista di Agronomia* 3, 616-623.
- Venturi G., Amaducci M.T., 1999. Canapa (*Cannabis sativa* L.). In: Venturi e Amaducci, *Le colture da fibra*, Edagricole, pp. 33-55.
- Venturi G., Amaducci S., 2003. Canapa: una coltura antica in una prospettiva moderna. *Accademia dei Georgofili*. Lettura tenuta in giugno, in press.

Venturi G., 2004. Hemp crop: between tradition and innovation. *Euphytica*, in press  
Venturi G., 2005. Le colture da fibra: situazione attuale e prospettive. *Agroindustria*, in press.

Filiera fitofarmaci di origine vegetale

- Bell A. 1981. Biochemical mechanisms of disease resistance. *Ann. Rev Plant Physiology* 32: 21-81.
- Bialy, Z., Jurzysta, M., Mella, M. and Tava, A. (2004). Triterpene saponins from aerial parts of *Medicago arabica* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, in press.
- Brown P.D., Morra M.J., 1997. Control of soil-borne plant pests using glucosinolate-containing plants. *Adv. Agron.* 61, 167-231
- Boyd D. W. and Alverson D.R., 2000. Repellency effects of garlic extracts on two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *J. Entomol. Sci.* 35 85
- Brown P.D., Morra M.J., 1996. Hydrolysis products of glucosinolates in *Brassica napus* tissues as inhibitors of seed germination. *Plant Soil* 181, 307-316.
- Brown, P.D., Morra M.J., 1995. Glucosinolate-containing plant tissues as bioherbicides. *J. Agric. Food Chem.* 43, 3070-3074.
- Capella A., Guarnone A., Viccinelli R., Basilico M., 2000. Oikos®: insetticida naturale a base di azadiractina. *Informatore fitopatologico*, 9
- Caprioli V., Androni N., Cappai A., Daniele E. 1990. Potenzialità in campo antiparassitario di alcuni alcaloidi del lupino. *Informatore fitopatologico* 53-57.
- Cebolla V., Busto J., Ferrer A., Miguel A., Maroto V. 2000. Methyl bromide alternatives on horticultural crops. *Acta Horticulturae* 532, 237-242.
- Coventry E., Noble R., Mead A., Whipps J.M., 2002. Control of *Allium* white rot (*Sclerotium cepivorum*) with composted onion waste. *Soil Biol. Biochem.* 34, 1037.
- Donohoe J. Regulation of cyanogenic glucoside synthesis in *Sorghum bicolor*. 2004 <http://pig.ag.uq.edu.au>
- Dugravot S., Grolleau F., Macherel D., Rochetaing A., Hue B., Stanckiewicz M., Huignard J., Lapied B., 2003. Dimethyl disulfide exerts insecticidal neurotoxicity through mitochondrial dysfunction and activation of insect KATP channels. *J. Neurophysiol.* 90, 259.
- Flint H.M., Parks N. J., Holmes J.E., Jones J.A., Higuera C.M., 1995. Test garlic oil for control of the silverleaf whitefly, *Bermisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton. *Southw. Entomol.* 20, 137.
- Furlan L., Bonetto L., Patalano G., Lazzeri L. 2004. Potential of biocidal meals to control wireworm population. *Agroindustria* 3, 3, 313-316
- Gurusubramanian G., Krishna S.S., 1996. The effects of exposing eggs of four cotton insect pests to volatiles of *Allium sativum* (Liliaceae). *Bull. Entomol. Res.* 86, 29.



- Hori M., 1996. Settling inhibition and insecticidal activity of garlic and onion against *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Appl. Entomol. Zool.* 31, 605.
- Huang Y., Chen S.X., Ho S.H., 2000. Bioactivities of Methyl Allyl Disulfide and Diallyl Trisulfide from Essential Oil of Garlic to Two Species of Stored-Product Pests, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) *J. Econ. Entomol.* 93, 537.
- International Programme on Chemical Safety (IPCS), 1992. Rotenone Health and Safety Guide, Number 73. <http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg073.htm>
- Lazzeri L., 2003. GL-containing plants in biofumigation: new perspectives. *Agroindustria*, 2: 91–94.
- Lazzeri L., Leoni O., Manici L.M., 2002. Biocidal plant dried pellets for soil biofumigation. *Proceedings of International Congress & Trade Show Products, April, 24-25 2002, The Floriade, The Netherlands.*
- Lazzeri L., Manici L., Leoni O., Baruzzi G., Palmieri S., 1999. Glucosinolates containing plants as a possible alternative to methyl bromide *Proceedings of the Sixth Symposium of Industrial Crops and Products, Bonn (G) 23-25 March 1999.*
- Lazzeri L., Manici M., 2001. Allelopathic effect of glucosinolate-containing plant green manure on *Pythium sp.* and total fungal population in soil. *Hort. Sci.* 36: 1283-1289.
- Liener I.E. 1980 Toxic constituents of plant foodstuffs. Food science and technology. Academic press
- Manici L., Leoni O., Lazzeri L., Galletti S., Palmieri S. 1999 Fungitoxic activity of four thio-functionalised glucosinolate enzyme-derived products on ten soil-borne pathogens *Pesticide Science* 55: 486-503
- Manici L.M., Lazzeri L., Baruzzi G., Leoni O., Galletti S., Palmieri S., 2000. Suppressive activity of some glucosinolate enzyme degradation products on *Pythium irregulare* and *Rhizoctonia solani* in sterile soil. *Pest Manag. Sci.* 56, 921-926.
- McLeod R.W., Kirkegaard J.A. and Steel C.C. , 2001. Invasion, development, growth and egg-laying by *Meloidogyne javanica* in Brassicaceae crops. *Nematology* 3, 463-472
- Mojahedi H., G., Santo S., Hang A. N, and Wilson J. H., 1991. Suppression of root-knot nematode populations with selected rapeseed cultivars as green manure. *J. Nematol.* 23:170-174.
- Mari M., Iori R., Leoni O., Marchi A. 1996. Bioassays of glucosinolate-derived isothiocyanates against postharvest pear pathogens. *Plant Pathol.* 45, 753-760.
- Mari M., Leoni O., Iori R., Cembali T. 2002. Antifungal vapour-phase activity of allyl-isothiocyanate against *Penicillium expansum* in pears. *Plant Pathol.* 51, 231-236.
- Odoardi M., Tava A. 1999. Impiego delle specie foraggere per usi non alimentari: produzione di metabolite secondary ad attività biologica. XXXIII Convegno annuale SIA. "Le colture non alimentari" Padova, 20-23 Settembre 1999

