

**Moderne biotecnologie ed agricoltura : una analisi delle  
implicazioni economiche**

**Roberto Esposti**

**Dipartimento di Economia – Università di Ancona**

## **INDICE**

### **1. Introduzione**

### **2. L'evoluzione del settore delle agrobiotecnologie**

2.1. La storia

2.2. La struttura industriale

2.3. Gli attuali OGM in agricoltura

### **3. Le principali implicazioni economiche**

3.1. La biodiversità come risorsa pubblica

3.2. Problemi in sede contrattuale

3.3. Regolazione ed informazione imperfetta

### **4. Conclusioni**

### **Bibliografia**

## 1. Introduzione

L'OCSE definisce le biotecnologie come "l'applicazione dei principi della scienza e dell'ingegneria alla lavorazione di materiali attraverso agenti biologici per fornire beni e servizi" (OECD, 1982). Si tratta di una delle tante definizioni di biotecnologie proposte in sede istituzionale e sembra essere la più largamente accettata (Antonelli - De Liso, 1990). Al di là degli aspetti definitivi, tuttavia, la concezione e l'accezione diffusa di biotecnologie si scontra con un dualismo evidente e sostanziale. Da un lato, l'uso a fini produttivi di organismi e materiale biologico vivente è pratica antichissima e nota all'uomo da millenni. D'altro canto, le biotecnologie sono percepite come tecniche radicalmente nuove e per così dire rivoluzionarie al punto da far coniare il termine di rivoluzione biotecnologica.

In verità, pur essendo le tecniche biotecnologiche assai antiche, molto recente è la conoscenza dei meccanismi profondi che "controllano" tali tecnologie e, quindi, la capacità di manipolarli e condizionarli mediante le tecniche del DNA ricombinante altrimenti dette ingegneria genetica. Questo storico passaggio di fase nelle biotecnologie dall'uso del materiale vivente alla sua manipolazione come materiale fortemente plastico ha fatto coniare varie classificazioni delle biotecnologie stesse. L'OCSE parla di biotecnologie "classiche", "moderne" e "nuove" (OECD, 1989). In questo lavoro, quindi, si porrà l'attenzione su quelle biotecnologie che ricorrono all'ingegneria genetica e quindi al trasferimento di geni da una specie all'altra (cosiddetta *transgenosi*) per il miglioramento delle funzioni produttive di organismi e materiale vivente.

Numerosi sono i settori e comparti produttivi interessati da queste biotecnologie e l'agricoltura è solo uno di questi. Anzi, come sarà chiarito più nel dettaglio in seguito, il settore agricolo e agroalimentare non può essere considerato né pioniere né trainante nello sviluppo della rivoluzione *biotech*. Eppure, il settore agricolo è quello in cui tale rivoluzione sembra prospettare opportunità, e rischi, di cambiamenti strutturali più radicali e di portata epocale. Da settore tradizionale, statico e tecnologicamente residuale, il settore primario può divenire un comparto fortemente dinamico e conquistare una nuova posizione di leadership. Può modificare i rapporti di forza tra paesi ed aree geografiche e reimpostare le forme dell'integrazione tra settori in una direzione che restituisca maggiore

centralità strategica al settore primario, nuova fonte di risorse e non solo di prodotti. Allo stesso tempo, e per le stesse ragioni, può anche acuire il carattere dipendente e subordinato del settore e dei suoi operatori a logiche esterne dominanti.

Questo contributo tratterà della complessità delle questioni aperte dalle moderne biotecnologie agrarie. L'attenzione è in particolare rivolta alle colture geneticamente modificate, cioè alle varietà di specie coltivate in cui vengono inseriti geni di provenienza di altre specie per migliorarne le caratteristiche di processo o prodotto<sup>1</sup>. E' noto che l'introduzione di queste varietà coltivate abbia sollevato di recente un dibattito politico assai acceso su scala internazionale, ben sintetizzato dall'insuccesso del round WTO di Seattle del dicembre 1999. Il dibattito ruota intorno ad alcune delicate questioni di carattere sia etico che ecologico. Questo contributo, però, non vuole prestare attenzione a tali aspetti nella convinzione che, pur nella loro assoluta priorità, essi ricadano nell'ambito delle scelte collettive e politiche. Piuttosto, si vogliono analizzare le implicazioni economiche di tali nuove tecnologie in ambito agrario, quindi gli elementi di novità che esse introducono rispetto al comportamento ed alle strategie dei soggetti economici coinvolti e l'inquadramento nell'ambito delle categorie concettuali fin qui elaborate dalla teoria economica.

A dispetto dell'obiettivo apparentemente limitato rispetto alla vastità del tema, però, l'attenzione per i soli aspetti economici consente di svelare alcune questioni centrali, nonché possibili soluzioni normative ed istituzionali, che divengono assai preziose anche nel dibattito sulle questioni etiche ed ecologiche. Consente, inoltre, di liberare il campo, almeno in fase analitica, da posizioni soggettive, se non ideologiche, tutte legittime e rispettabili da una parte e dall'altra, che spesso impediscono di intravedere quelle questioni che invece sono oggettive, in quanto implicate dalla natura stessa di tali innovazioni tecnologiche, e che richiedono adeguate soluzioni indipendentemente dal punto di vista di chi scrive e chi legge.

---

<sup>1</sup> Organismi GM interessano in realtà anche la zootecnia; si pensi al caso della Somatotropina bovina. In parte, però, le questioni sollevate sono simili a quelle che verranno considerate per le colture GM che, invece, sembrano presentare uno spettro più ampio di problematiche.

