

Capitolo estratto dal libro “Perché gli OGM”, a cura di Elio Cadelo, Palombi Editori, 2011. pp. 31-42.

Dalla Rivoluzione Verde agli OGM

Alessandro Vitale, Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria, CNR, Milano

Prologo

Il 3 Giugno 2010, in un articolo apparso sulla prima pagina de “La Repubblica” (1), l’ambientalista indiana Vandana Shiva sferrava un attacco durissimo contro la Rivoluzione Verde (RV) iniziata negli anni ‘60 e il suo principale rappresentante, l’agronomo statunitense Norman Borlaug (1914-2009). La RV e l’introduzione negli anni ‘80 delle piante geneticamente modificate (GM, chiamate anche transgeniche) erano accomunate come causa di disastri sociali e ambientali in India. Shiva concludeva: “È tempo di farla finita con il mito dei prodotti chimici e dell’ingegneria genetica. I prodotti chimici e gli OGM producono più elementi tossici, non più cibo e più nutrimento”. Nel 1970 Norman Borlaug era insignito del premio Nobel per la pace, proprio in quanto principale artefice della RV. Nel conferire il premio, si affermava che “Il Dr. Norman Ernest Borlaug, più di ogni altro persona della sua età, ha aiutato a procurare pane ad un mondo affamato. Lo abbiamo premiato nella speranza che procurare pane fornirà anche pace.” (2). Com’è possibile una divergenza così marcata di giudizio? Per sperare di capirci qualcosa conviene incominciare da lontano, molto lontano.

Antefatto

L’agricoltura nasce tra 10.000 e 4.000 anni fa in diverse aree del globo, dove la raccolta di piante selvatiche e la caccia sono progressivamente sostituite con la coltivazione e l’allevamento. Si comincia così a osservare che non tutte le piante apparentemente simili crescono allo stesso modo. Ora sappiamo che la variabilità all’interno di una specie è dovuta principalmente alle mutazioni casuali nei geni di ogni individuo, in parte ereditate nella generazione successiva, ma non è necessario avere queste conoscenze per scegliere di ripiantare i semi più grandi o provenienti da piante che ne producono in quantità maggiore. Vi è stato anche un risultato inevitabile: alcune specie vegetali sono state coltivate sempre di più, e all’interno della stessa specie solo le popolazioni (varietà) più produttive o nutrienti. Mentre le coltivazioni delle piante “migliori” si estendevano l’ambiente naturale e la biodiversità diminuivano. Non c’è stato bisogno dell’agricoltura - e tantomeno delle piante GM - per iniziare questo processo (i cacciatori-raccoglitori preistorici facevano già stragi che hanno portato alla scomparsa di molti grandi mammiferi selvatici), ma il successo dell’agricoltura lo ha fortemente accelerato nel corso dei secoli. Ora si prevede che per nutrire una popolazione di nove miliardi di persone, attesa per il 2050, la produzione agricola dovrà aumentare di circa il 70%. Gli esperti ritengono che non siamo lontani dal limite massimo di terre coltivabili. La produzione deve aumentare soprattutto incrementando la resa a parità di superficie e riducendo le perdite dopo i raccolti (3).

La Rivoluzione Verde

L'applicazione delle conoscenze della genetica all'agricoltura è iniziata verso la fine del diciannovesimo secolo. Il risultato più eclatante della tecnologia genetica "classica" di incrocio fra varietà diverse e successiva selezione è stata la RV, iniziata nel 1960 e ancora in corso. Inizialmente la RV è consistita nello sviluppo di nuove varietà di riso e frumento. Mediante ripetuti incroci fra diverse varietà, selezioni, successivi auto-incroci e nuove selezioni per mantenere i caratteri desiderati ed eliminare quelli indesiderati, sono state ottenute nuove varietà di frumento e riso semi-nane, con ciclo riproduttivo più breve, in grado di assimilare più efficientemente i fertilizzanti e più resistenti alle malattie. Queste caratteristiche sono state successivamente introdotte mediante nuovi incroci nelle varietà adatte alle condizioni di coltivazione e alle abitudini alimentari locali, inizialmente in Messico e India, poi in svariate altre nazioni. Forse, la caratteristica più importante delle nuove varietà di riso e frumento è di essere semi-nane: la lunghezza molto limitata del fusto evita il cosiddetto allettamento, cioè il ripiegamento fino a terra con conseguente perdita di raccolto per marcescenza e difficoltà nella trebbiatura. Le strategie di miglioramento sono state poi applicate ad altre piante. Più del 99% delle nuove varietà sono state prodotte nei paesi in via di sviluppo, da istituti di ricerca o industrie locali e da due grandi istituti internazionali di ricerca agronomica nelle Filippine e in Messico (4).