- Rosa E. A. S., Rodrigues P. M. F. 1999. Towards a more sustainable agriculture system: The effect of glucosinolates on the control of soil-borne diseases. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 74, (6) 667-674.
- Schneider N., Anderson B. 1997. Prussic acid poisoning. [www.ianr.unl.edu/pubs/range/g775.htm](http://www.ianr.unl.edu/pubs/range/g775.htm)
- Smolinska U., Morra M.J., Knudsen G.R., James R.L., 2003. Isothiocyanates produced by Brassicaceae species as inhibitors of *Fusarium oxysporum*. *Plant Dis.* 87, 407-412.
- Stevens P.M., Davoren C.W. and Wicks T. ,1999. Effect of methyl bromide, metham sodium and the biofumigants Indian mustard and canola on the incidence of soilborne fungal pathogens and growth of grapevine nursery stock. *Australasian Plant Pathology* 28, 187-196.
- Swain F. , 1977. Secondary compounds as protective agents *Ann. Rev Plant Physiology* 28: 479-501
- Tacconi R., Lazzeri L., Palmieri S. 2000. Effetto del sistema glucosinolati-mirosinasi contenuto nelle radici di *Raphanus Sativus* ssp. *Oleiformis* su *Heterodera Shachtii*. *Suppl. Nematologia Mediterranea*, 28 55-63
- Tava A, Odoardi M., 1996. Saponins used in food and agric. 97-109
- Yu J.R., 1999. Allelopathic suppression of *Pseudomonas solanacearum* infection of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in tomato-chinese chive (*Allium tuberosum*) intercropping system. *J. Am. Chem. Soc.* 69, 273
- Vough L. R , Kassel E.K. ,2002. Prussic Acid Poisoning of Livestock: Causes and Prevention <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4016.pdf>
- Wood R.K.S, 1982. Active defense Mechanisms in plants. NATO advanced study institutes series

### 3.2 Caso studio coesistenza OGM

#### Rassegna bibliografica dello stato dell'arte sulla coesistenza

- Anonimous. (1997) Commercial status of transgenic crops and microorganisms: final 1997 update, website of the Virginia Cooperative Extension, <http://gopher.vt.edu:10021/cals/cses/chagedor/crplist.html>.
- Anonimous (2000) Bt Plant-Pesticides Biopesticides Registration Action Document, United States Environmental Protection Agency, [http://www.epa.gov/scipoly/sap/2000/october/brad2\\_scienceassessment.pdf](http://www.epa.gov/scipoly/sap/2000/october/brad2_scienceassessment.pdf)
- Arpaia S. (1996) Ecological impact of Bt-transgenic plants: 1. Assessing possible effects of CryIIIb toxin on honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies, *J. Genet. Breed.* 50, 315-319.
- Babendreier D., Kalberer N., Romeis J., Fluri P., Bigler F. (2004) Pollen consumption in honey bee larvae: a step forward in the risk assessment of transgenic plants, *Apidologie* 35, 293-300.

- Barling D. et al. (1999) *The social aspects of food biotechnology: a European view*. Environmental toxicology and Pharmacology 7 pg. 85-93
- Belzunces L.P., Lenfant C., Di Pasquale S., Colin M.E. (1994) In vivo and in vitro effects of wheat germ agglutinin and
- Bock K. et al. (2002) *Scenarios for coexistence of genetically modified conventional and organic crops in European Agriculture* (IPTS-JRC) (<http://www.mindfully.org/GE/GE4/Coexistence-GMO-Organic-JRC-IPTStudiesMay02.htm>)
- Bowman-Birk soybean trypsin inhibitor, two potential transgene products, on midgut esterase and protease activities from *Apis mellifera*, Comp. Biochem. Physiol. 109B, 63-69
- Bonadé Bottino M., Girard C., Le Métayer M., Picard-Nizou A.L., Sandoz G., Lerin J., Pham-Delègue M.H., Jouanin L. (1998) Effects of transgenic oilseed rape expressing proteinase inhibitors on pest and beneficial insects, Proc. Int. Symp. Brassicas, Acta Hort. 459, 235-239.
- Bredahl, L., (1999). *Consumers' cognitions with regard to genetically modified foods: results of a qualitative study in four countries*. Appetite 33, 343–360.
- Bredahl, L. (2001). Determinants of Consumer Attitudes and Purchase Intentions with Regard to Genetically Modified Foods - Results of a Cross-National Survey. *Journal of Consumer Policy*, 24: 23-61.
- Bredahl, L, K. Grunert, and L. Frewer. (1998). Consumer Attitudes and Decision-Making with Regard to Genetically Engineered Food Products - A Review of the Literature and a Presentation of Models for Future Research. *Journal of Consumer Policy*, 21: 251-277.
- Brødsgaard H.F., Brødsgaard C.J., Hansen H., Lövei G.L. (2003) Environmental risk assessment of transgene products using honey bee (*Apis mellifera*) larvae, Apidologie 34, 139-145.
- Burgess E.P.J., Main C.A., Stevens P.S., Christeller J.T., Gatehouse A.M.R., Laing W.A. (1994) Effects of protease inhibitor concentration and combinations on the survival, growth and gut enzyme activities of the black field cricket, *Teleogryllus commodus*, J. Insect Physiol. 40, 803-811.
- Burton, M., D. Rigby, T. Young, and S. James. (2001). Consumer Attitudes to Genetically Modified Organisms in Food in the UK. *European Review of Agricultural Economics*, 28 (4): 479-498.
- Campbell, H., R. Fitzgerald, C. Saunders, and L. Sivak. (2000). *Strategic Issues for GMOs in Primary Production: Key Economic Drivers and Emerging Issues*. CSAFE Discussion Paper #1. Dunedin, New Zealand: Centre for the Study of Agriculture, Food and Environment, University of Otago.
- Carter C., Grham R.A., Thornburg R.W., (1999) Nectarin I is a novel soluble germin-like protein expressed in the nectar of *Nicotiana* sp. Plant Mol. Biol., 41, 207-216.