## **2. L'evoluzione del settore delle agrobiotecnologie**

### 2.1. La storia

A tutto il 1998 nel mondo erano state autorizzate all'immissione sul mercato 47 piante geneticamente modificate (GM), distribuite in 10 paesi (Deserti – Frisio, 2000; Nomisma, 1999). Inoltre, esistono numerose varianti con le medesime caratteristiche produttive e la stessa impresa proponente, che ulteriormente aumentano le diverse forme di varietà GM disponibili. Tale numero è comunque destinato ad aumentare da un lato perché molte sono le varietà GM ancora in fase di sperimentazione (oltre 1800 autorizzazioni concesse negli USA nel 1998 per la fase sperimentale di varietà GM), dall'altro perché molti paesi di grande potenzialità agricole stanno avviando ed accelerando le autorizzazioni; è il caso della Cina, del Brasile, della Nuova Zelanda. L'Unione Europea sembra l'eccezione in questo quadro, in virtù della sostanziale situazione di stallo nelle autorizzazioni alla commercializzazione di varietà GM prodotta dall'incertezza del quadro politico e normativo al proposito. Ciò non toglie che le autorizzazioni alla fase sperimentale siano comunque tendenzialmente in crescita anche nella UE.

Un fenomeno dunque in forte espansione: ben 30 milioni di ettari coltivati a varietà GM nel 1998 ed una stima di 60-80 milioni per il 1999. Ma anche un fenomeno ancora a metà del guado: ben l'80% di tale superficie riguarda solo USA e Canada e, comunque, un numero limitato di colture (circa il 50% della superficie GM riguarda la soia, poco meno del 30% il mais) (Marra *et al.*, 1997). Apparentemente, quindi, un fenomeno impetuoso che però è ancora nelle sue fasi iniziali ed è possibile, se se lo si ritiene opportuno, arrestare. Ad ulteriore conferma di ciò, si pensi che, nonostante le conoscenze scientifiche e le soluzioni tecniche per la transgenesi siano ormai note da alcuni decenni, l'introduzione delle colture GM è molto recente. Le prime autorizzazioni risalgono, infatti, sia per gli USA che per la UE, al 1994 e comunque concernono colture e varietà (pomodoro, tabacco e lino) che non sono risultate poi quelle dominanti in tale ambito. E' nell'ultimo quinquennio che la produzione e l'introduzione di varietà GM è letteralmente esplosa da parte di alcune grandi imprese multinazionali del settore.

Per comprendere a fondo la ragione di tale dinamica è necessario andare alle origini storiche delle tecniche di realizzazione di organismi GM. Prima della metà degli anni '70, la ricerca in biologia molecolare e biotecnologica era praticamente esclusiva della ricerca universitaria e dei grandi centri di

ricerca comunque pubblici (Esposti, 2000). Essa era caratterizzata da alcuni aspetti centrali: da un lato si trattava di ricerca assai costosa e rischiosa dal punto di vista delle possibilità di successo; era quindi guidata per la più da interessi di conoscenza scientifica di base con limitate o nulle applicazioni commerciali; era motivata dal tentativo di fornire un contributo decisivo e radicale alla soluzione di drammatici problemi della salute umana quali le malattie genetiche e, in primo luogo, la cosiddetta “*war on cancer*”. Questi primi passi erano peraltro contraddistinti da grande prudenza e consapevolezza dei rischi potenziali relativi alla manipolazione genetica; in tal senso la Conferenza di Asilomar del 1975 è emblematica in tal senso (Ruttan, 1998).

Tali connotati originari della ricerca biotecnologica, però, sono stati letteralmente spazzati via negli anni successivi ed in particolare nella prima metà degli anni '80. La possibilità dell'uso commerciale di innovazioni biotecnologiche, legate cioè ad organismi GM, ha liberato grandi investimenti in R&S sia di base, che applicata, che sviluppo, da parte di soggetti privati ed imprese, ne ha ampliato lo spettro di applicazione, pur rimanendo inizialmente soprattutto nell'ambito biomedico-farmaceutico e chimico, e ha grandemente ridotto l'atteggiamento di prudenza connesso ai potenziali rischi della manipolazione del materiale genetico. Due sono i principali fenomeni alla base di tale cambiamento. Da un lato, la grande evoluzione delle tecniche nonché della base di conoscenza scientifica connesse alla produzione di organismi GM ha reso gli esiti della ricerca stessa meno rischiosi e di più breve periodo, consentendo il parziale trasferimento dai laboratori delle università e dei grandi centri pubblici di ricerca ai laboratori delle imprese private fortemente specializzate. Dall'altro, almeno negli USA, fin dall'inizio paese leader dal punto di vista scientifico-tecnologico in questo campo, è prevalsa una logica sostanzialmente permissiva, o liberista che dir si voglia, per quanto riguarda la concessione dei diritti di proprietà intellettuale (in particolare brevetti) anche agli organismi GM e per quanto riguarda l'ammissione alla commercializzazione di prodotti ad essi collegati da parte delle autorità preposte al controllo (in particolare la *Food and Drug Administration*, FDA).

Questo brusco cambiamento di rotta in direzione della ricerca biotecnologica guidata dalle opportunità di utilizzo commerciale ha interessato con ritardo l'agricoltura rispetto al settore chimico-farmaceutico. In primo luogo, lo sviluppo della biologia molecolare in ambito vegetale si scontrava con minori disponibilità di risorse nell'ambito della ricerca

universitaria e di base; in secondo luogo, i successi del miglioramento genetico tradizionale, per così dire “mendeliano”, erano tali da suscitare scetticismo da parte delle imprese coinvolte nel comparto delle nuove varietà vegetali sui reali vantaggi di un radicale spostamento degli investimenti in direzione delle varietà GM. Inoltre, fin dall’inizio, i dubbi sui rischi potenziali, soprattutto di carattere ambientale, della manipolazione genetica sono stati superiori nell’ambito delle applicazioni agricole rispetto alle biomediche. Da un lato, i paesi produttori di tali tecnologie avevano da tempo superato la soglia della sovrapproduzione agricola e, quindi, i vantaggi produttivi che tali tecniche comportavano non erano percepiti come urgenti come invece, per esempio, la lotta al cancro. Inoltre, l’ambito della applicazione degli organismi GM è certamente meno controllato nel caso del campo coltivato piuttosto che del laboratorio diagnostico e dell’uso terapeutico in ambito ospedaliero e medico. L’“apertura” degli ecosistemi agricoli ai nuovi organismi genera una tale e complessa varietà di potenziali problemi ecologici e sanitari da sollevare legittimi dubbi nella collettività.

