

LA RIVOLUZIONE BIOTECNOLOGICA IN AGRICOLTURA: IL POTERE DEI MONOPOLI SUL CIBO

Manuela Giovannetti, Università di Pisa

In: **Cibo. Globalizzazione e Alimentazione**. IL PONTE, Anno LIX, n. 6, giugno 2003, pagg. 42-50

In un momento in cui si parla molto di “sicurezza alimentare”, vale la pena riflettere sul diverso significato che queste parole assumono nel Nord del mondo ricco ed opulento e nel Sud del mondo povero ed affamato. Nei paesi industriali avanzati, infatti, si discute e si legifera su alta qualità del cibo, controlli di prodotto e di processo, tracciabilità, certificazione, etichettatura, che riguardano le modalità di produzione e di trasformazione degli alimenti finalizzate ad ottenere cibo “sicuro”, che non costituisca un rischio per la nostra salute e che quindi, per esempio, sia privo di microrganismi contaminanti, di residui di pesticidi, di tossine di origine microbica o vegetale. Parallelamente, le “emergenze alimentari” hanno riguardato incidenti, a volte anche gravissimi, che si sono verificati in una delle tappe di produzione industriale del cibo. Basti ricordare l’epidemia dovuta alla encefalite spongiforme bovina, nota come morbo della “mucca pazza”, che ha causato la morte di alcune persone nel Regno Unito e che ha portato all’abbattimento dei centinaia di migliaia di capi di bestiame in tutta Europa. Al contrario, nei paesi del Sud del mondo il concetto di sicurezza alimentare significa la possibilità di nutrirsi per sopravvivere, e le emergenze alimentari hanno riguardato soprattutto la mancanza di cibo ed acqua potabile e la morte per fame di milioni di esseri umani. La fame nel mondo è spesso utilizzata nelle campagne pubblicitarie e di informazione delle grandi multinazionali agro-biotecnologiche, che sostengono la necessità della produzione e coltivazione di piante geneticamente modificate per garantire la sicurezza alimentare a quella parte dell’umanità a cui è ancora negato il diritto al cibo (e all’acqua). Purtroppo l’interesse verso i poveri e gli affamati si è dimostrato strumentale e finalizzato a far accettare dai cittadini e dai governi di tutto il mondo non tanto la coltivazione di piante transgeniche quanto la produzione e la vendita di sementi geneticamente modificate, brevettate e brevettabili.

E’ sulla possibilità del commercio di queste sementi e sulla conseguente creazione di un regime di monopolio delle risorse alimentari che si sta giocando il futuro della produzione di cibo e della sicurezza alimentare.

Così, come già la rivoluzione verde, anche la nuova rivoluzione biotecnologica in agricoltura è strettamente collegata agli interessi commerciali delle grandi multinazionali dell'agro-chimica, sementiere e biotecnologiche, che, spesso fuse tra loro a formare grandi compagnie multifunzionali, contemporaneamente isolano i geni interessanti, brevettano la modificazione genetica, producono e vendono i semi transgenici brevettati e le sostanze chimiche da somministrare.

Quanto il gioco sia pericoloso per la sicurezza alimentare dell'umanità è dimostrato dalla aggressività con cui alcune multinazionali agrobiotecnologiche difendono le loro sementi brevettate, introducendo "geni suicidi" capaci di impedirne la riproduzione (Crouch, 1998; Giovannetti, 1999).

La rivoluzione verde

Quella che è conosciuta come "Rivoluzione Verde" è il tipo di agricoltura intensiva che si è sviluppata dagli anni '60 in poi nei paesi industriali occidentali e che è basata sull'uso massiccio di pesticidi e fertilizzanti chimici. Questi alti inputs energetici e chimici hanno influenzato la vita di tutti gli ecosistemi, poiché la maggior parte dei pesticidi e una grande quantità dei fertilizzanti somministrati non viene assorbita dalle piante e finisce nei sistemi terrestri, marini e di acque dolci. Oltre ai danni derivanti dall'inquinamento delle falde acquifere e dall'eutrofizzazione di laghi e fiumi, le conseguenze della rivoluzione verde sono state anche il rilascio dei gas serra, la perdita di diversità genetica, l'erosione e la perdita di fertilità dei suoli. E' vero che tale tipo di agricoltura intensiva ha portato a raddoppiare il raccolto del grano negli ultimi 35 anni, ma è pure vero che ha richiesto incrementi di 6.9 volte il tasso annuale di fertilizzazione azotata, di 3.5 volte quello di fertilizzazione fosfatica e di 2 volte la superficie delle terre irrigate.