- Commissione Europea (2003). *Linee guida per lo sviluppo di strategie nazionali e buone pratiche per assicurare la coesistenza di piante geneticamente modificate con piante convenzionali e agricoltura biologica*. Raccomandazione del 23 Luglio 2003.
- Cook, A. (2000). *Attitudes and Intentions Towards Purchasing Food Produced Using Genetic Engineering: modelling and understanding the motivations for purchasing behaviour*. Unpublished M.Appl.Sci Thesis, Lincoln University.
- Cook, A., J. Fairweather and H. Campbell. (2000). *New Zealand Farmer and Grower Intentions to Use Genetic Engineering Technology and Organic Production Methods*. AERU Research Report No. 243, September 2000. Lincoln University: Canterbury.
- Courvalin P. (1995). Gene transfer from bacteria to mammalian cells. C. R. Acad. Sci. Ser. III Sci. Vie 318, 1207-1212.
- Crane E., Walker P. (1984) *Pollination Directory for World Crops*. London: International Bee Research Association.
- Demont M., Tollens E. (2004a). *Ex Ante welfar Effects of Agricultural Biotechnology in the European Union: The Case of Transgenic Herbicide Tolerant Sugarbeet*. The Regulation of Agricultural Biotechnology. Evenson, R.E. and Santaniello V. ed., pp.239-255. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Demont M., Wesseler J. And Tollens E. (2004b). *Irreversible costs and Benefits of Transgenic Crops: what Are They?* Environment Costs and Benefits of Transgenic Crops. Wesseler J. Ad. Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers.
- Demont M., Tollens E., Fogarasi J. (2005). Potential impact of biotechnology in estern Europe: transgenic maize, sugar beet and oilseed rape in Hungary. EUWAB-Project. <http://www.agr.kuleuven.ac.be/aec/clo/wp/demont2005a.pdf>.
- Doolittle R. F., Feng D. F., Anderson K. L., Alberro M. R. (1990). A naturally occurring horizontal gene transfer from a eukatyote to a prokaryote. J. Mol. Evol., 31, 383-388.
- Felicioli A., Donadio E., Balestreri E., Montagnoli G., Felicioli R., Podestà A. (2004) Expression profile of water- soluble proteinases during ontogenesis of Megachile rotundata: an electrophoretic investigation, Apidologie 35, 595-604.
- Felicioli A., Pinzauti M. (2005) – Interazione transgeni vegetali ed apoideofauna pronuba. In: final report Prog. Arsia “Analisi predittiva, biologica ed economica degli effetti della coesistenza sull’agricoltura Toscana (Direttiva 18/2001)”.
- Frewer L. Lassen J., Kettlitz B., Scholderer, Beekman V., Berdal K.G. (2004) *Social aspects of genetically modified foods*. Food and chemical Toxicology 42 pg. 1181-1193.
- Gamble, J and A. Gunson. (2002). *The New Zealand Public’s Attitudes Regarding GM Food: May and October 2001 –Full Report*. Auckland: HortResearch.
- Gaskell, G., Allum, N., Wagner, W., Nielsen, T.H., Jelsøe, E., Kohring, M., Bauer, M., (2001). *In the public eye representations of biotechnology in Europe*. In: Gaskell, G., Bauer, M. (Eds.), *Biotechnology 1996–2000—The Years of Controversy*. Science Museum, London, pp. 53–79.

- Gebhard F., Smalla K. (1998). Transformation of *Acinetobacter* sp. strain BD413 by transgenic sugar beet DNA. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64, 1550-1554.
- Gianessi L.P., Silvers C.S., Sankula S. and Carpenter J.E. (2002). *Plant Biotechnology Current and Potential Impact for Improving Pest Management in US Agriculture: An Analysis of 40 case Studies*. National Centre for Food and Agricultural Policy (NCFAP), Washington.
- Giovannetti M. (2001) - (a cura di): *Potenzialità e rischi ambientali degli organismi geneticamente modificati: scienziati a confronto*. Edizioni PLUS, Pisa.
- Giovannetti M (2003). The ecological risks of transgenic plants. *Biology Forum* 96: 207-224.
- Girard C., Picard-Nizou A.L., Grallien E., Zaccomer B., Jouanin L., Pham-Delègue M.H. (1998) Effects of proteinase inhibitor ingestion on survival, learning abilities and digestive proteinases of the honeybee, *Transgenic Res.* 7, 239-246.
- Grallien E., Marilleau R., Pham-Delègue M.H., Picard-Nizou A.L., Jouanin L., Marion-Poll F. (1995) Impact of pest insect resistant oilseed rape on honeybees, *Proc. 9th Int. Rapeseed Congr. "Rapeseed today and tomorrow"*, Cambridge, United Kingdom, 4-7 July 1995, pp. 784-786.
- Greenplate J. (1997) Response to reports of early damage in 1996 commercial Bt transgenic cotton (Bollgard<sup>tm</sup>) plantings, *Soc. Invertebr. Pathol. Newslett.* 29, 15-18.
- Griffiths BS, Geoghegan IE, and Robertson WM. 2000. Testing genetically engineered potato, producing the lectins GNA and Con A, on non-target soil organisms and processes. *J. of Appl. Ecol.* 37: 159-170.
- Grunert, K.G., Lahteenmäki, L., Nielsen, N.A., Poulsen, J.B., Ueland, O., Agerstrøm, A., (2001). *Consumer perceptions of food products involving genetic modification: results from a qualitative study in four Nordic countries*. *Food Quality and Preference* 12, 527-542.
- Hanley A.V., Huang Z.Y., Pett W.L. (2003) Effects of dietary transgenic Bt corn pollen on larvae of *Apis mellifera* and *Galleria mellonella*, *J. Apicult. Res.* 42, 77-81.
- Heinemann J. A., Sprague G. F. (1989). Bacterial conjugative plasmids mobilize DNA transfer between bacteria and yeasts. *Nature*, 340, 205-209.
- Herbert E.W. Jr. (1992) Honey bee nutrition, in: Graham J.M. (Ed.), *The Hive and the Honey Bee*, Hamilton, Illinois, pp. 197-224.
- Hoban, T.J. (1994). *Consumer Awareness and Acceptance of Bovine Somatotropin (BST)*, Washington DC: Grocery Manufacturers of America, pp.1-15.
- Hoban, T.J. (1995). The Construction of Food Biotechnology as a Social Issue. In, D. Maurer and J. Sobal (eds.), *Eating Agendas: Food and Nutrition as Social Problems*, pp.189-209. New York: Aldine de Gruyter.
- Hoban, T.J. (1996). 'How Japanese consumers view biotechnology.' *Food Technology*, 50 (7):85-88.