Questi fattori di ritardo nello sviluppo degli organismi GM in ambito agricolo hanno costituito, però, solo un ostacolo temporaneo. Proprio il traino esercitato dal dirompente sviluppo nel circuito chimico-farmaceutico ha infatti reso inevitabile anche l’irruzione nel contesto agricolo; irruzione che, proprio perché ritardata, è divenuta nell’ultimo quinquennio prepotente e, apparentemente, inarrestabile. Il nuovo paradigma tecnologico, infatti, ha comportato un tale impatto sulla struttura industriale dei settori coinvolti che la diffusione in ambito agricolo è divenuta una conseguenza naturale. Il prossimo paragrafo è dedicato più nel dettaglio a tale aspetto.

## 2.2. La struttura industriale

Lo sviluppo dell’uso commerciale delle moderne biotecnologie ha generato a partire dalla seconda metà degli anni ’80 ed in particolare nei primi anni ’90, una potente spinta alla ristrutturazione industriale nei settori interessati e ciò per due sostanziali ragioni. La prima è che il quadro dei soggetti coinvolti si è notevolmente complicato. La struttura tradizionale del settore chimico-farmaceutico, grandi imprese multinazionali che controllano tutte le fasi verticalmente integrate dal laboratorio alla distribuzione commerciale, ha stata messa in crisi dal rapido affermarsi di piccole-medie imprese con altissima qualità del capitale umano e altamente specializzate nell’individuazione, isolamento e ingegnerizzazione di geni utili ai fini produttivi e nella loro introduzione in organismi GM. Queste mostrano

spesso una forte capacità di integrazione ed interazione con la sfera della ricerca di base, i centri di ricerca pubblici, le università ecc., che continuano ad essere strategici nel guidare lo sfruttamento commerciale della rivoluzione biotecnologica. Le grandi imprese chimico-farmaceutiche sono state perciò chiamate a reimpostare le proprie strategie per potersi riappropriare a monte del controllo dell'innovazione incorporando tramite acquisizione, oppure sviluppando partnership, le nuove *Commercial Biotechnology Companies* e i principali centri di ricerca.

Una seconda ragione della ristrutturazione è che tale riaccorpamento a monte del controllo della fase innovativa ha anche spinto verso una forte razionalizzazione della fase commerciale a valle. Riappropriarsi della fase di ricerca ed innovazione significa da un lato farsi carico di forti investimenti in R&S, spesso con notevoli elementi di rischio in termini di qualità e tempi di risultati prodotti, dall'altro dover ridurre la durata del ciclo di vita dei prodotti in virtù dei lunghi tempi di sperimentazione e della crescente competitività su analoghi segmenti di mercato. La copertura di tali maggiori costi, impliciti od espliciti, ha reso inevitabile sviluppare una strategia dal lato commerciale impostata su queste due scelte: estendere il fatturato di riferimento ed ampliare la gamma di prodotti nelle diverse aree di mercato. Per tale ragione, i processi evolutivi dei settori chimico-farmaceutico nell'ambito inizialmente biomedico si sono estesi con effetto domino anche al comparto agricolo; non a caso nel 1995 in Europa solo il 13% del volume di affari del *biotech* era relativo al comparto agricolo (EuropaBio, 1997). Da un lato, molte delle imprese multinazionali chimico-farmaceutiche hanno esteso la loro gamma verso la produzione di fitofarmaci; dall'altro, la produzione di fitofarmaci ha ben presto portato l'integrazione anche dell'industria sementiera; sia perché, la combinazione fitofarmaco-semente è divenuto il modo prevalente di offrire pacchetti tecnologici all'utilizzatore finale, l'agricoltore, sia perché l'estensione degli organismi GM alle sementi è divenuta una naturale estensione strategica per le imprese che già impiegavano tali innovazioni in altri contesti.

Le moderne biotecnologie introdotte in altri ambiti hanno perciò prodotto effetti che direttamente o indirettamente hanno coinvolto anche le grandi imprese con attività agrochimiche. Queste, in pochi casi, hanno deciso di rinunciare all'opportunità agrobiotecnologica contemporaneamente ridimensionando anche il settore agrochimico nel contesto del loro portafoglio di attività (è il caso di BASF e Bayer). Nella maggior parte dei casi, invece, hanno deciso di consolidare l'agrochimico lanciandosi nel business dell'agrobiotecnologico mediante tumultuosi processi di



acquisizione, fusione, divisione che in ultima analisi hanno condotto ad una accentuata concentrazione dei due settori. Nel 1997, nel settore agrochimico il CR4 (quota di mercato dei primi quattro gruppi a livello mondiale) era stimato intorno al 40%, il CR10 intorno all'80%; per il settore sementiero la concentrazione è molto più bassa (CR4 intorno al 13% nel 1997) ma in crescita molto accentuata essendo il CR4 nel 1999 stimato intorno al 20% ed ancora più elevato per alcuni seminativi (mais ed oleaginose) e per le colture orticole (Nomisma, 1999).

Questa onda lunga della rivoluzione biotecnologica ha, dunque, investito da buon ultimo anche il settore sementiero implicando una drammatica ristrutturazione. Il business dell'agrobiotecnologico è attualmente nelle mani di cinque grandi gruppi multinazionali che di fatto hanno accorpato la tradizionale produzione di varietà migliorate in ambito sementiero con una forte posizione in ambito agrochimico. La Monsanto (che detiene il 40% delle autorizzazioni di sperimentazione su campo di nuove varietà GM negli USA) era la quarta produttrice di fitofarmaci a livello mondiale nel 1993; ha poi progressivamente acquisito importanti gruppi sementieri o parti di essi (Asgrow, Deklab, Cargill, Delta&Pine Land e altri ancora) divenendo la seconda produttrice mondiale di fitofarmaci, entrando tra le prime cinque nella produzione di sementi e, soprattutto, acquisendo il ruolo di leadership nelle varietà GM. Ciba-Geigy (leader nei fitofarmaci nel 1993) e Sandoz (leader nelle sementi) si sono fuse formando la Novartis prima produttrice di fitofarmaci e seconda di sementi nel 1997 e quarta sia nella UE che negli USA per autorizzazioni sperimentali di varietà GM. Du-Pont (terzo produttore di fitofarmaci nel 1993) ha acquisito completamente Pioneer HI-Bred di gran lunga leader mondiale nelle sementi ed è divenuta la terza detentrica di brevetti agrobiotecnologici negli USA.