La concentrazione nelle mani di poche multinazionali agrochimiche e sementiere dei mezzi tecnici di produzione agraria legati alla rivoluzione verde (semi delle nuove varietà vegetali, fertilizzanti, pesticidi) ha contribuito grandemente alla diffusione in tutto il mondo del nuovo tipo di agricoltura, con conseguenze disastrose per i paesi del Sud. L'esportazione della rivoluzione verde e delle tecnologie ad essa collegate non ha prodotto nei paesi africani che minimi incrementi nel raccolto dei cereali negli ultimi 30 anni. Uno dei principali motivi di questo grande insuccesso risiede nel fatto che pochissime delle innovazioni erano mirate alle principali piante alimentari africane o alle condizioni colturali locali. Infatti, le varietà vegetali selezionate per produrre grandi incrementi nei raccolti, a condizione di essere

adeguatamente irrigate e fertilizzate, si sono dimostrate fragili ed hanno fallito miseramente in quanto prive di altri caratteri fondamentali come radici robuste e profonde, fusti vigorosi, capacità di competere con le piante infestanti e così via.

Il Nord del mondo ha tratto grandi vantaggi dal nuovo tipo di agricoltura, producendo ingenti quantità di cibo, che, secondo stime della FAO, sarebbe sufficiente a sfamare la popolazione mondiale. Purtroppo però tale cibo non è disponibile per i paesi poveri, che non possiedono i mezzi economici per acquistarlo.

I danni prodotti nei paesi del Sud dalla rivoluzione verde potrebbero aggravarsi con la rivoluzione biotecnologica, che vede un'ulteriore concentrazione del possesso dei mezzi tecnici di produzione del cibo, con la trasformazione delle grandi multinazionali agrochimiche e sementiere in veri e propri monopoli delle agrobiotecnologie. Vediamo dunque, prima di tutto, in che cosa consiste la rivoluzione biotecnologica in agricoltura.

La rivoluzione biotecnologica

Le biotecnologie sono utilizzate da millenni per produrre cibi come pane e formaggio o bevande come vino e birra, e da circa un secolo sono alla base della produzione industriale non solo di alimenti, ma anche di sostanze farmaceutiche come antibiotici o cortisone. A partire dagli anni settanta del secolo scorso alle biotecnologie classiche si sono aggiunte le tecniche di ingegneria genetica, che permettono il trasferimento di geni tra specie e generi diversi di organismi, che, una volta acquisiti i geni nuovi o transgeni, prendono il nome di "transgenici" o OGM, organismi geneticamente modificati. Come nel caso delle biotecnologie classiche, anche le nuove biotecnologie hanno prodotto molecole fondamentali per la cura di molte malattie, quali insulina umana, vaccini, interferone.

Per quanto riguarda l'agricoltura, dal 1994 ad oggi è stata autorizzata la produzione di varietà vegetali geneticamente modificate, la cui coltivazione si è rapidamente estesa da 1,6 milioni di ettari nel 1996 a oltre 50 milioni di ettari nel 2001. Le modificazioni genetiche che hanno avuto più successo sono quelle in grado di conferire alle piante la capacità di tollerare diversi tipi di erbicidi o di resistere agli attacchi di insetti parassiti. Non è un caso però che la gran parte della superficie coltivata a piante transgeniche, circa l'85% nel 2001, sia costituita da colture che presentano tolleranza agli erbicidi. Infatti questo tratto genetico permette alle grandi compagnie biotecnologiche, agrochimiche e sementiere, che lo hanno messo a punto e brevettato, di

vendere i semi transgenici e l'erbicida chimico da somministrare. Per fare un esempio concreto, la varietà transgenica di soia venduta dalla Monsanto, denominata Roundup Ready, presenta modificazioni per la tolleranza all'erbicida Roundup prodotto e commercializzato dalla stessa Monsanto.