Nell'insieme dei paesi in via di sviluppo la resa dei principali raccolti a parità di superficie coltivata è più che raddoppiata nella prima fase della RV (1961-80) e quasi ulteriormente triplicata nella seconda fase (1981-2000). Il contributo diretto della RV a questi incrementi è stimato essere stato di circa il 20% e il 50% dell'incremento totale nella prima e seconda fase, rispettivamente (Tabella 1). Il resto è dovuto a miglioramenti nell'irrigazione, fertilizzanti, meccanizzazione e forza lavoro. L'Africa Sub-Sahariana ha beneficiato solo limitatamente della RV. Chiaramente, ragioni economiche, politiche e sociali influenzano negativamente la situazione in Africa, ma un fattore altrettanto importante è, malgrado l'impegno dei ricercatori, la difficoltà e lentezza di sviluppo di varietà adatte alla scarsità d'acqua delle regioni sub-sahariane. Nella seconda fase della RV gli sforzi di ricerca hanno cominciato a dare i loro frutti, pur in presenza di condizioni generali negative (Tabella 1).

Tabella 1. Aumenti in percentuale, nei periodi indicati. I dati riguardano l'insieme dei cereali, legumi e tuberi. Elaborato sulla base di Evenson e Gollin (4) e FAOSTAT (5). *Il valore è maggiore dell'aumento effettivo di resa, poiché in questo caso l'insieme degli altri fattori ha avuto un andamento negativo.

	1961-1980			1981-2000		
	Insieme dei paesi in via di sviluppo	Asia	Africa Sub-Sahariana	Insieme dei paesi in via di sviluppo	Africa Sub-Sahariana	Asia
Produzione totale	+320	+365	+170	+219	+319	+211
area totale coltivata	+68	+51	+52	+39	+282	+2
resa per superficie	+250	+312	+117	+180	+36	+209
contributo stimato della RV alla resa per superficie	+52	+68	+10	+86	+47*	+97

Il contributo della RV all'aumento della produttività agricola è stato dunque enorme, e non solo nei primi anni. Eppure il giudizio fortemente negativo di Vandana Shiva è condiviso da molti. Perché? La RV non è stata indolore: le monoculture si sono estese a discapito della biodiversità agricola, la

migliore risposta all'irrigazione e alla fertilizzazione delle nuove varietà ha incrementato fortemente l'utilizzo di acqua e fertilizzanti. Soprattutto, i contadini poveri che operano in terre marginali o comunque poco adatte alla coltivazione delle nuove varietà hanno visto crollare i prezzi a cui vendere i loro prodotti, a causa di un forte aumento di produzione agricola generale di cui essi non erano parte. Alcuni poveri sono diventati ancora più poveri. Ma ogni tecnologia ha i suoi vincitori e i suoi vinti. Tutti i dati indicano che nella RV i primi sono stati molti di più dei secondi (4). L'India era il grande punto interrogativo del mondo alla fine degli anni '50, ma le sue produzioni di riso e frumento hanno una generale tendenza all'aumento ormai da 50 anni (Figura 1), e dall'inizio degli anni '90 è diventata esportatrice di cereali (6). Decine di milioni di persone nate negli anni '50 e '60 ora sono vive e in relativa buona salute grazie alla RV (4).