- Hoban, T.J. (1997). Consumer Acceptance of Biotechnology: An International Perspective. *Nature Biotechnology*, 15: 232-234.
- Hoban, T.J. (1999a) Consumer Acceptance of Biotechnology in the United States and Japan. *Food Technology*, 53(5): 50-53. Available from <http://www4.ncsu.edu/~hobantj/Jap-US.htm>
- Hoban, T.J. (1999b). Public Perceptions and Understanding of Agricultural Biotechnology. International Information Programs, U.S. Department of State, *Economic Perspectives*, 4(4), October 1999. Available from <http://usinfo.state.gov/journals/ites/1099/ijee/bio-hoban.htm>
- Hoban, T.J. (2000). *Consumer and Food Industry Perspective on Food Biotechnology*, May 2000. Available from [http://www.biotech-info.net/consumer\\_perspective.html](http://www.biotech-info.net/consumer_perspective.html)
- Hooykaas P. J. J. (1989). Transformation of plant cells via *Agrobacterium*. *Plant Mol. Biol.* 13, 327-336.
- Huffman, W., J. Shogren, M. Rousu, and A. Tegene. (2001). *The Value to Consumers of GM Food Labels in a Market with Asymmetric Information: Evidence from Experimental Auctions*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association, Chicago, Illinois.
- Intrieri M., Buiatti M. (2001). The horizontal gene transfer of *Agrobacterium rhizogenes* genes and the evolution of the genus *Nicotiana*. *Mol. Phylogen. Evol.*, 20, 100-110
- James C. (2002) Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 2001 Feature: Bt cotton. ISAAA Briefs No. 26. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, Ithaca, New York.
- James, S. and M. Burton. (2002). Consumer Attitudes to GM Foods: Some Preliminary Results from Western Australia. In Fraser, R. and J. Taylor (eds.) *Research Profile: Agricultural and Resource Economics at the University of Western Australia in 2001*. Perth:University of Western Australia.
- Johnston K.A., Lee M., Brough C., Hilder V.A., Gatehouse A.M.R., Gatehouse J.A (1995) Protease activities in the larval midgut of *Heliothis virescens*: Evidence for trypsin and chymotrypsin-like enzymes, *Insect Biochem. Mol. Biol.* 25, 375-383.
- Jouanin L., Girard C., Bonadé-Bottino M., Le Métayer M., Picard Nizou A.L., Lerin J., Pham-Delègue M.H. (1998) Impact de colzas transgéniques exprimant des inhibiteurs de protéases sur coléoptères phytophages et sur abeilles, *Cah. Agric.* 7, 531-536.
- Kamaldeen, S. and D. Powell. (2000). *Public Perceptions of Biotechnology Food Safety Network Technical Report #17*. University of Guelph: Department of Plant Agriculture. Available from <http://www.plant.uoguelph.ca/safefood/GMO/public-perceptions-biotechaugoo.htm#conclusion>
- Kozeil M.G., Beland G.L., Bowman C., Carozzi N.B., Crenshaw R., Crossland L., Dawson J., Desai N., Hill M., Kadwell S., Launis K., Lewis K., Maddox D., McPherson K., Meghji M.R., Merlin E., Rhodes R., Warren G., Wright M., Evola S.V. (1993) Field