Vediamo perché questo nuovo sviluppo rischia di provocare un'ulteriore concentrazione nelle mani di poche multinazionali delle più importanti piante alimentari, e quindi della produzione di cibo per milioni di persone, attraverso il controllo e la vendita delle sementi transgeniche brevettate e potrebbe dare origine, in un prossimo futuro, ad un vero e proprio monopolio alimentare.

Il monopolio sul cibo del mondo

Le conseguenze del regime di monopolio originato dalla "rivoluzione biotecnologica" potrebbero diventare disastrose, soprattutto nei paesi del Sud del mondo, se fosse concessa la possibilità di coltivare piante geneticamente modificate allo scopo di produrre "semi suicidi". Infatti, per impedire che i geni brevettati introdotti nelle piante siano ulteriormente utilizzati, con la raccolta e la coltivazione dei semi da esse prodotti, è stato messo a punto un complicato sistema di ingegneria genetica che è in grado di uccidere il seme futuro, rendendo così impossibile l'antica pratica di conservare le sementi da un anno all'altro e costringendo quindi gli agricoltori ad acquistare nuove sementi ogni anno.

Uno dei primi brevetti di questo tipo, denominato "Terminator" dal Rural Advancement Foundation International (RAFI, attualmente ETC: Erosion, Technology and Concentration), una associazione non governativa che ha sede in Canada, è stato ottenuto nel marzo 1998 da una compagnia sementiera, la Delta and Pine Land Company, in collaborazione con il Dipartimento di Agricoltura degli USA (US Patent Number 5723765: Control of plant gene expression). Proviamo a capire il funzionamento della tecnologia Terminator, con un esempio tratto dalla descrizione che ne ha fatto Martha Crouch (1998).

Il primo costrutto genetico che fa parte di Terminator è costituito da un gene che produce una tossina capace di inibire la sintesi delle proteine e che è attivato alla maturità del seme da un secondo gene promotore. Questo permetterebbe alle piante Terminator di crescere fino a maturità e produrre semi, ma, poiché i semi non sarebbero vitali, le compagnie sementiere non potrebbero venderli. Perciò è necessario che il gene che produce la tossina sia attivato dopo la produzione dei semi vitali da vendere agli agricoltori, e più precisamente durante lo sviluppo

dei semi di seconda generazione. Per ottenere questo risultato, è stato aggiunto un altro pezzo di DNA, inserito tra il gene promotore e il gene che produce la tossina, in modo da bloccarne temporaneamente la produzione. Il pezzo di DNA contiene alle estremità due sequenze di geni riconosciute dall'enzima ricombinasi, che è capace di tagliarlo e rimuoverlo. Al fine di ottenere grandi quantità di semi per la vendita, è stato escogitato un altro elegante trucco di ingegneria genetica: la produzione dell'enzima ricombinasi dipende a sua volta da un gene che si attiva solo in presenza di particolari sostanze chimiche. Una delle sostanze proposte per questo scopo è l'antibiotico tetraciclina che è aggiunta ai semi prima di venderli agli agricoltori, giusto prima della semina.

Riassumendo, senza tetraciclina il gene della ricombinasi è represso, la tossina non è prodotta e le aziende sementiere possono produrre semi per la vendita, che sono trattati con tetraciclina appena prima di essere acquistati dagli agricoltori. Così, nelle piante che loro coltiveranno, la tetraciclina attiverà la produzione dell'enzima ricombinasi che rimuoverà il pezzo di DNA bloccante i geni per la tossina e la tossina verrà prodotta rendendo i semi sterili.