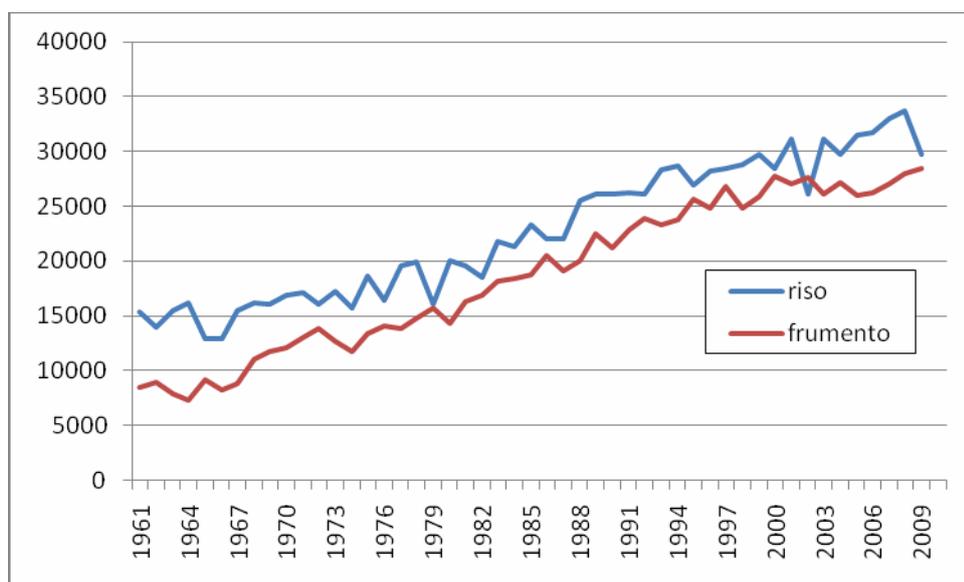


Figura 1. Resa produttiva (ettogrammi per ettaro) di riso e frumento in India 1961-2009. Dati da FAOSTAT (5).

Le piante GM

I grandi sviluppi della biologia molecolare ci permettono di associare molti caratteri agronomicamente importanti a specifiche sequenze di DNA che dunque funzionano da marcatori, rendendo molto più rapida e precisa l'attività di miglioramento "classico" mediante incroci e selezione: invece di aspettare che le piante derivate da incroci siano cresciute per selezionare le migliori, è sufficiente analizzare il DNA da un frammento di ogni seme per individuare quelli con le caratteristiche desiderate. Si coltiveranno solo i semi "positivi", evitando sprechi di terreno, risorse idriche e lavoro. Queste biotecnologie permettono di sfruttare meglio la variabilità naturale, senza utilizzare piante GM. Tuttavia vi sono dei limiti. Molte caratteristiche desiderabili non si riescono ad ottenere sfruttando la naturale variabilità presente all'interno di ogni specie. La produzione di piante GM tenta di risolvere questo problema. Trasferendo uno o più geni da un'altra specie si può ottenere una determinata caratteristica non riscontrabile naturalmente fra le varietà della specie di nostro interesse. Le piante GM sono state ottenute per la prima volta nel 1979, in laboratori di università del Belgio e degli Stati Uniti. Non sono un'invenzione delle multinazionali, e la prima coltivazione a scopo

commerciale di una pianta GM è avvenuta in Cina nel 1988 utilizzando un gene isolato dall'Università di Pechino (7). I primi prodotti sono stati piante resistenti a diserbanti e agli agenti patogeni che infestano i raccolti. Oggi, la resistenza a diserbanti è la caratteristica principale (70% delle coltivazioni GM) seguita dalla resistenza a insetti patogeni (20%). Le tre piante GM maggiormente coltivate sono, nell'ordine, soia, mais e cotone (8).