- performance of elite transgenic maize plants expressing an insecticidal protein derived from *Bacillus thuringiensis*, Bio-Technol. 11, 194-200.
- Lapan H.E. and Moschini G (2000). *Incomplete Adoption of a Superior Innovation*. *Economica* 67: 525-42.
- Lassen, J., Madsen, K.H., Sandøe, P., (2002). *Ethics and genetic engineering —lessons to be learned from genetically modified foods*. *Bioprocess Biosystems Engineering* 24, 263–271.
- Lavigne C., Klein E.K., Vallée P., Pierre J., Godelle B., Renard M. (1998) A pollen-dispersal experiment with transgenic oilseed rape. Estimation of the average pollen dispersal of an individual plant within a field, *Theor. Appl. Genet.* 96, 886-896.
- Losey J.E., Rayor L.S., Carter M.E. (1999) Transgenic pollen harms monarch larvae, *Nature* 399, 214.
- Macer, D. (1992). *Attitudes to Genetic Engineering: Japanese and International Comparisons* Christchurch:Eubios Ethics Institute.
- Malone L.A., Giaccon H.A., Burgess E.P.J., Maxwell J.Z., Christeller J.T., Laing W.A. (1995) Toxicity of trypsin endopeptidase inhibitors to honey bees (*Hymenoptera: Apidae*), *J. Econ. Entomol.* 88, 46-50.
- Malone L.A., Burgess E.P.J., Christeller J.T., Gatehouse H.S. (1998) In vivo responses of honey bee midgut proteases to two protease inhibitors from potato, *J. Insect Physiol.* 44, 141-147.
- Malone L.A., Burgess E.P.J., Stefanovic D. (1999) Effects of a *Bacillus thuringiensis* toxin, two *Bacillus thuringiensis* biopesticide formulations, and a soybean trypsin inhibitor on honey bee (*Apis mellifera* L.) survival and food consumption, *Apidologie* 30, 465-473.
- Malone L.A., Burgess E.P.J., Stefanovic D., Gatehouse H.S. (2000) Effects of four protease inhibitors on the survival of worker bumblebees, *Bombus terrestris* L., *Apidologie* 31, 25-38.
- Malone L.A., Burgess E.P.J., Gatehouse H.S., Voisey C.R., Tregidga E.L., Philip B.A. (2001) Effects of ingestion of a *Bacillus thuringiensis* toxin and a trypsin inhibitor on honey bee flight activity and longevity, *Apidologie* 32, 57-
- Malone L.A., Pham-Delègue M.H. (2001) Effects of transgene products on honey bees (*Apis mellifera*) and bumblebees (*Bombus* sp.), *Apidologie* 32, 287-304
- Malone L.A., Tregidga E.L., Todd J.H., Burgess E.P.J., Philip B.A., Markwick N.P., Poulton J., Christeller J.T., Lester M.T. Gatehouse H.S. (2002) Effects of ingestion of a biotin-binding protein on adult and larval honey bees, *Apidologie* 33, 447-458
- Mansouri H., Petit A, Oger P, Dessaux Y. 2002. Engineered rhizosphere: the trophic bias generated by opine-producing plants is independent of the opine type, the soil origin, and the plant species. *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 2562-2566.
- Marris C., Wynne B., Simmons P., Weldon S. (2001). *Public Perceptions of Agricultural Biotechnologies in Europe*. Commission of European Communities: 113.

- Miles, S., Frewer, L.J., (2001). *Investigating specific concerns about different food hazards—higher and lower order attributes*. Food Quality and Preference 12, 47–61.
- Miles, S., Frewer, L.J., (2001). *QPCRGMFOOD WorkPackage 6: Socio-economic Impact of GM Regulation and GM Detection*. Report to the European Commission. Institute of Food Research, Norwich.
- Moon, W. & S. Balasubramanian. (2001). Public Perceptions and Willingness-To-Pay a Premium for Non-GM Foods in the US and UK.' *AgBioForum*, 4 (3&4). Available from <http://www.agbioforum.org>.
- Moss C. B., Schmitz G.T., and Schmitz A. (2002). *Differentiating GMOs and Non-GMOs in a Marketing Channel*. Florida Agricultural Experiment Station Journal Series.
- Naiem E.S., Hrassnigg N., Crailsheim K. (1999) Nurse bees support the physiological development of young bees (*Apis mellifera* L.), *J. Comp. Physiol. B* 169, 271-279.
- Norton, J. (1998). Throwing up Concerns About Novel Foods. In R. Hindmarsh, G. Lawrence, J. Norton (eds.), *Altered Genes – Reconstructing Nature: The Debate*, pp.173-185. Sydney: Allen and Unwin.
- Noussair, C., S. Robin and B. Ruffieux. (2002). Do consumers not care about biotech foods or do they just not read the labels? *Economics Letters* 75(1):47-54.
- Oehmke J.F., and WOLF C.A. (2002). *Technology Valuation Distributions with Heterogeneous Adopters*. Paper presented at International Consortium on Agricultural Biotechnology Research (ICABR), 6<sup>th</sup> International Conference on Biotechnology: New Avenues for Production, Consumption and Technology Transfer, Ravello (Italy), 11-14 July 2002.
- Oger P M, Mansouri H, Nesme X, Dessaux Y. 2004. Engineering root exudation of Lotus toward the production of two novel carbon compounds leads to the selection of distinct microbial populations in the rhizosphere. *Microb. Ecol.* 47: 96-103.
- Pham-Delègue M.H., Girard C., Le Métayer M., Picard-Nizou A.L., Hennequet C., Pons O., Jouanin L. (2000) Long-term effects of soybean protease inhibitors on digestive enzymes, survival and learning abilities of honeybees, *Entomol. Exp. Appl.* 95, 21-29.
- Picard A.L., Pham-Delègue M.H., Douault P., Masson C. (1991) Transgenic rapeseed (*Brassica napus* L. var. *Oleifera metzger*): Effect on the foraging behaviour of honeybees, *Proc. Symp. on Pollination, Acta Hort.* 288, 435-439.
- Picard-Nizou A.L., Pham-Delègue H.M., Kerguelen V., Douault P., Marilleau R., Olsen L., Grison R., Toppan A., Masson C. (1995) Foraging behaviour of honey bees (*Apis mellifera* L.) on transgenic oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), *Transgenic Res.* 4, 270-276.
- Picard-Nizou A.L., Grison R., Olsen L., Pioche C., Arnold G., Pham-Delègue M.H. (1997) Impact on proteins used in plant genetic engineering toxicity and behavioral study in the honeybee, *J. Econ. Entomol.* 90, 1710-1716.