A queste tre multinazionali vanno aggiunte la Aventis e la Advanta, che sono di matrice europea. La Aventis è terza negli USA per autorizzazioni alla sperimentazione di varietà GM e prima nella UE. Si tratta di un gruppo di recente formazione in seguito alla fusione di alcune attività della agrochimica francese Rhône-Poulenc e della agrochimica tedesca AgrEvo nonché di altri gruppi sementieri belgi ed olandesi. La Advanta è terza in Europa per autorizzazioni sperimentali di varietà GM ed è il risultato di una *joint-venture* del 1996 tra la sementiera olandese Van der Have e il gruppo agrochimico e sementiero inglese Zeneca.

Molti altri esempi possono essere elencati ad evidenziare questo processo che si pone sullo sfondo dello sviluppo delle agrobiotecnologie (per maggiori dettagli si veda Deserti – Frisio, 2000). E' anche vero che questa

ristrutturazione e forte concentrazione non deve nascondere altri elementi di novità introdotti dalle agrobiotecnologie. In particolare, va ribadito il ruolo assolutamente centrale della ricerca pubblica ed universitaria; non più come produttrice della conoscenza di base su cui innestare lo sviluppo commerciale delle innovazioni, ma come vera e propria titolare di queste ultime. Negli USA le università e gli istituti di ricerca detengono oltre il 20% dei brevetti agrobitech, più di ogni grande impresa privata menzionata. Nella UE enti governativi ed università detengono il 18% delle autorizzazioni alla sperimentazione di varietà GM; in Italia tale quota raggiunge il 27%. Tale dato, se ribadisce comunque il controllo da parte della ricerca pubblica e di base della componente scientifica essenziale della innovazione agrobiotech, segnala anche un avvicinamento progressivo della ricerca di base, in linea di principio non finalizzata ad interessi privati, verso l'impiego commerciale delle innovazioni e la crescente integrazione con gli interessi dei grandi gruppi multinazionali.

### 2.3. Gli attuali OGM in agricoltura

Il processo evolutivo che ha portato allo sfruttamento commerciale delle varietà GM condiziona la tipologia delle stesse varietà poste in commercio. In primo luogo, delle 47 varietà GM disponibili, 38 sono riconducibili ad innovazioni di processo e solo 9 di prodotto. Queste ultime, modificando le caratteristiche organolettiche o qualitative del prodotto, vengono considerate la vera potenziale frontiera biotecnologica, ma per il momento se ne registrano pochi esempi per le colture orticole e floricole (per esempio pomodoro e garofano) e oleaginose (soia e colza). La ragione della predominanza delle innovazioni di processo è legata alle caratteristiche ed alle strategie delle imprese che le realizzano. Da un lato, sussiste una *path-dependency* legata al fatto che tali imprese, sviluppatasi nell'ambito della produzione di fitofarmaci e della tradizionale produzione sementiera di varietà migliorate, riproducono anche per le varietà GM analoghe routine operative. La fase di sperimentazione di tali varietà è in buona parte analoga a quelle della varietà migliorate e l'aspetto innovativo è proprio riferito all'uso di uno specifico fitofarmaco rispetto a cui l'impresa ha una conoscenza contestuale consolidata. Come detto, inoltre, fa parte della logica strategica nell'introduzione delle varietà GM quella di condizionarne l'uso all'acquisto da parte dell'agricoltore di un intero pacchetto tecnologico, quindi di intere fasi del processo produttivo, interamente controllato dall'impresa innovatrice.

Per tali ragioni, dunque, ben 34 delle varietà GM rientrano in due categorie di innovazione di processo: varietà complementari all'uso di fitofarmaci e varietà sostitutive dell'uso di fitofarmaci. Nel primo gruppo, troviamo le varietà ingegnerizzate per resistere all'azione di erbicidi a vasto spettro di azione; la combinazione della varietà e dell'erbicida consente l'uso di quest'ultimo in maniera molto efficiente quindi minimizzando sprechi e diffusione nell'ambiente e sfruttando il potenziale di resa della coltura. Il caso più noto riguarda le varietà RR (Round-up Ready), in particolare di soia e mais, che resistono all'azione dell'erbicida glifosate capace di azione dissecante su spettro assai ampio. Monsanto, producendo e distribuendo sia la semente che l'erbicida nella formulazione adatta, si garantisce il pieno controllo nell'uso dell'innovazione di processo.

Nel secondo gruppo, invece, rientrano le varietà GM con caratteristiche di resistenza ad agenti patogeni e principalmente insetti e virosi, quest'ultimo caso in particolare in ambito orticolo. Si tratta di innovazioni sostitutive in quanto prevedono l'eliminazione, o la forte riduzione, del ricorso alla lotta chimica ai patogeni in questione. Il caso classico è quello delle colture Bt (*Bacillus thuringensis*), cotone, tabacco e mais, che sono state ingegnerizzate per produrre nei propri tessuti la tossina di questo batterio letale per alcuni lepidotteri estremamente dannosi per le colture suddette. Anche in questo caso, come nel precedente, le varietà GM hanno un evidente vantaggio ambientale in quanto riducono fortemente il ricorso a fitofarmaci; peraltro, nel caso delle varietà Bt tale riduzione la si ottiene sostituendo i fitofarmaci con un tradizionale strumento della lotta biologica ed integrata, appunto il *Bacillus thuringensis*.