Utilizzare meno diserbanti e meno pesticidi è interesse di tutti, tuttavia gli effetti positivi sono apprezzabili direttamente solo dagli agricoltori, una percentuale molto alta della popolazione nei paesi in via di sviluppo ma bassa in quelli sviluppati. Chi entra al supermercato non "vede" questi miglioramenti e dunque non ne apprezza l'utilità, ma i dati reali sono molto positivi. Un accurato rapporto della FAO sull'impatto economico delle coltivazioni GM inizia le proprie conclusioni affermando: "Uno dei principali messaggi è che le biotecnologie [intese come piante GM] sono in grado di portare beneficio ai piccoli agricoltori che possiedono poche risorse." (9). Prendiamo nuovamente l'India come esempio. Il cotone resistente ad alcuni insetti nocivi (cotone Bt) è l'unica pianta GM coltivata in India. Introdotto nel 2002, la sua coltivazione è aumentata costantemente e ora rappresenta circa l'85% del totale (Figura 2). Più di 100 ibridi differenti di cotone Bt, prodotti da decine di ditte diverse, soprattutto indiane, sono coltivati (11, 12). Se esiste una multinazionale presunta monopolista delle piante GM, è molto inefficiente. Secondo l'Indian Cotton Advisory Board l'adozione del cotone Bt è il fattore principale del grande aumento di produzione e resa per ettaro (11). Nel 2007 l'India ha superato gli USA nella produzione di cotone ed è ora seconda solo alla Cina. Il successo non è uguale in tutte le regioni indiane e i risultati negativi nell'Andhra Pradesh, dovuti alla siccità della regione, testimoniano la necessità di selezionare accuratamente le varietà locali di una determinata specie in cui introdurre le modificazioni genetiche, ma l'impatto economico a livello nazionale è complessivamente molto positivo: milioni di piccoli agricoltori hanno migliorato le proprie condizioni economiche (11). Un interessante articolo su come la leggenda del "disastroso fallimento del cotone Bt in India" persista malgrado l'evidenza dei dati reali spiega bene i meccanismi di distorsione dell'informazione (12), inclusa quella riguardante i presunti legami fra i suicidi di contadini indiani e l'adozione di cotone Bt (1).

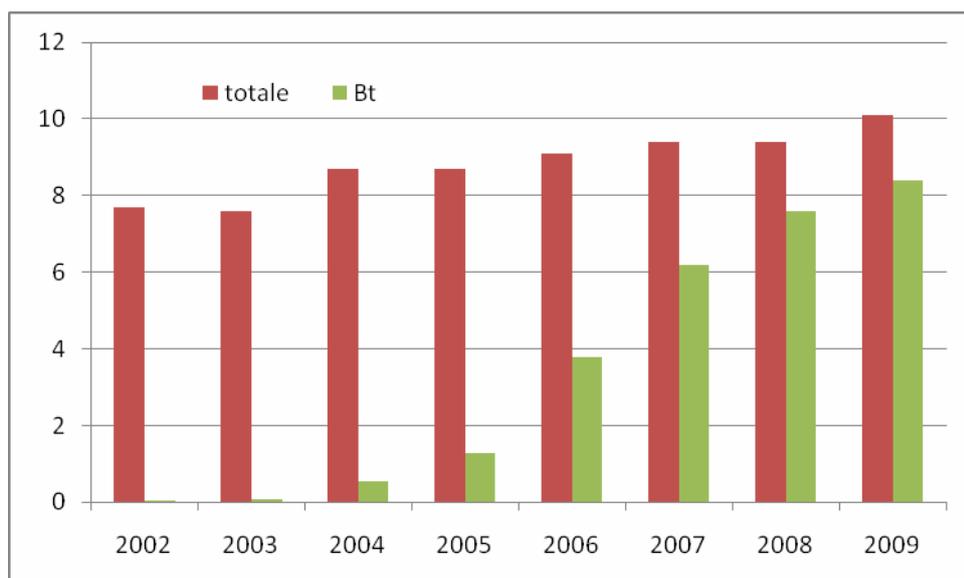


Figura 2. Coltivazione di cotone in India, in milioni di ettari. Dati da FAOSTAT (5) e ISAAA (10)

