

Dieci ragioni per cui la biotecnologia non può garantire sicurezza alimentare, proteggere l'ambiente e ridurre la povertà nei paesi in via di sviluppo.

Miguel A. Altieri, University of California, Berkeley e Peter Rosset, Food First/Institute for Food and Development Policy, Oakland, California ottobre 1999

Traduzione di Paolo Costantini

Le imprese impegnate nella biotecnologia affermano spesso che gli organismi geneticamente modificati (OGM) in particolare, sementi geneticamente modificati sono conquiste scientifiche essenziali, necessarie alla nutrizione della popolazione mondiale, alla protezione dell'ambiente e alla riduzione della povertà nei paesi in via di sviluppo. Questo punto di vista riposa su due premesse chiave, di cui neghiamo la validità. La prima afferma che la fame è dovuta ad un divario fra produzione di cibo e densità di popolazione umana o tasso di crescita. La seconda afferma che l'ingegneria genetica è il solo o il miglior modo per incrementare la produzione agricola e fare così fronte alle future necessità alimentari. Il nostro obiettivo è mettere in discussione il concetto di biotecnologia come bacchetta magica per la soluzione di tutti i problemi dell'agricoltura, chiarendo gli equivoci presenti in queste premesse.

1. Non vi è relazione fra la larga diffusione della fame in un dato paese e la sua popolazione. Per ogni nazione densamente popolata e affamata, come Bangladesh e Haiti, vi è una nazione con bassa densità di popolazione e affamata, come Brasile e Indonesia. Il mondo produce oggi più cibo per abitante di quanto abbia mai fatto in passato. Ve n'è abbastanza per fornirne 4.3 libbre giornaliere ad ogni abitante: 2.5 libbre di grano, fagioli e noci, circa una libbra di carne, latte e uova, e un'altra di frutta e verdura. Le cause reali della fame sono povertà, disuguaglianza e mancanza di accesso alle risorse. Troppe persone sono troppo povere per acquistare il cibo disponibile (ma spesso mal distribuito), o mancano della terra e delle risorse per produrle esse stesse (Lappe, Collins e Rosset, 1998).

2. La maggior parte delle innovazioni nella biotecnologia agricola sono state orientate verso i profitti piuttosto che verso le necessità. Il vero obiettivo dell'industria bioingegneristica non è rendere più produttiva l'agricoltura del terzo mondo, ma generare profitti (Busch et al., 1990). Lo si può vedere riesaminando le principali tecnologie attualmente sul mercato: a) le piante resistenti ad erbicidi, come la soia "Roundup Ready", che tollera l'erbicida Roundup della Monsanto, e b) le piante "Bt" (*Bacillus Thuringiensis*, N.d.T.), che sono state manipolate per produrre esse stesse un insetticida. Nel primo caso, l'obiettivo è conquistare una più vasta fetta di mercato per un proprio prodotto, e nel secondo aumentare grandemente le vendite di sementi, a costo di danneggiare l'utilità di un prodotto chiave per la lotta contro i parassiti

(l'insetticida basato sul batterio *Bacillus Thuringiensis*) a cui si affidano molti agricoltori, compresi la maggior parte degli agricoltori biologici, come potente alternativa agli insetticidi. Queste tecnologie rispondono alla necessità delle imprese biotecnologiche di accentuare la dipendenza degli agricoltori da sementi protette dai cosiddetti "diritti di proprietà intellettuale"; ciò contrasta totalmente con i secolari diritti degli agricoltori di riprodurre, accumulare e mettere i semi a disposizione degli altri (Hobbelink, 1991). Quando possibile, le imprese chiederanno agli agricoltori di acquistare le loro sementi, e ne vieteranno la conservazione o la vendita. Controllando il germoplasma dalla semina alla vendita, e obbligando gli agricoltori a pagare prezzi gonfiati per le combinazioni seme-prodotti chimici, le imprese pensano di trarre il massimo profitto dai loro investimenti (Krimsky and Wrubel, 1996).