- Rousu, Matthew, Wallace E. Huffman, Jason F. Shogren, and Abebayehu Tegene (2002). *The Value of Verifiable Information in a Controversial Market: Evidence from Lab Auctions of Genetically Modified Foods*. Staff Working Paper, Iowa State University, Department of Economics Series, Paper #3.
- Saxena D., Flores S., Stotzky G. (1999). Insecticidal toxin in root exudates from Bt corn. *Nature*, 402, 480.
- Saxena D, Flores S, Stotzky G. 2002. Vertical movement in soil of insecticidal Cry 1A protein from *Bacillus thuringiensis*. *Soil Biol. and Biochem.* 34: 111-120.
- Schmalenberger A, Tebbe CC. 2002. Bacterial community composition in the rhizosphere of a transgenic, herbicide-resistant maize (*Zea mays*) and comparison to its non-transgenic cultivar Bosphore. *FEMS Microb. Ecol.* 40: 29-37.
- Schermer M., Hoppichler J. (2004). *GMO and sustainable development in less favoured regions – the need for alternative paths of development*. *Journal of Cleaner Production* 12: 479-489.
- Schmalenberger A, Tebbe CC. 2003. Bacterial diversity in maize rhizospheres: conclusions on the use of genetic profiles based on PCR-amplified partial small subunit rRNA genes in ecological studies. *Mol. Ecol.* 12: 251-262.
- Siciliano S. D., Germida J. J. (1999). Taxonomic diversity of bacteria associated with the roots of field-grown transgenic *Brassica napus* cv. Excel and *Brassica rapa* cv. Parkland. *FEMS Microbiol. Ecol.* 29, 263-272.
- Siegrist, M. (1998). Belief in Gene Technology: The Influence of Environmental Attitudes and Gender. *Personality and Individual Differences* 24 (6):861-866.
- Sims S.R. (1995) *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (CryIA(c)) protein expressed in transgenic cotton: Effects on beneficial and other non-target insects, Southwest. *Entomol.* 20, 493-500.
- Small, B. H., J. A. Wilson, and T. G. Parminter. (2002). *Clean, Green and Healthy? Genetically Engineered Food: A Perceived Threat to New Zealand's Brand Image*. Hamilton, New Zealand: AgResearch.
- Small, B. H., J. A. Wilson, J. A. Parminter and. T. G. Parminter (2001). *Genetic Engineering and the Public: Attitudes, Beliefs, Ethics and Cows..* Hamilton, New Zealand: AgResearch.
- Stanley-Horn D.E., Dively G.P., Hellmich R.L., Mattila H.R., Sears M.K., Rose R., Jesse L.C.H., Losey J.E., Obrycki J.J., Lewis L. (2001) Assessing the impact of Cry1Ab-expressing corn pollen on monarch butterfly larvae in field studies, *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)* 98, 11931-11936.
- Tapp H., Stotzky G. (1998). Persistence of the insecticidal toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* in soil. *Soil Biol. Biochem.* 30, 471-476.
- Tolstrup K. et al. 2003. *Report from the Working Group On The co-existence of genetically modified crops with conventional and organic crops Conclusion and Summary*. Danish Institute of Agricultural Sciences) (<http://www.fvm.dk/file/Summary.pdf>)

- Turrini A., Sbrana C., Pitto L., Ruffini Castiglione M., Giorgetti L., Briganti R., Bracci T., Evangelista M., Nuti M. P., Giovannetti M. (2004a). The antifungal Dm-AMP1 protein from *Dahlia merckii* expressed in *Solanum melongena* is released in root exudates and differentially affects pathogenic fungi and mycorrhizal symbiosis. *New Phytol.*, 163: 393-403.
- Turrini A., Sbrana C., Nuti M. P., Giovannetti M. (2004b) - Development of a model system to assess the impact of genetically modified corn and aubergine plants on arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 266:69-75.
- UK Government Cabinet Office (2002). *Field work: Weighing up the costs and benefits of GM crops*. Strategy Unit.
- Wakabayashi S., Matsubara H., Webster D. A. (1986). Primary sequence of a dimeric bacterial haemoglobin from *Vitreoscilla*. *Nature*, 322, 481-483.
- Weaver R.D. and Kim T. (2002). *Incentives for R&D to Develop GMO Seeds: Restricted Monopoly, Nonmarket Effects, and Regulation*. Paper presented at International Consortium on Agricultural Biotechnology Research (ICABR), 6<sup>th</sup> International Conference on Biotechnology: New Avenues for Production, Consumption and Technology Transfer, Ravello (Italy), 11-14 July 2002.
- Weaver R.D. and Wessler (2004). *Monopolistic Pricing Power for Transgenic Crops when Technology Adopter Face Irreversible Benefits and Costs*. *Applied Economics Letters* 11: 969-73.
- Wolfenbarger L. L., Phifer P. R. (2000). The ecological risks and benefits of genetically engineered plants. *Science*, 290, 2088-2093.
- Zechendorf, B. (1994). What the Public Thinks About Biotechnology: Better than Synthetic Food but Worse than Organ Transplantation: A Survey of Opinion Polls. *Bio/Technology*, 12(9): 870-875.

#### Riferimenti bibliografici del testo

- Altieri M.A. (2005) – The Myth of Coexistence: why transgenic crops are not compatible with agroecologically based systems of production. *Bulletin of Science, Technology & Society*, Vol.25, No. 4, August 2005, 361-371.
- Baldo G.L. (2000) – LCA Life Cycle Assessment. Uno strumento di analisi energetica e ambientale. In collaborazione con Badino V., Ipaservizi Editore.
- Baldo G.L. , Marino M., Rossi S. (2005) - Analisi del ciclo di vita LCA. Materiali, prodotti, processi. Edizioni Ambiente.
- Benedetti A., Marchionni M., Mocali S., Dentice A.(2005) - Monitoraggio degli effetti di mais transgenico sulla biomassa microbica del terreno. In: “Organismi geneticamente modificati: rischi connessi al rilascio nell’ambiente e all’esposizione professionale nei laboratori di ricerca”. Progetto di Ricerca finalizzato Ministero della salute, pp. 7-26.