Ma è solo l'inizio. I laboratori di ricerca stanno per portare in produzione piante con migliori caratteristiche nutrizionali: proteine più nutrienti, agenti antiossidanti, migliore contenuto di minerali essenziali come ferro e zinco, antociani e olii che proteggono dalle malattie cardiovascolari. Avremo anche a disposizione piante prive di sostanze naturalmente tossiche o allergeniche, poichè si possono produrre piante GM in cui un gene naturalmente presente in una specie è reso inattivo: queste piante non hanno una proteina in più ma una in meno. Si sta inoltre lavorando per aumentare l'efficienza di assimilazione di nutrienti e acqua dal terreno e la resistenza agli stress ambientali (scarsità o eccesso di luce, acqua, calore). Infine, possiamo produrre vaccini contro malattie umane e altre proteine di interesse medico nelle piante GM, ottenendo prodotti medici più sicuri (perché non possono essere contaminati da agenti patogeni dell'uomo) e a costi più bassi di quelli attuali. Questi non sono sogni. Molte di queste piante GM esistono già nei laboratori di ricerca, pubblici o privati. I processi di approvazione da parte delle agenzie di regolamentazione e d'introduzione delle caratteristiche ottenute nelle varietà coltivate richiedono però molti anni, così come le ricerche per identificare i geni "giusti".

E i brevetti? Una premessa: i soldi piacciono a tutti e, chi può, solitamente brevetta e registra i marchi, sia questa una nuova varietà di pianta "naturale" o GM, un programma di computer o un altro prodotto. Quasi nessuno si salva: il termine "agricoltura biodinamica" è un marchio registrato della società Demeter. Un esempio può chiarire la realtà riguardo le piante GM, al di là delle leggende. Scienziati di università pubbliche svizzere e tedesche hanno prodotto il riso dorato (golden rice), una pianta GM trasformata con tre geni provenienti da altri organismi (13). Come risultato, produce quantità notevoli di provitamina A nei semi, che normalmente non la contengono. Dopo l'ingestione, provitamina A è trasformata in vitamina A, indispensabile per la crescita e prevenire la cecità nell'infanzia. In molte zone dell'Asia sud orientale, la cui dieta è basata quasi esclusivamente sul riso, la carenza di vitamina A è un enorme problema sanitario. Le tecniche di trasformazione delle piante utilizzate per produrre il riso dorato sono ancora protette da brevetti di alcune industrie. In una società tecnologicamente complessa i brevetti sono "impilati uno sull'altro" all'interno delle invenzioni: anche se non desidero ottenere profitti, utilizzando un'invenzione precedente per farne una nuova non sfuggo al primo brevetto. Come risolvere il problema? Gli inventori del riso dorato hanno convinto le industrie proprietarie dei brevetti in questione a rinunciare permanentemente ai propri diritti nel caso di utilizzo del riso dorato per produrre profitti fino a 10.000 dollari l'anno (13). Una cifra che praticamente permette l'uso gratuito a tutti i contadini poveri, che potranno anche riutilizzare a costo zero parte dei loro raccolti per riseminare.

E i pericoli? Le piante GM di "prima generazione" sono coltivate da 20 anni in tutti i continenti, al momento in 25 nazioni. L'estensione e la varietà delle coltivazioni è in continuo aumento (Figura 3). I principali paesi per estensione di coltivazioni GM sono, in ordine, Stati Uniti, Brasile, Argentina, India, Canada, e Cina. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) afferma: "Diverse piante GM contengono geni diversi inseriti in modi diversi. Ciò significa che gli alimenti transgenici e la loro sicurezza devono essere stabiliti caso per caso e che non è possibile fare affermazioni generali sulla sicurezza degli alimenti GM. Gli alimenti GM attualmente disponibili hanno superato le prove di sicurezza e non è probabile che presentino un rischio per la salute umana. Nessun effetto sulla salute umana è stato rilevato come risultato del consumo di questi alimenti nelle nazioni in cui sono stati approvati" (14).