3. L'integrazione fra industrie sementifere e industrie chimiche sembra destinata ad accelerare l'incremento dei costi per unità di superficie delle combinazioni semi-prodotti chimici, producendo guadagni significativamente più bassi per gli agricoltori. Le imprese creatrici di piante resistenti agli erbicidi tentano di trasferire la maggior parte possibile del costo per unità di superficie dall'erbicida al seme, agendo sui costi dei semi e/o i costi della tecnologia impiegata. Gli sconti sul prezzo degli erbicidi saranno limitati agli agricoltori che acquisteranno i "pacchetti tecnologici" (combinazioni seme-prodotti chimici, N.d.T.). In Illinois, l'adozione di piante di soia resistenti agli erbicidi ha prodotto il sistema di gestione di produzione e lotta ai parassiti più costoso della storia moderna fra \$40.00 e \$60.00 per acro, dipendenti dai prezzi, dalla pressione degli infestanti etc.. Tre anni fa, la media dei costi nelle fattorie dell'Illinois era di \$26 per acro, e rappresentava il 23% dei costi variabili; oggi questi ultimi rappresentano il 35-40% (Benbrook, 1999). Molti agricoltori pagano volentieri la semplicità e la robustezza della nuova metodologia di lotta ai parassiti, ma questi vantaggi potrebbero avere vita breve nel momento in cui si presentassero problemi ecologici.

4. Recenti sessioni sperimentali hanno mostrato che i semi geneticamente modificati non migliorano la resa delle piantagioni. Un recente studio del Servizio di Ricerca Economica dell'USDA (United States Agriculture Department, N.d.T.) mostra che nel 1998 le rese non erano significativamente diverse nelle piantagioni modificate rispetto a quelle tradizionali, in 12 combinazioni colture/regioni (degli Stati Uniti, N.d.T.) su 18. Nelle sei combinazioni in cui le piante Bt o HRC hanno reso di più, si sono avuti incrementi di resa fra il 5 e il 30%. Il cotone compatibile con il glifosfato non ha mostrato significativi incrementi in nessuna delle regioni in cui è stato tenuto sotto controllo. Questi dati sono stati confermati in un altro studio, che ha preso in considerazione più di 8.000 esperimenti in campo, in cui si è visto che i semi di soia Roundup Ready producevano minori quantità di semi rispetto alle varietà convenzionali (USDA, 1999).

5. Molti scienziati affermano che l'ingestione di cibo geneticamente modificato è innocua. Evidenze recenti mostrano invece potenziali rischi in tali cibi, poiché le nuove proteine in essi prodotte potrebbero agire esse stesse come allergeni o tossine, alterare il metabolismo di piante e animali da alimentazione, inducendolo a produrre nuovi allergeni o tossine, o ridurre la sua qualità o valore nutritivo come nel caso dei semi di soia resistenti agli erbicidi, che contengono meno isoflavone, un importante fitoestrogeno presente nella soia, ritenuto capace di proteggere le donne da un certo numero di tumori. Attualmente, in molti paesi in via di sviluppo che importano soia e grano da Stati Uniti, Argentina e Brasile, i cibi geneticamente modificati iniziano ad invadere i mercati, ma nessuno può prevedere i loro effetti sulla salute dei consumatori, la maggior parte dei quali sono inconsapevoli di mangiare tali cibi. Poiché i cibi geneticamente modificati non sono etichettati, i consumatori non possono distinguerli da quelli non modificati, e sarebbe estremamente difficile ripercorrerne i passaggi fino alla sorgente se insorgessero gravi problemi di salute. La mancanza di etichettatura favorisce anche la copertura delle imprese legalmente responsabili (Lappe e Bailey, 1998).