- Benbrook C. M. (2003) - *Impacts of genetically crops on pesticide use in the United States: the first eight years*, Biotech InfoNet, Technical Paper Number 6, November 2003.
- Bennett R., Phipps R., Strange A. and Grey P. (2004) – Environmental and human health impacts of growing genetically modified herbicide-tolerant sugar beet: a life-cycle assessment. *Plant Biotechnology Journal* 2, pp. 273-278, Blackwell Publishing.
- Bergelson, J., Purrington, C.B. (1998) - Promiscuity in Transgenic Plants. *Nature*, 3 September 1998, p. 25.
- Bock, A K, Lheureux K, Libeau-Dulos M, Nilsagård H, Rodriguez-Cerezo E (2002) - Scenarios for coexistence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture, *Technical Report Series of the Joint Research Centre of the European Commission*, EUR 20394 EN. 133 p.
- Bonari E., Mazzoncini M., Peruzzi A., Silvestri N. (1992) – Valutazioni energetiche di sistemi produttivi a diverso livello di intensificazione culturale. “L’Informatore Agrario” – Verona, XLVIII (Supplemento al n. 1), 1992, pp.11-25.
- Burgess E.P.J., Main C.A., Stevens P.S., Christeller J.T., Gatehouse A.M.R., Laing W.A. (1994) - Effects of protease inhibitor concentration and combinations on the survival, growth and gut enzyme activities of the black field cricket, *eleogryllus commodus*, *J. Insect Physiol.* 40, 803-811.
- Burgio G., Ramilli F., Fanciulli P., Frati F., Migliorini M., Cicconardi F., Fiore M. C., Cellini F. (2005) - Studio dell’artropodofauna del terreno su colza Bt, melanzana Bt e relative linee isogeniche. In: Studio dell’impatto derivante dal rilascio deliberato nell’ambiente di piante geneticamente modificate (PGM) sulle popolazioni di artropodi e altri invertebrati negli ecosistemi agricoli interessati. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio Direzione generale per la salvaguardia ambientale, pp.7-30.
- Castaldini M., Turrini A., Sbrana C., Benedetti A., Marchionni M., Mocali S., Fagiani A., Landi S., Santomassimo F., Pietrangeli B., Nuti M.P., Miclaus N. and Giovanetti M. (2005) – Impact of Bt corn on rhizospheric and soil eubacterial communities and on beneficial mycorrhizal symbiosis in experimental microcosm. *Applied and Environmental Microbiology*, Nov. 2005, p.6719-6729.
- Clive James (2005) - *Global status of commercialized biotech/GM crops*, ISAAA ([www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)).
- Dolezel M., Pascher K. and Grabherr G. (2005) – Regionality as a key parameter for coexistence of genetically modified maize with conventional and organic maize. In: *Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chain*. 14-15 November 2005, Montpellier (France). Proceedings, Edited by Antoine Messéan, pp.203-206.
- Gaugitsch H. (2002) – Experience with environmental issues in GM crop production and the likely future scenarios. *Toxicology Letters* 127, pp. 351-357, Elsevier.

- Giovannetti M., Sbrana C., Turrini A. (2005) – The Impact of Genetically Modified Crops on Soil Microbial Communities. *Rivista di Biologia/Biology Forum* 98, pp.393-418.
- Giovannetti M., Sbrana C., Turrini A., Pietrangeli B., Nuti M.P. (2005) - Utilizzazione di funghi micorrizici in un sistema modello per la valutazione dell’impatto di piante geneticamente modificate. In: “Organismi geneticamente modificati: rischi connessi al rilascio nell’ambiente e all’esposizione professionale nei laboratori di ricerca”. Progetto di Ricerca finalizzato Ministero della salute, pp. 27-35.
- INRA (2004-2007) - Project SIGMEA-Sustainable introduction of GMOs into European Agriculture. Sixth framework program priority [FP6-2002-SSP1].
- Johnston K.A., Lee M., Brough C., Hilder V.A., Gatehouse A.M.R., Gatehouse J.A (1995) - Protease activities in the larval midgut of *Heliothis virescens*: Evidence for trypsin and chymotrypsin-like enzymes, *Insect Biochem. Mol. Biol.* 25, 375-383.
- Lanzoni A., Burgio G., Accinelli G., Ramilli F., Dinelli G., Bonetti A., Marotti I., Depalo L. (2005) - Studi di Laboratorio sugli effetti di piante Bt nei confronti di insetti non-target. In: Studio dell’impatto derivante dal rilascio deliberato nell’ambiente di piante geneticamente modificate (PGM) sulle popolazioni di artropodi e altri invertebrati negli ecosistemi agricoli interessati. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio Direzione generale per la salvaguardia ambientale, pp. 31-46.
- Lauria G., Adducci G., Lener M., Pazzi F. and Selva E. (2005) – Applicability of the isolation distances in Italian farming systems. In: *Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chain*. 14-15 November 2005, Montpellier (France). Proceedings, Edited by Antoine Messéan, pp.281-283.
- Meijer G.A.L., Colon L.T., Dolstra O., Ipema A.H., Smelt A.J., de Vlieger J.J. and Kok E.J. (2005) – Supply of non-GM feed in consumer-driven animal production chains. In: *Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chain*. 14-15 November 2005, Montpellier (France). Proceedings, Edited by Antoine Messéan, pp.149-152.
- Messéan A., Angevin F., Colbach N., Meynard J. M. (2003) - Introduction to gene flow modelling and co-existence. GMCC-03-GM Crops and Co-existence, Proceedings 13<sup>th</sup> to 14<sup>th</sup> November 2003 Denmark.
- Messéan A., Angevin F., Gómez-Barbero M. and Rodríguez-Cerezo E. (2005) – An overview of past and on-going co-existence studies. In: *Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chain*. 14-15 November 2005, Montpellier (France). Proceedings, Edited by Antoine Messéan, pp.31-35.
- Messéan A., Angevin F., Gómez-Barbero M., Menrad K. and Rodríguez-Cerezo E. (2006) - New case studies on the coexistence of GM and non-GM crops in European agriculture,

*Technical Report Series of the Joint Research Centre of the European Commission*, EUR 22102 EN. 112 pp..