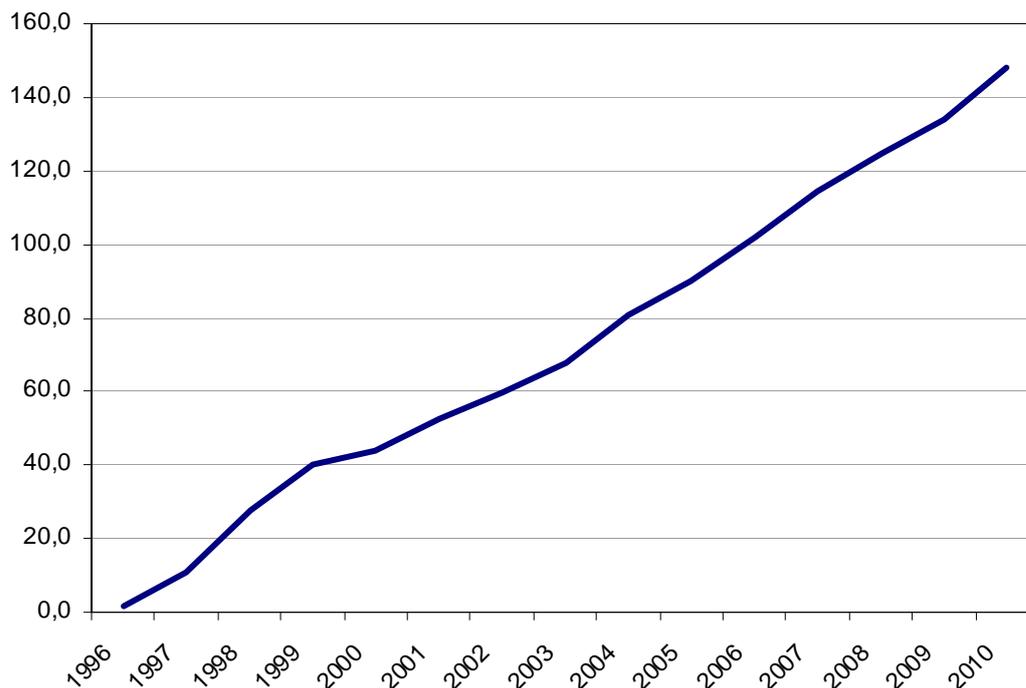


Figura 3. Coltivazioni con piante GM, 1996-2010, in milioni di ettari (8).

E la contaminazione dei raccolti, specialmente dell'agricoltura biologica che è "libera da OGM"? La contaminazione può essere enormemente ridotta mediante zone di separazione fra i raccolti o in alcuni casi evitata completamente, perché esistono nuove biotecnologie per impedire che i geni introdotti siano presenti nel polline. Ma la vera questione è un'altra. I raccolti sono continuamente contaminati: due campi di mais confinanti coltivati con due varietà diverse non transgeniche si contaminano leggermente l'uno con l'altro. Perché un po' il polline si muove. Vi sono leggi in tutti i paesi, incluso il nostro, che stabiliscono le soglie di contaminazione accettabili di un raccolto "puro", e tutti sono contenti perché la richiesta di purezza assoluta paralizzerebbe l'agricoltura. Il problema dell'agricoltura biologica è che essa vuole la "contaminazione zero" da OGM. Ma, una volta che una pianta GM è approvata perché non pericolosa per la salute o l'ambiente, la tolleranza zero è pura ideologia ed è quasi sempre impraticabile in un mondo affollato. In realtà è un cavallo di Troia per impedire la libertà di coltivazione di un prodotto approvato e giudicato sicuro come tutti gli altri prodotti. E, diciamo, la purezza assoluta richiama un po' periodi molto bui in cui si parlava di purezza assoluta e non contaminazione delle presunte razze umane. E' giusto sprecare tempo, denaro e opportunità di migliorare i raccolti per seguire tutte le esigenze più strampalate e intolleranti?