Non molto altro è oggi disponibile come varietà GM. Sono state prodotte varietà GM maschisterili per lo sviluppo di ibridi (mais, colza, radicchio) e sono in fase sperimentale numerose altre varietà con innovazioni sia di prodotto (soprattutto per orticole e frutticole) che di processo (soprattutto per i seminativi). In prospettiva, tale estensione dello spettro delle varietà GM potrà anche ampliare le relative problematiche. Al momento, però, e probabilmente anche per gli anni a venire, gli interessi delle imprese innovatrici e la tecnologia consolidatasi fa sì che in gran parte le varietà ingegnerizzate introducono innovazioni di processo nella forma di meccanismi di resistenza con lo scopo di ridurre i costi di produzione mediante la riduzione nel ricorso ai fitofarmaci. Su questa linea prevalente vengono perciò impostate le riflessioni che seguono.

### 3. Le principali implicazioni economiche

E' bene, dunque, impostare l'analisi delle principali questioni economiche sollevate dalle varietà GM alla luce del quadro reale, piuttosto da quello ipotetico, che si è cercato brevemente di descrivere. In primo luogo, la prevalenza di varietà che introducono innovazioni di processo nella forma di resistenza a fitofarmaci pongono il rilevante problema della pressione selettiva che, artificialmente, tali varietà immettono nell'ambiente generando una potenziale riduzione, quindi consumo, della biodiversità naturale. In secondo luogo, trattandosi di innovazioni di processo spesso associate a pacchetti tecnologici, tali varietà configurano una forte dipendenza del produttore agricolo dal fornitore e, allo stesso tempo, la tutela del diritto di proprietà intellettuale riconosciuta all'impresa sementiera solleva il problema del rispetto in chiave contrattuale di tale diritto da parte dell'utilizzatore.

Infine, i menzionati problemi e, più in generale, i problemi di lungo periodo associabili alla diffusione delle varietà GM, pongono la questione dei meccanismi regolatori che la collettività mette in atto; quale modello decisionale ed istituzionale assumere, quale equilibrio tra incentivazione della ricerca scientifica e del progresso tecnologico e penalizzazione e controllo dei comportamenti oligopolistici ed erosivi dei beni collettivi quali la biodiversità. In sostanza, le varietà GM sollevano la generale questione della conciliazione degli interessi privati dell'innovatore e dell'interesse comune per l'innovazione tecnologica, e la tutela dei beni collettivi che tale attività innovativa rischia di compromettere. Di questi aspetti tratteranno nel dettaglio i successivi paragrafi.

#### 3.1. La biodiversità come risorsa pubblica

La realizzazione di una varietà GM da parte di una impresa sementiera comporta il ricorso ad un *pool* di geni di un'altra specie; anzi, il valore dell'innovazione è intrinsecamente legato a tale *pool* di geni. In generale, però, l'insieme della informazione genetica disponibile in natura e le forme con cui essa si organizza ed esprime, la cosiddetta biodiversità, è di proprietà dell'intera collettività umana. Si tratta, cioè, di un bene pubblico nella sua tradizionale accezione economica: un *pool* di geni è un bene non escludibile in quanto non esiste, né se si vuole che esista, un meccanismo che escluda qualche potenziale soggetto interessato dall'uso della risorsa. D'altro canto, però, almeno in prospettiva intertemporale, si tratta di un bene potenzialmente rivale; se l'uso della risorsa comporta il suo consumo, la

risorsa cioè si riduce in quantità, esso implica che altri potenziali soggetti interessati vedranno ridotta la possibilità di farne uso a loro volta. Tale situazione genera la consueta problematica nella gestione delle risorse pubbliche: se lasciata alle scelte degli interessi privati, questi tenderanno ad un utilizzo eccessivo della risorsa, che non tiene conto, cioè, dei suoi effetti esterni dati dalla riduzione della sua disponibilità per altri potenziali soggetti. Questo possibile comportamento da *free-rider* degli utilizzatori dei *pool* di geni per ottenere nuove varietà, rende necessario un intervento regolamentare (Barnett - Gibson, 1999). Questo ha, però, due distinte dimensioni nel caso delle varietà GM attualmente disponibili.

In primo luogo, vi è il problema dell'uso del *pool* di geni da inserire nella varietà ingegnerizzata. A livello internazionale si sono ormai affermati tre concetti (OECD, 1996): da un lato si ritiene opportuno mantenere il principio del libero accesso alle risorse genetiche in quanto patrimonio dell'intera umanità (International Undertaking on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture); dall'altro si riconosce il diritto di sovranità dei singoli paesi di regolare l'accesso alle proprie risorse genetiche in nome della tutela della loro integrità (Convention on Biological Diversity); infine, vi è la diffusa convinzione che vi debbano essere meccanismi premianti ed incentivanti la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica mediante il riconoscimento dei diritti di proprietà intellettuale (si pensi alla tanto discussa direttiva 98/44/EC).

Conciliare tali tre concetti risulta in realtà assai difficile. I primi due, infatti, riconoscono diritti collettivi mentre il terzo riconosce dei diritti privati. Mentre quest'ultimo di norma risponde a chiare legislazioni e normative nazionali ed internazionali, non esistono ancora generali e chiari meccanismi di *enforcement* che tutelino i primi due principi ed i relativi diritti, ma sono state adottate solo alcune sporadiche soluzioni *ad hoc* nella forma di Codici di Condotta e di Legislazione di Accesso a regolare l'uso delle risorse genetiche originarie. Ne consegue il forte paradosso di un sostanziale e gratuito accesso a risorse genetiche intese come collettive che producono beni privati, le innovazioni, che vengono trasferiti a titolo oneroso agli stessi soggetti (paesi, comunità agricole e rurali, agricoltori) che avevano contribuito, e continuano a contribuire, alla conservazione della risorsa collettiva originaria.