Aggiungendo il complesso di geni del sistema Terminator ad un qualunque gene brevettato, come ad esempio quello che conferisce resistenza a un insetto dannoso o tolleranza a un erbicida, si ottiene l'autoprotezione del brevetto, in quanto l'agricoltore, non potendo utilizzare i semi prodotti dalle piante da lui coltivate, sarà costretto a ricomprarli nell'anno successivo e a pagare le *royalties* alle compagnie sementiere e biotecnologiche detentrici del brevetto. Sia Terminator sia altri tipi di tecnologie genetiche progettate per controllare la fertilità e la crescita delle piante che le multinazionali stanno perfezionando hanno come scopo principale la protezione delle varietà transgeniche in tutto il mondo, indipendentemente dal tipo di leggi esistenti in ogni singolo paese. I detentori del brevetto dei semi suicidi non hanno provato a mascherare il significato vero del loro prodotto, che hanno chiamato senza eufemismi Sistema di Protezione della Tecnologia (Technology Protection System - TPS).

In realtà, i sistemi per la protezione della tecnologia, "proteggono" le multinazionali ed i loro brevetti, ma rappresentano un attentato alla sicurezza alimentare del Nord e del Sud del mondo.

Nel Nord, dove il concetto di sicurezza alimentare si è affermato parallelamente allo sviluppo di piante alimentari transgeniche, dovremo considerare i rischi relativi all'utilizzazione, come fonte di cibo, dei semi contenenti geni suicidi. E, come cittadini-consumatori, porci domande del tipo: quale è il nostro vantaggio nel consumare cibo

contenente geni suicidi? quale il vero rischio che i geni suicidi passino dal cibo agli organismi che li ingeriscono? quale il rischio che tossine e allergeni nuovi siano sintetizzati nelle piante contenenti i complessi costrutti genici che portano al suicidio i semi?

A questo proposito è necessario ricordare che, proprio nei paesi del Nord del mondo, dovremo fare i conti con il principio di "sostanziale equivalenza", nato per permettere la commercializzazione dei cibi transgenici. Questo principio, introdotto nel 1993 dalla Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), prevede l'immissione sul mercato senza alcuna precauzione di alimenti derivati da piante GM quando i valori riguardanti le loro proprietà nutrizionali, il contenuto in proteine, lipidi, carboidrati, sali minerali, vitamine, tossine o altre sostanze risultino comparabili con quelle dello stesso tipo di alimenti non modificati già esistenti sul mercato. Il concetto di "sostanziale equivalenza" è stato molto dibattuto e oggetto di controversie internazionali, riguardanti soprattutto le importazioni di cibi transgenici dagli Stati Uniti d'America all'Europa. In realtà, si deve considerare un punto fondamentale, e cioè la mancanza di studi epidemiologici sugli esseri umani che si cibano di prodotti derivati da piante GM (Celli et al., 2000). Per esempio, una pianta GM come il mais *Bt* è coltivata estensivamente negli USA solo dal 1996 ed è già stata immessa sul mercato ed utilizzata come cibo, in base proprio al principio della "sostanziale equivalenza" (Marmioli e Malcewsky, 2001).

Sempre tenendo presente i geni Terminator, è importante sottolineare il rischio che alcuni geni, come quelli per la resistenza agli antibiotici presenti negli OGM, possano essere trasferiti ai batteri della flora intestinale, come è stato evidenziato di recente dalla Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO, 1993). Infatti, oltre a moltiplicarsi molto velocemente ed essere presenti in miliardi di esemplari per grammo, i batteri sono anche in grado di acquisire materiale genetico "orizzontalmente", cioè non da genitore a figlio, ma tra individui diversi, anche non necessariamente appartenenti alla stessa specie (Heinemann e Sprague, 1989; Doolittle et al., 1990; Gallori, 2001). Risulta di immediata comprensione il rischio incalcolabile per l'umanità se si verificasse il passaggio dei geni suicidi dal cibo ai batteri che vivono nell'intestino degli organismi che lo ingeriscono.

Anche di fronte ai casi dimostrati di fallimento del principio di "sostanziale equivalenza", viene comunque negata la necessità di applicare il "principio di precauzione", come filosofia generale di comportamento nei confronti dei fenomeni potenzialmente pericolosi (Foster et al., 2000). Al contrario, si sottolinea spesso l'assenza di prove

di nocività, senza specificare che in realtà non sono stati eseguiti gli esperimenti per verificare la possibilità di danni (Giovannetti, 2002).