Ma cosa succederà fra vent'anni? Il principio di precauzione non ci dice che prima dobbiamo essere assolutamente sicuri? Quello che succederà fra vent'anni non lo sa nessuno, per nessuna tecnologia. Di più: come giustamente affermano la FAO e l'OMS non si è sicuri sul grado di pericolosità a lungo termine di nessun alimento naturale (15), perché, salvo i casi eccezionali di alimenti evidentemente tossici, è troppo complesso separare l'effetto di un alimento da quello di tutti gli altri della dieta.

L'unica via da seguire, indicano FAO e OMS, è quella di esaminare se un nuovo alimento differisce o no sostanzialmente dalla sua versione naturale per i parametri noti di sicurezza (15). Spostare continuamente in avanti nel tempo la linea del traguardo per una sicurezza accettabile è disonesto, e infatti non è praticato neanche quando vi sono rischi noti. Gli aeroplani che utilizziamo ora sono molto più sicuri di quelli prodotti all'inizio del ventesimo secolo, proprio grazie all'esperienza derivante dall'uso. Se dopo i primi incidenti si fosse deciso di non produrre più aeroplani, in attesa dell' "aereo perfetto", saremmo ancora qui ad aspettare. Il "principio di precauzione" (finché non sono assolutamente sicuro, non faccio nulla) sembra una strategia molto saggia. Ma non lo è, poiché spesso rinunciare ad un'innovazione è più rischioso che adottarla. E infatti, se ci pensate bene, il principio di precauzione invocato per le piante GM non è utilizzato in quasi nessun altro caso. Alimenti "naturali", medicinali, mezzi di trasporto, sistemi di produzione di energia, sistemi di comunicazione vocale e di immagini sono autorizzati e utilizzati senza nessuna certezza assoluta sul loro grado di pericolosità. L'importante è il bilancio fra beneficio e danno e l'informazione corretta data ai cittadini, nonché lo sforzo di migliorare continuamente la situazione. Tenendo conto del fatto che i primi prodotti di una nuova tecnologia sono sempre i più rischiosi, dal punto di vista della sicurezza il successo delle piante GM coltivate attualmente è clamoroso. Centinaia di milioni di persone si nutrono da anni con alimenti che sono in parte GM. Non vi è stato un solo caso di effetto nocivo sulla salute accertato su un solo individuo e gli ecosistemi non sono stati danneggiati, malgrado i periodici allarmismi.

Dunque le piante GM salveranno il mondo? Da sole, no. L'insieme delle pratiche agricole può e deve essere migliorato. Sono necessari nuovi sistemi d'irrigazione che utilizzino meno acqua, sistemi agricoli con nuove varietà vegetali che limitino l'erosione del suolo, nuove strategie per aumentare la resistenza alle malattie delle piante riducendo l'uso di pesticidi, nuove tecniche di lavorazione del terreno, di applicazione dei fertilizzanti e di rotazione delle piante per mantenere il suolo nelle migliori condizioni possibili; e piante più produttive e nutrienti. Si devono affrontare anche importanti problemi sociali ed economici: migliorare la condizione della donna nella società (l'agricoltura mondiale si basa principalmente sul lavoro femminile, spesso svolto in condizioni disastrose), sviluppare i sistemi di microcredito per gli agricoltori poveri e risolvere i problemi delle politiche dei prezzi e dei sussidi statali che avvantaggiano i paesi sviluppati. Le piante transgeniche non sono la bacchetta magica che cancellerà la povertà e la fame (e nessuno scienziato lo ha mai affermato), perché questi problemi hanno profonde radici sociali e politiche; possono però fornire, e stanno già fornendo, un valido contributo per migliorare la situazione.

Epilogo

La RV e la nuova rivoluzione biotecnologica che include le piante GM stanno superando positivamente la prova del tempo. I vantaggi per l'umanità sono stati molto maggiori degli svantaggi ed è ragionevole pensare che, per quanto riguarda il contributo degli agronomi e biologi delle piante, la situazione migliorerà ancora se i governi vorranno continuare a sostenere queste ricerche.