Pimentel D. (1980) – CRC Handbook of Energy Utilization in Agriculture.

Tesoriero D., Sgolastra F., Dall'Asta S., Venier F., Sabatini A.G., Porrini C. (2005) - Effetti della colza Bt sull'attività di bottinamento di *Apis mellifera* in ambiente confinato e di *Osmia rufa* in laboratorio. In: Studio dell'impatto derivante dal rilascio deliberato nell'ambiente di piante geneticamente modificate (PGM) sulle popolazioni di artropodi e altri invertebrati negli ecosistemi agricoli interessati. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Direzione generale per la salvaguardia ambientale, pp. 47-61.

Theodosiou G., Koroneus C., Moussiopoulos N. (2005) – Alternative scenarios analysis concerning different types of fuels used for the coverage of the energy requirements of a typical apartment building in Thessaloniki, Greece. Part II: life cycle analysis. *Building and Environment* 40, pp. 1602-1610, Elsevier.

Turrini A., Sbrana C., Nuti M.P., Pietrangeli B.M. & Giovannetti M. (2004) – Development of a model system to assess the impact of genetically modified corn and aubergine plants on arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 266: 69-75.

Vieri S. (2004) - *Agricoltura e OGM: un primo bilancio*, in Atti del Congresso OGM: minaccia o speranza, Pontificio Consiglio della Giustizia e della Pace, Città del Vaticano, Edizioni Art.

#### **4. Pubblicazioni scaturite dal lavoro di tesi (in ordine temporale)**

AA.VV. (2006) – “Analisi delle Colture Toscane per usi Industriali e per la Valorizzazione dell'Ambiente”. Final Report del Progetto di ricerca ACTIVA finanziato da ARSIA, periodo 2004-2006.

Croce G., Balducci E., Mazzoncini M. (2006) – L'agricoltura non-food. In: Progetto ACTIVA - "Scenari per l'agricoltura non food in Toscana". Cd-Rom Regione Toscana, ARSIA, Par. 1.1, pag. 1-11.

Balducci E., Brunori G., Rossi A., Galli M. (2006) – La metodologia di analisi: obiettivi e strumenti. In: Progetto ACTIVA - "Scenari per l'agricoltura non-food in Toscana". Cd-Rom Regione Toscana, ARSIA, Par. 1.2, pag. 12-28.

Balducci E., Brunori G., Rossi A. (2006) – Analisi degli scenari. In: Progetto ACTIVA - "Scenari per l'agricoltura non food in Toscana". Cd-Rom Regione Toscana, ARSIA, Par. 3.1, pag. 114-116.

Balducci E., Brunori G., Rossi A. (2006) – Individuazione delle ipotesi strategiche attuabili per ciascuna filiera in relazione ai diversi scenari. In: Progetto ACTIVA - "Scenari per l'agricoltura non food in Toscana". Cd-Rom Regione Toscana, ARSIA, Par. 3.3, pag. 157-165.

- Brunori G., Balducci E. (2006) – “I costi della coesistenza tra colture”. Toscana Rurale 2006, Speciale OGM e coesistenza, pp. 13-15, Supplemento n. 2 al n. 44 di Terra e Vita.
- Gatto R., Brunori G., Balducci E., Govi D., Sabbatici M., Terzi V., Gurnari L. (2006) – “OGM nelle filiere agroalimentari” Documento Sessione tematica D - Workshop nazionale “La coesistenza tra OGM, colture biologiche, convenzionali e di qualità in ambito regionale” 6 e 7 Novembre 2006. Copyright 2006 A.R.S.I.A., Via Pietrapiana, 30 Firenze, [http:// www.arsia.toscana.it/ eventiold/ ogm06112006/ SessioneD\\_Filiere\\_ agroalimentari.doc](http://www.arsia.toscana.it/eventiold/ogm06112006/SessioneD_Filiere_agroalimentari.doc).
- Balducci E., Brunori G. (2006) – “La coesistenza nelle filiere agroalimentari, l’atteggiamento dei consumatori e le strategie di impresa” – In: Atti del Workshop nazionale “La coesistenza tra OGM, colture biologiche, convenzionali e di qualità in ambito regionale” 6 e 7 Novembre 2006. Copyright 2006 A.R.S.I.A., Via Pietrapiana, 30 Firenze, [http:// www.arsia.toscana.it/ eventiold/ ogm06112006/ Brunori+Balducci\\_ uniPI\\_documento.doc](http://www.arsia.toscana.it/eventiold/ogm06112006/Brunori+Balducci_uniPI_documento.doc).
- AA.VV. (2006) – “Analisi predittiva, biologica ed economica degli effetti della coesistenza (Direttiva 18/2001) sull’agricoltura toscana”. Final Report del Progetto di ricerca sugli OGM finanziato da ARSIA, periodo 2004-2006.
- Balducci E., Mazzoncini M., Gorelli S. (2007) - “Coexistence scenarios between GM and GM-free crops” In: Proceedings of 5th International Conference LCA in Foods - Gothenburg (Sweden), 25-26 April 2007, pp. 103-106.
- Mazzoncini M., Balducci E., Gorelli S., Russu R. and Brunori G. (2007) - “Coexistence scenarios between GM and GM-free corn in Tuscany region (Italy)”. In: Proceedings of Third International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM based Agricultural Supply Chain – Seville (Spain), 20 and 21 November 2007.
- Gorelli S., Santucci A., Balducci E., Mazzoncini M. & Russu R. (2008) - Spatial simulation model to analyse coexistence scenarios between GM and GM-free crops. Proceedings of the Conference on “Implications of GM-Crop Cultivation at Large Spatial Scales” April 2-4, University of Bremen, Germany.