Per quanto riguarda il Sud del mondo, i brevetti sulla fertilità ed i geni suicidi rappresentano un doppio attentato alla sicurezza alimentare in quanto, oltre a porre i problemi finora esaminati, consegnano nelle mani delle multinazionali sementiere e agrochimiche un potere ancora mai sperimentato di controllo sulla produzione del cibo.

Con i brevetti sulla fertilità come Terminator, infatti, le industrie agrobiotecnologiche non si limiterebbero a riprodurre per la vendita annuale i semi di ibridi come accade per il mais, ma espanderebbero il loro commercio anche a specie di piante la cui riproduzione non poteva essere finora controllata, come il riso e il grano. Proprio i semi di riso e grano, che costituiscono le principali piante alimentari per tre quarti del mondo povero e affamato, una volta trasformati con la tecnologia Terminator, finirebbero nelle mani di poche multinazionali. E poiché gli agricoltori del Sud del mondo non possono permettersi di comperare i semi ad ogni stagione, l'impossibilità di riprodurre seme fertile potrebbe minacciare la vita di circa un miliardo e quattrocento milioni di esseri umani che in Africa, Asia e America Latina sopravvivono grazie alla pratica della conservazione dei semi da coltivare l'anno successivo.

Inquinamento genetico e sicurezza alimentare

Un altro problema fondamentale legato alla coltivazione delle piante contenenti i geni suicidi, è rappresentato dai potenziali rischi di inquinamento genetico che potrebbero mettere in serio pericolo la biodiversità degli ecosistemi e la vita stessa sia nel Nord che nel Sud del mondo. In realtà numerosi studi e ricerche, un elenco dettagliato dei quali è stato pubblicato recentemente dalla autorevole rivista Science (Wolfenbarger e Phifer, 2000), hanno dimostrato "eventi inaspettati", relativi alla coltivazione di piante transgeniche sia in campo che in laboratorio (Butler e Reichardt, 1999). Uno dei principali rischi documentati è rappresentato dalla possibilità di inquinamento genetico dovuto alla diffusione del polline proveniente dalle piante transgeniche, attraverso il vento o gli insetti impollinatori. La propagazione dei transgeni attraverso il polline si è rivelata inevitabile ed ingovernabile e sono stati ormai descritti molti casi di ibridizzazione tra specie transgeniche coltivate e specie correlate che crescono spontanee nei campi vicini. Per esempio, è stato dimostrato che la colza (*Brassica napus*) geneticamente modificata per tollerare l'erbicida glufosinato, era capace di ibridizzare con *Brassica campestris* in esperimenti in campo,

e che gli ibridi interspecifici della seconda generazione contenevano il transgene della tolleranza all'erbicida. Esperimenti successivi hanno confermato la capacità del polline di *Brassica napus* modificato per il gene *Bt* di ibridizzare con varietà spontanee di *Brassica rapa* (Halfhill et al., 2002). Un esperimento su larga scala ed in pieno campo, condotto in Australia, ha riportato che il polline di varietà di *Brassica napus* geneticamente modificate per la resistenza ad un erbicida era capace di ibridare con piante non transgeniche che crescevano fino a distanze di 3 Km, anche se in piccole percentuali (Rieger et al., 2002).

Questi dati dimostrano che esiste la possibilità di impollinazione incrociata e di diffusione incontrollata dei transgeni nelle colture agrarie. Pensiamo a ciò che potrebbe succedere quindi, se i geni suicidi, attraverso il polline transgenico, si diffondessero nell'ambiente: potremmo trovarci di fronte ad un inquinamento genetico di proporzioni indeterminate, impossibile da delimitare e quindi ingovernabile (Giovannetti, 2003).

Un altro rischio fondamentale, che è stato recentemente provato, è quello del trasferimento orizzontale dei geni ingegnerizzati dalle piante transgeniche ai batteri 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 pubblicate hanno dimostrato trasferimento genetico orizzontale tra piante GM ed una specie batterica appartenente al genere *Acinetobacter* (Gebhard and Smalla, 1998). Nonostante sia ancora da dimostrare che questi eventi di trasformazione avvengano in condizioni naturali, tuttavia 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.