6. Le piante transgeniche che producono autonomamente gli insetticidi seguono strettamente il paradigma dei pesticidi, che sta rapidamente fallendo a causa della resistenza dei parassiti agli insetticidi. Invece del modello inadeguato "un infestante-un prodotto chimico", l'ingegneria genetica propone un approccio "un infestante-un gene" dimostratosi sperimentalmente fallimentare, dato che le specie infestanti si adattano rapidamente e sviluppano resistenza all'insetticida presente nella pianta (Alstad e Andow, 1995). Le nuove varietà non soltanto falliranno nel breve-medio termine, malgrado i cosiddetti programmi volontari per la gestione delle resistenze (Mallet e Porter, 1992), ma allo stesso tempo potranno rendere inutile il pesticida naturale "Bt", a cui si affidano gli agricoltori biologici e coloro che desiderano ridurre la dipendenza da prodotti chimici. Le coltivazioni Bt violano il principio basilare e largamente accettato della "lotta integrata" (IPM, Integrated Pest Management, N.d.T.), secondo cui l'utilizzo di una qualunque singola tecnologia di trattamento contro infestanti tende ad attivare cambiamenti nelle specie infestanti o l'evoluzione di resistenza attraverso uno o più meccanismi (NRC, 1996). In generale, maggiore è la pressione selettiva sugli infestanti nel tempo e nello spazio, più rapida e profonda risulta la loro risposta evolutiva. Un'ovvia ragione a favore dell'adozione del principio IPM è la riduzione dell'esposizione dell'infestante ai pesticidi, con conseguente ritardo dell'evoluzione della resistenza. Quando invece il pesticida è prodotto dalla pianta stessa l'esposizione dell'infestante, da minima e occasionale, diviene massiccia e continuativa, accelerando grandemente l'evoluzione della resistenza (Gould, 1994). Bt diverrà rapidamente inutile, sia come caratteristica dei nuovi semi, sia come prodotto di emergenza irrorato quando necessario dagli agricoltori che desiderano farla finita con i pesticidi (Pimentel et al., 1989).

7. La competizione globale per i mercati porta le imprese a diffondere massicciamente le piantagioni transgeniche nel mondo (più di 30 milioni di ettari nel 1998) senza adeguati test preventivi sull'impatto a breve o lungo termine su salute umana e ecosistemi. Negli Stati Uniti, le pressioni del settore privato hanno indotto la Casa Bianca a decretare la "non sostanziale differenza" fra semi alterati e normali, così da eludere le normali sperimentazioni previste da FDA (Food and Drug Administration, N.d.T.) e EPA (Environmental Protection Agency, N.d.T.). Documenti riservati resi pubblici in un procedimento legale hanno rivelato che gli stessi scienziati dell'FDA non concordano con questa risoluzione. Una ragione è che molti scienziati sono preoccupati delle minacce che l'utilizzo su larga scala delle coltivazioni transgeniche pone alla sostenibilità dell'agricoltura (Goldberg, 1992; Paoletti e Pimentel, 1996; Snow e Moran, 1997; Rissler e Mellon, 1996; Kendall et al., 1997; Royal Society 1998):

a. La tendenza a creare vasti mercati internazionali per singoli prodotti semplifica i sistemi di coltivazione e crea uniformità genetica nei paesaggi rurali. La storia ha mostrato che vaste aree poste a monocoltura sono molto vulnerabili a nuovi ceppi di agenti patogeni o parassiti. Inoltre, l'utilizzo diffuso di varietà transgeniche omogenee condurrà inevitabilmente ad una "erosione genetica", poiché le varietà locali utilizzate da migliaia di agricoltori nei paesi in via di sviluppo verranno sostituite dai nuovi semi (Robinson, 1996).

b. L'utilizzo di piante resistenti agli erbicidi riduce la possibilità di diversificazione delle coltivazioni, riducendo così l'agrobiodiversità nel tempo e nello spazio (Altieri, 1994).

c. Il trasferimento potenziale di geni dalle varietà resistenti agli erbicidi alle corrispondenti varietà selvatiche o semidomestiche può portare alla creazione di superinfestanti (Lutman, 1999).

d. Le varietà resistenti agli erbicidi potrebbero divenire pericolosi infestanti per altre colture (Duke, 1996; Holt e Le Baron, 1990).