Se però su questo fronte ancora molto vi è da fare, alcuni principi, come quelli sanciti dalla *Convention on Biological Diversity*, dovrebbero condurre a più equilibrati e generali meccanismi regolamentari di tutela dell'interesse sia collettivo che privato. Vi è però una seconda questione di interesse

collettivo sollevata dall'uso di varietà GM. Come visto, infatti, queste sono al momento per lo più del tipo varietà resistenti a patogeni oppure a fitofarmaci. In entrambi i casi, esse sfruttano un altro *pool* di geni per essere efficaci, cioè il *pool* di geni che genera sensibilità al trattamento nelle popolazioni da debellare. Nel caso delle varietà Bt, per esempio, esse fanno uso indirettamente del *pool* di geni che danno ai lepidotteri da debellare sensibilità alla tossina del batterio. Nel caso delle varietà RR, invece, è il *pool* di geni che conferisce sensibilità all'erbicida alle piante infestanti, ma anche alle altre varietà coltivate da sostituire, che conferisce valore alla varietà GM stessa.

Si tratta di una versione per certi versi meno evidente e intuitiva del problema dell'uso delle risorse collettive, ma certamente altrettanto rilevante. Infatti, se tali *pool* di geni resistenti non esistessero, le varietà GM non avrebbero alcun valore commerciale. Però, al pari dell'insieme del patrimonio genetico disponibile, tali geni sono un bene collettivo. Di nuovo, quindi, soggetti privati traggono vantaggi dall'uso di beni collettivi. In questo caso, poi, è ben evidente che tale uso è rivale cioè tende ad escludere nel tempo l'uso della stessa risorsa da parte di altri. Ciò accade in virtù dei meccanismi di selezione indotti dalla nuova varietà e dal potenziale sviluppo di forme resistenti. Per esempio, nel caso del cotone Bt, Gould *et al.* (1997) sostengono che nell'eventualità di un uso estensivo di tale varietà, la forma resistente dell'insetto patogeno (*Helicoverpa zea*) svilupperebbe nel breve volgere di quattro anni, nonostante la bassa frequenza del gene recessivo resistente nella popolazione iniziale.

In generale, si registra una esternalità negativa a carico della collettività generata dalla diffusione delle varietà GM; al fine di conseguire un impiego ottimale, in senso paretiano, delle risorse è in qualche modo necessario che tale esternalità venga "internalizzata", cioè che il soggetto che la genera se ne faccia carico in modo da impiegare la risorsa stessa in maniera ottimale. Va altresì detto che la questione risulta ulteriormente complicata dal fatto che parte di tali esternalità ricadono su soggetti ben precisi. Per esempio, l'uso delle varietà di cotone Bt può anche contribuire allo sviluppo di forme resistenti in altri insetti suscettibili al Bt ma prevalentemente patogeni per altre colture (è il caso dell'*Heliothis Virescens* nel tabacco o dell'*Ostrinia Nubilialis* nel mais) al punto da rendere per le stesse impraticabile la lotta biologica tramite Bt oppure lo sviluppo di analoghe varietà Bt.

Se dunque è necessario sviluppare meccanismi regolatori che consentano l'internalizzazione di tali effetti esterni negativi sulla collettività, vanno però precisati due aspetti. In primo luogo, tale problema esiste comunque, al di là

delle varietà GM, allorché di ricorre a varietà migliorate resistenti o a fitofarmaci o prodotti (come per esempio il Bt in spray) capaci di sviluppare resistenza nei patogeni. Certamente, la pressione selettiva esercitata dalle varietà GM è maggiore e quindi lo sviluppo della resistenza probabilmente accelerato. In secondo luogo, è interesse della stessa impresa che produce la varietà GM conservare il bene collettivo che tende a consumare (cioè il *pool* di geni resistente). La varietà, infatti, ha valore finché la resistenza non si è sviluppata; se dunque la legislazione accorda diritti di proprietà sulla varietà per 20 anni, è il caso dei brevetti, è chiaro che è interesse dell'impresa evitare l'insorgere di resistenza almeno entro tale intervallo di tempo.

Questa parziale concomitanza di interessi tra soggetto privato e collettivo nel ridurre le esternalità negative nell'uso delle varietà GM consente l'elaborazione di alcune efficaci soluzioni regolamentari. Il caso emblematico riguarda l'accordo tra Monsanto e EPA (Environmental Protection Agency) che prevede che la Monsanto inserisca nel contratto di vendita della varietà all'agricoltore l'obbligo di quest'ultimo di piantare anche una certa quota di varietà non Bt, che consenta alla popolazione non resistente dell'insetto di trovare un microambiente in cui continuare a riprodursi (il cosiddetto *refuge*). In termini generali, questa soluzione assegna all'agricoltore il diritto di proprietà dell'uso della risorsa collettiva dietro una sorta di pagamento, l'obbligo di installare il *refuge*. Si tratta, ovviamente, di trovare l'adeguato equilibrio tra coltura Bt e non, che consenta di far fronte ai rischi di sviluppo di resistenza a loro volta funzione della frequenza del gene recessivo nella popolazione originaria. Inoltre, tale soluzione riduce il vantaggio dell'agricoltore nell'uso della varietà GM e tende perciò a sviluppare comportamenti da *free-rider* dello stesso. La stessa Monsanto, quindi, si deve far carico del controllo dell'effettivo rispetto della norma da parte dell'agricoltore. Apparentemente, quindi, la soluzione al problema esiste su base contrattuale ma il problema si sposta proprio dal lato dell'*enforcement*; tale questione viene affrontata nel prossimo paragrafo.

### 3.2. Problemi in sede contrattuale

Eventualmente risolta la potenziale contrapposizione tra interessi collettivi ed interessi privati della impresa produttrice della varietà GM, va affrontata anche la contrapposizione tra interessi privati in sede di contratto di acquisto della varietà cioè tra impresa produttrice e agricoltore. Se, infatti, all'impresa che commercializza la varietà GM viene garantito un diritto di

proprietà esclusiva (del tipo brevetto e non del tipo varietà registrata, per intenderci) l'agricoltore non può utilizzare semente ottenuta dalla varietà GM in seconda generazione. Tale divieto è generalmente sancito nel contratto stipulato all'acquisto. Esso non è necessario nel caso delle varietà ibride (per esempio nel caso del mais) in cui la semente di seconda generazione vede fortemente ridursi la produttività; invece, è indispensabile nel caso di varietà non ibride e autoimpollinanti in cui sia il carattere ingegnerizzato (per esempio la resistenza) che la produttività si conservano nelle generazioni successive.