I governanti italiani possono anche decidere che dal punto di vista economico e d'immagine (il marketing del Made in Italy) ora convenga mantenere "libero da OGM" il nostro paese – una decisione sbagliata nell'opinione di chi scrive, ma senz'altro lecita. Ma nessuna scelta è definitiva e deve essere chiaro che non si possono mascherare delle scelte puramente economiche e nazionalistiche con inconsistenti motivazioni pseudoscientifiche o di presunta lotta allo strapotere delle multinazionali. Per questo, e indipendentemente dalla decisione se permettere o no le

coltivazioni, non possiamo abbandonare le ricerche di frontiera della biologia molecolare delle piante e della produzione di piante GM, come invece sta accadendo. L'ambiente in cui crescono i raccolti, gli effetti dei cambiamenti climatici e l'andamento quantitativo della popolazione umana imporranno scelte che sono difficili da quantificare ora, ma che il mondo deve essere preparato ad affrontare. Un forte contributo allo sviluppo di conoscenze e tecnologie per vincere le sfide future deve provenire da chi ha le maggiori possibilità economiche per farlo, cioè i paesi più sviluppati. Il riso dorato è stato prodotto per scopi umanitari da università di due nazioni europee che non coltivano riso e a cui dunque "non serve". L'Italia ha un prestigio mondiale nel campo dei prodotti d'eccellenza e certamente l'alimentazione ne è una componente fondamentale. Tuttavia, il mondo ha più fame che appetito. La mitizzazione del formaggio di fossa può essere culturalmente interessante, ma non è un buon simbolo della battaglia contro l'insicurezza alimentare.

Ringrazio Maarten J. Chrispeels e Andrea Gallavotti per i suggerimenti.

Riferimenti

Le traduzioni di citazioni dall'inglese sono a cura di Alessandro Vitale.

- (1) <http://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/2010/06/03/ora-serve-una-vera-rivoluzione.html>. Accesso: 26/05/2011
- (2) The Nobel Peace Prize 1970 Award Ceremony Speech http://nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/1970/press.html Accesso: 26/05/2011
- (3) FAO High Level Expert Forum - How to Feed the World in 2050. Global agriculture towards 2050 http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf Accesso: 26/05/2011
- (4) Evenson, R.E., D. Gollin D.(2003) Assessing the Impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. Science 300: 758-762.
- (5) FAOSTAT, database della FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) <http://faostat.fao.org/default.aspx> Accesso: 12/09/2010
- (6) FAO Chartroom. <http://www.fao.org/economic/ess/chartroom-and-factoids/chartroom/en/> Accesso: 12/09/2010
- (7) Pray, C.E. (1999). Public and private collaboration on plant biotechnology in China. AgBioForum, 2(1), 48-53. <http://www.agbioforum.org>.
- (8) International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA). <http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/default.asp> Accesso: 26/05/2011
- (9) The State of Food and Agriculture 2003-2004. Agricultural Biotechnology. Meeting the needs of the poor? FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Rome, 2004. <http://www.fao.org/docrep/006/y5160e/y5160e00.HTM>
- (10) ISAAA Brief 41-2009: Executive Summary. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2009. The first fourteen years, 1996 to 2009.

<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/41/executivesummary/default.asp> Accesso:
03/10/2010

(11) FAO International Technical Conference 2010 on Current status and options for crop biotechnologies in developing countries. <http://www.fao.org/docrep/meeting/019/al258e.pdf>

(12) Herring, R. (2009). Persistent narratives: Why is the "failure of Bt cotton in India" story still with us?. *AgBioForum*, 12(1), 14-22. <http://www.agbioforum.org>.

(13) www.goldenrice.org

(14) World Health Organization. 20 questions on genetically modified foods <http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/20questions/en/> Accesso: 26/05/2011

(15) Joint FAO/WHO Food Standard Programme. Codex Alimentarius Commission. Report of the Second session of the Codex ad hoc Intergovernmental Task Force on Foods Derived from Biotechnology. Chiba, Japan, 25 - 29 March 2001. Appendix IV. Page 55. <ftp://ftp.fao.org/codex/alinorm01/al0134ae.pdf>