e. L'utilizzo consistente di varietà Bt influisce sugli organismi non bersaglio e sui processi ecologici. Recenti prove mostrano che la tossina Bt può colpire insetti predatori benefici che si nutrono di parassiti presenti nelle piante Bt (Hilbeck et al., 1998), e che il polline di queste ultime trasportato dal vento e posato sulla vegetazione naturale circostante i campi transgenici può uccidere insetti non bersaglio, come la farfalla monarca (Losey et al., 1999). Inoltre, la tossina Bt presente nel fogliame seppellito dall'aratura dopo la raccolta può rimanere aderente ai colloidi del terreno fino a 3 mesi, incidendo negativamente sulle popolazioni di invertebrati che decompongono la materia organica e svolgono altri importanti ruoli ecologici (Donnegan et al., 1995; Palm et al., 1996).

f. La ricombinazione dei vettori potrebbe generare nuovi aggressivi ceppi virali, in particolare in piante transgeniche modificate con geni virali per indurre resistenza a virus. In piante contenenti geni che codificano per le proteine di rivestimento, vi è la possibilità che tali geni vengano raccolti da virus già presenti nella pianta e non correlati con i precedenti. In tali situazioni, il gene estraneo modifica la struttura del rivestimento dei virus e può conferire proprietà quali la capacità di cambiare via di trasmissione tra piante. Il secondo rischio potenziale è che la ricombinazione fra l'RNA del virus e un RNA virale all'interno della varietà transgenica potrebbe produrre un nuovo agente patogeno, provocando gravi malattie. Alcuni ricercatori hanno mostrato che in certe piante transgeniche la ricombinazione ha luogo, e che essa produce, sotto certe condizioni, un nuovo ceppo virale con diverso spettro di suscettibilità (Steinbrecher, 1996). La teoria ecologica prevede che l'omologazione su larga scala del paesaggio con colture transgeniche accentuerà i problemi ecologici già associati alla monocoltura. Non è detto che l'espansione incontestata di questa tecnologia nei paesi del terzo mondo sia saggia o desiderabile. La diversità agricola di molti di questi paesi è un punto di forza, e non dovrebbe essere inibita o ridotta da una monocoltura estensiva, in particolare se questa produce seri problemi sociali e ambientali (Altieri, 1996). Sebbene la questione dei rischi ecologici sia stata discussa nel governo e nei circoli internazionali e scientifici, i dibattiti sono spesso stati portati avanti in una prospettiva angusta, che ha minimizzato la serietà dei rischi (Kendall et al., 1997; Royal Society, 1998). Infatti, non sono stati compiutamente sviluppati metodi per la valutazione del rischio delle coltivazioni transgeniche (Kjellsson e Simmsen, 1994) e vi è una giustificata preoccupazione sul fatto che gli attuali test di biosicurezza sul campo dicano poco sui potenziali rischi ambientali associati alla produzione su scala commerciale delle piante transgeniche. La preoccupazione maggiore riguarda le pressioni internazionali verso la conquista di mercati e profitti: esse fanno sì che le imprese diffondano troppo rapidamente i prodotti transgenici senza una adeguata considerazione dell'impatto a lungo termine sulle persone e sull'ecosistema.

8. Sono ancora senza risposta molti interrogativi ecologici sull'impatto delle coltivazioni transgeniche. Molti gruppi ambientalisti hanno sostenuto la creazione di una regolamentazione adatta a mediare la sperimentazione e la diffusione dei prodotti transgenici, compensare i rischi ambientali ed esigere una migliore valutazione e comprensione dei problemi ecologici associati all'ingegneria genetica. E' una questione cruciale, poiché molti risultati emersi dalla performance ambientale delle coltivazioni transgeniche finora diffuse, suggeriscono che nello sviluppo di "piante resistenti" è necessario testare non solamente gli effetti diretti sugli infestanti bersaglio, ma anche gli effetti indiretti sulla pianta (ad es. crescita, potere nutritivo, cambiamenti metabolici), sul suolo e sugli organismi non bersaglio. Sfortunatamente, i fondi per la ricerca sulla valutazione dei rischi ambientali sono molto limitati. Ad esempio, l'USDA spende in valutazione del rischio soltanto l'1% dei fondi assegnati alla ricerca