In quest'ultimo caso, la collettività ha interesse a far sì che tale divieto contrattuale venga rispettato. Infatti, se si ritiene utile concedere diritti di proprietà sull'innovazione proprio per stimolare la ricerca ed il progresso tecnologico, è altresì interesse generale che non si sviluppino comportamenti da *free-rider* da parte dell'agricoltore che compromettano il vantaggio dell'innovazione stessa. Allo stesso tempo, la collettività può ritenere sia prevalente l'interesse dell'agricoltore a poter produrre da sé la propria semente dopo averla acquistata nel primo anno, per ridistribuire alla stessa categoria parte del vantaggio dell'innovazione e per ridurre la dipendenza tecnologica dello stesso dalle imprese fornitrici.

La scelta collettiva sarà funzione del grado di preferenza e difesa degli interessi degli agricoltori che verrà concessa rispetto a quello dell'impresa innovatrice. Su tale fronte evidente è la differenza di impostazione tra UE e USA. Nella UE la direttiva 98/44/EC esplicitamente esclude dalla brevettabilità varietà vegetali GM proprio in virtù di una preferenza concessa all'agricoltore che impedisca allo stesso di dover pagare ad ogni semina il diritto di proprietà. Negli USA, invece, alle varietà GM viene concesso pienamente il regime di brevetto e ciò consente alle imprese fornitrici l'inclusione del vincolo contrattuale suddetto, nonché la messa in atto di pratiche di *enforcement* contrattuale, cioè procedure di controllo sul campo per verificare il rispetto dei termini del contratto (per esempio è ciò che fa la Monsanto per il cotone Bt). Perché ciò sia possibile, però, l'impresa fornitrice deve essere in grado di distinguere la semente di prima da quella di seconda generazione, e ciò richiede un periodico cambiamento del *make-up* genetico della varietà che consenta di realizzare lo *screening* su campo (Barnett – Gibson, 1999).

L'*enforcement* contrattuale, cioè, tende a trasferire parte degli oneri sull'impresa fornitrice in termini di costi di monitoraggio, costi di realizzazione dei nuovi *make-up* genetici e costi connessi ad un rapporto non fiduciario col cliente. Tali costi possono essere talmente alti da



scoraggiare investimenti in varietà GM non ibride e ciò, sulla scorta di quanto detto, può ledere gli interessi collettivi connessi con l'innovazione tecnologica. Di nuovo, quindi, può essere necessario l'intervento pubblico, sia per supportare l'azione di *enforcement* contrattuale, che per farsi carico della ricerca nell'ambito delle varietà non ibride non convenienti per i soggetti privati.

Anche nel caso dell'*enforcement* contrattuale, quindi, è necessario un intervento di regolamentazione che sappia individuare il giusto equilibrio tra interessi collettivi e privati e, tra questi, tra interessi dell'impresa fornitrice e agricoltore. Tale regolamentazione dovrà coerentemente esprimere il grado di preferenza per l'agricoltore che la collettività ritiene di concedere. E' evidente, quindi, che i problemi connessi con la diffusione delle varietà GM sollevano la rilevante questione di una efficiente macchina istituzionale ed un impianto normativo che sappia essere coerente con le scelte collettive da implementare.

### 3.3. Regolazione ed informazione imperfetta

Come visto, numerosi sono i potenziali fallimenti di mercato connessi alla diffusione delle varietà GM, in conseguenza della concomitanza di conflittuali interessi privati e collettivi. L'intervento pubblico con scopi regolamentari è, quindi, necessario onde far fronte a tali fallimenti. Due opposte strategie possono essere adottate in tal senso. Da un lato vi è la soluzione normativa, cioè nuove leggi che disciplinino i comportamenti e le relazioni tra soggetti negli ambiti succitati; questa è per certi versi la soluzione adottata dalla direttiva 98/44/EC. Una seconda soluzione è invece quella delle Authorities: nell'ambito di leggi quadro generali che definiscono principi e obiettivi generali dell'azione normativa, quest'ultima è poi concretamente lasciata nelle mani di istituzioni predisposte al controllo e all'intervento regolamentare di volta in volta necessario.

Questa è di fatto la soluzione adottata nel caso statunitense. Negli USA, infatti, non esiste alcuna legge federale che abbia accompagnato l'introduzione delle varietà GM (Barton, 1996). Essa è avvenuta sotto il controllo e la relativa funzione normativa di varie istituzioni indipendenti a carattere federale. Lo *US Patent and Trademark Office* è responsabile della concessione o meno del carattere di brevettabilità delle varietà ingegnerizzate; come accennato, esso si è finora espresso in direzione di una ampia concessione del requisito di brevettabilità. L'*Animal and Plant Health Inspection Service* (APHIS) dello USDA ha il compito di controllare

l'immissione di nuove varietà rispetto ai rischi connessi alla diffusione di patogeni nell'ambito della legge generale *Federal Plant Pest Act*. L'*Environmental Protection Agency* (EPA) ha lo scopo di verificare e controllare il possibile impatto sull'ambiente dell'introduzione di forme ingegnerizzate per la resistenza a determinati patogeni; la sua azione è vincolata dal *Toxic Substance Control Act* e dal *Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act*. Infine la *Food and Drug Administration* (FDA) controlla la commercializzazione di cibi ricavati da colture GM nell'ambito del *Federal Food, Drug and Cosmetic Act*.

Quali di queste due strategie sia preferibile dipende dalle circostanze e dalla struttura istituzionale. Puntare alla regolazione mediante intervento legislativo consente maggiore certezza del diritto, minore spazio interpretativo e rende esplicita la scelta collettiva di lungo periodo che esprime tale legge. Allo stesso tempo, però, l'attività normativa delle Authority nell'ambito di leggi quadro generali consente, assicurata la loro ampia credibilità ed indipendenza, una maggiore capacità di adattare la norma stessa al cambiamento delle condizioni date e, soprattutto, alle sopraggiunte nuove informazioni. Infatti, molte delle questioni sollevate dall'introduzione di varietà GM sono legate a conoscenze scientifiche limitate; una adeguata risposta a tali problemi, perciò, è condizionata dalla limitata ed imperfetta informazione sui fenomeni naturali e sui comportamenti dei soggetti.