Considerando il funzionamento della tecnologia Terminator, ci possiamo chiedere quali siano i rischi della disseminazione dei geni suicidi nell'ambiente per mezzo di microrganismi del suolo. Inoltre, poiché si conosce ancora molto poco di come i geni siano attivati e disattivati nei vari organismi (Tweedie and Bird, 2000; Buiatti, 2001), non si può escludere che i geni suicidi possano essere attivati improvvisamente in tempi diversi e in parti dell'organismo diverse dal seme, con effetti disastrosi sugli ecosistemi e sulla vita stessa.

Questa possibilità dovrebbe mettere in guardia i governi dal concedere qualsiasi permesso di coltivazione di sementi contenenti brevetti per il controllo della fertilità, poiché essi rappresentano dei potenziali strumenti di guerra biologica e attentano alla sicurezza alimentare del mondo intero.

BIBLIOGRAFIA

- D. Butler, T. Reichardt, *Long-term effects of GM crops serves up food for thought*, "Nature", 398, 651-656, 1999.
- G. Celli, N. Marmiroli, I. Verga, *I semi della discordia*. Biotechnologie, Agricoltura, Ambiente, Milano, Edizioni Ambiente, 2000.
- M. L. Crouch, *How the Terminator terminates: an explanation for non-scientists of a remarkable patent for killing second generation seeds of crop plants*. The Edmonds Institute, Edmonds, Washington, 1998.
- R. F. Doolittle, D. F. Feng, K. L. Anderson, AM. R. Ibarro, *A naturally occurring horizontal gene transfer from a eukaryote to a prokaryote* "J. Mol. Evol.", 31, 383-388, 1990.
- K. R. Foster, P. Vecchia, M. H. Repacholi, *Science and the precautionary principle*, "Science", 979-981, 2000.
- E. Gallori, "Il flusso dell'informazione genetica negli ambienti naturali", in M. Giovannetti, *Potenzialità e rischi ambientali degli organismi geneticamente modificati: scienziati a confronto*, Pisa, Edizioni PLUS, 2001.
- F. Gebhard, K. Smalla, *Transformation of Acinetobacter sp. strain BD413 by transgenic sugar beet DNA*, "Appl. Environ. Microbiol.", 64, 1550-1554, 1998.
- M. Giovannetti, *Piante transgeniche, ecosistemi e geni della morte*, "Il Ponte", LV, 104-110, 1999.
- M. Giovannetti, "Ignoring complex interactions in natural ecosystems: the case of Terminator technology", in v. Benci et al., *Determinism, Holism and Complexity*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003.
- M. Giovannetti, *Biotechnologie e OGM: le nuove responsabilità della scienza*, "Il Ponte", LVIII, 165-171, 2002.
- M. D. Halfhill, R. J. Millwood, P. L. Raymer, C. N. Stewart, *Bt-transgenic oilseed rape hybridisation with its weedy relative, Brassica rapa*, "Environmental Biosafety Research", 1, 19-28, 2002.
- J. A. Heinemann, G. F. Sprague, *Bacterial conjugative plasmids mobilize DNA transfer between bacteria and yeasts*, "Nature", 340, 205-209, 1989.
- N. Marmiroli, A. Malcewsky, "Il principio di precauzione e sue applicazioni. Tracciabilità degli OGM", in M. Giovannetti, *Potenzialità e rischi ambientali degli organismi geneticamente modificati: scienziati a confronto*, Pisa, Edizioni PLUS, 2001.
- M. A. Rieger, M. Lamond, C. Preston, S. B. Powles, R. T. Roush, *Pollen-mediated movement of herbicide resistance between commercial canola fields*, "Science", 296, 2386-2388, 2002.

S. Tweedie, A. Bird, *Mutant weed breaks silence*, "Nature", 405, 137-138, 2000.

L. L. Wolfenbarger, P. R. Phifer, *The ecological risks and benefits of genetically engineered plants*, Science, 290, 2088-2093, 2000.

WHO, *Health aspects of marker genes in genetically modified plants*. "Report of WHO Workshop", Ginevra, WHO/FNO/FOS 93, 6, 1993.