La reale pressione selettiva esercitata dalle varietà GM, i tempi e di modi dello sviluppo della resistenza, l'entità dei *refuge* necessaria, la reale capacità di controllare il comportamento degli agricoltori nell'uso della nuova varietà, ecc., sono tutte questioni a cui al momento non si ha risposta. Peraltro, molte di tali questioni sono aperte anche per le nuove varietà non GM e va pure considerato che l'introduzione delle forme resistenti comunque può produrre un rilevante, ma difficilmente quantificabile, beneficio ambientale nella riduzione dell'uso dei fitofarmaci. Lo stesso sviluppo futuro delle varietà GM non è chiaro; non sappiamo fino a che punto si spingerà l'introduzione di innovazioni di prodotto né che azione selettiva eserciterà sulle varietà tradizionali e locali. Ne consegue, che la migliore politica è quella di predisporre un quadro normativo ed istituzionale capace di "rispondere alle sorprese" (Ruttan, 1998), di far fronte, cioè, a nuove informazioni disponibili e di intervenire su eventuali errori precedenti.

#### 4. Conclusioni

La commercializzazione di varietà vegetali geneticamente modificate ha di recente sollevato un dibattito assai acceso in ambito nazionale ed internazionale. Gli aspetti etici ed ecologici richiamati in tale dibattito sono numerosi e di ampia portata, al punto che le scelte collettive su questi non potranno che essere il frutto di una complessa mediazione politica. In queste pagine si è voluto però fornire un contributo di analisi sugli aspetti economici oggettivi implicati dall'introduzione di tali varietà allo scopo di fornire un terreno comune di discussione e dibattito.

In primo luogo, va rilevato che la comparsa sulla scena della tecnica agraria delle varietà geneticamente modificate e, potenzialmente, di ulteriori radicali innovazioni connesse alla ingegneria genetica, va letta alla luce di più generali processi di ristrutturazione in corso in alcuni grandi comparti industriali. La rivoluzione *biotech* in ambito chimico-biomedico ha prodotto un profondo impulso alle dinamiche industriali settoriali nella direzione di una accentuata concentrazione delle quote di mercato nelle mani di poche imprese multinazionali. Tale processo si è esteso anche al comparto sementiero assai spesso in combinazione con quello agrochimico. Ne consegue che la tipologia di innovazione introdotta è frequentemente di processo ed in qualche modo connessa all'impiego o al risparmio di fitofarmaci.

Questo elemento strutturale, dunque, permea tutti gli altri problemi economici connessi. Il prevalere di varietà GM che sviluppano resistenza genera un potenziale conflitto tra l'impresa innovatrice e l'interesse collettivo. Infatti, la varietà può contribuire alla scomparsa di una risorsa collettiva "critica", cioè il carattere di suscettibilità nell'agente patogeno od infestante, che in qualche modo il soggetto privato deve essere tenuto a tutelare. A sua volta, in sede contrattuale la commercializzazione di tali varietà solleva conflitti potenziali tra gli interessi della impresa fornitrice e dell'agricoltore; conflitti che la stessa collettività è chiamata, nel suo interesse, a regolare.

L'intervento regolatore, tuttavia, si esercita in un quadro di profonda incertezza ed informazione incompleta. La struttura normativa ed istituzionale prescelta per tutelare gli interessi collettivi, perciò, deve anche essere in grado di "rispondere alle sorprese", di essere sufficientemente flessibile pur in un contesto generale di certezza del diritto. La soluzione di un sistema di Authorities indipendenti con potere normativo nel rispetto di

leggi di portata generale, espressione della volontà politica collettiva, può costituire l'assetto istituzionale capace di soddisfare le diverse esigenze.

## Bibliografia

Antonelli, G. - De Liso, N. (1990). Dinamica economico-tecnologica e analisi fattuale storico-teorica: il caso delle biotecnologie. Quaderno DYNAMIS 4/90, IDSE.

Barnett, B.J. - Gibson, B.O. (1999). Economic challenges of transgenic crops. *Journal of Economic Issues*, 33 (3), 647-659.

Barton, J.H. (1996). Biotechnology, the environment, and international agricultural trade. *The Georgetown International Environmental Law Review*, 9, 95-117.

Deserti, R. – Frisio, D. (2000). Le biotecnologie applicate all'agricoltura: nuovi scenari per l'industria agro chimica e sementiera. *L'Industria*, 21 (1) 133-157.

Esposti, R. (2000). The impact of public R&D and Extension expenditure on Italian agriculture. An Application of a Mixed Parametric/Nonparametric Approach. *European Review of Agricultural Economics*, 27 (3), (forthcoming).

EuropaBio (1997). *Benchmarking the competitiveness of biotechnology in Europe*. Business Decisions Limited and the Science Policy Research Unit.

Gould, F. – Anderson, A. – Jones, A. – Sumerford, D. – Heckel, D.G. – Lopez, J. – Micinski, S. – Leonard, R. – Laster, M. (1997). Initial frequency of alleles for resistance to *Bacillus thuringensis* toxins in field populations of *Heliothis virescens*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 94, 3519-3523.

Marra, M. – Carlson, G. – Hubbell, B (1997). *The economic impacts of the first crop biotechnologies*. Electronic Publication, North Carolina State University.

Nomisma (1999). *La frontiera biotecnologica. VII Rapporto Nomisma sull'agricoltura Italiana*. Milano: Il Sole 24 Ore-Agrisole

OECD (1982). *Biotechnology, international trends and perspectives*. Paris: OECD.

OECD (1989). *Biotechnology: economic and welfare impacts*. Paris: OECD.

OECD (1996). *Intellectual property, technology transfer and genetic resources*. Paris: OECD.

Ruttan, V.W. (1998). *International agricultural research: four papers*. Staff Paper P98-4, Department of Applied Economics, University of Minnesota.