biotecnologica, circa 1-2 milioni di dollari l'anno. Dato l'attuale livello di sviluppo delle piante geneticamente modificate, tali risorse non sono sufficienti neppure per mettere a nudo la punta dell'iceberg. E' tragico che milioni di ettari di terra siano stati coltivati senza appropriati standard di biosicurezza. Su scala mondiale, tale superficie si è espansa considerevolmente nel 1998 raggiungendo i 6.3 milioni di acri di cotone, 20.8 milioni di acri di grano e 36.3 milioni di acri di soia transgenici, promossi da accordi di marketing e distribuzione stipulati da imprese produttrici e venditrici (ad es. la Ciba Seeds con Growmark e Mycogen Plant Sciences con Cargill), in mancanza di regolamentazione in molti paesi in via di sviluppo. L'inquinamento genetico, contrariamente alle fuoriuscite di petrolio, non può essere controllato circondandolo con barriere: i suoi effetti sono irreparabili, e possono divenire permanenti. Come nel caso dei pesticidi banditi nei paesi occidentali e utilizzati nel Sud, non vi è ragione di supporre che le imprese biotecnologiche assumeranno i costi ambientali e sanitari associati all'uso massiccio di coltivazioni transgeniche nel Sud del mondo.

9. Poiché il settore privato ha esercitato un dominio sempre crescente nel miglioramento delle biotecnologie, il settore pubblico ha dovuto investire una parte sempre crescente delle sue scarse risorse nel miglioramento delle competenze biotecnologiche nelle pubbliche istituzioni, inclusa la CGIAR (Consultative Group on International Agriculture Research, N.d.T.), e nel valutare e reagire sempre meglio alle sfide poste dall'incorporazione delle tecnologie del settore privato negli attuali sistemi di coltivazione. Tali fondi potrebbero essere utilizzati molto più efficacemente per espandere il sostegno alla ricerca agricola ecologica, dato che tutti i problemi biologici a cui la biotecnologia mira possono essere risolti mediante un approccio agroecologico. I notevolissimi effetti della rotazione delle colture e della policoltura sulla salute e la produttività delle coltivazioni, così come l'utilizzo di agenti biologici per il controllo degli infestanti sono stati ripetutamente confermati dalla ricerca scientifica. Il problema è che la ricerca nelle pubbliche istituzioni riflette sempre di più gli interessi dei finanziatori privati, a spese della ricerca pubblica su controllo biologico, sistemi di produzione biologica e tecniche generali agroecologiche. La società civile deve sollecitare un incremento della ricerca sulle alternative alla biotecnologia da parte delle università e delle altre organizzazioni pubbliche (Krimsky e Wrubel, 1996). Vi è anche la pressante necessità di opporsi al sistema di brevettazione e ai diritti di proprietà intellettuale, insiti nel WTO, che non solo danno il diritto alle multinazionali di impadronirsi e brevettare le risorse genetiche, ma che anche accrescono la velocità alla quale le forze del mercato favoriscono la monocoltura con varietà transgeniche geneticamente uniformi. Basandosi sulla storia e sulla teoria ecologica, non è difficile prevedere l'impatto negativo di tale semplificazione ambientale sulla salute dell'agricoltura moderna (Altieri, 1996).

10. Sebbene possano esservi utili applicazioni della biotecnologia (ad es. la creazione di varietà resistenti alla siccità o alla competizione di piante infestanti), perché i

caratteri desiderabili sono poligenici e difficili da trattare, queste innovazioni richiedono almeno 10 anni per essere pronti all'utilizzo in campo. Una volta disponibili, e se i contadini potranno permetterseli, il loro contributo all'incremento delle rese sarà del 20-35%; il resto dell'incremento deve provenire dalla gestione dei sistemi agricoli. Molto del cibo necessario può essere prodotto da piccoli contadini situati ovunque nel mondo, utilizzando tecnologie agroecologiche (Uphoff e Altieri, 1999). Infatti, nuovi approcci di sviluppo rurale e tecnologie a basso input condotti da contadini e ONG nel mondo stanno già dando un contributo significativo alla sicurezza alimentare a livello familiare, nazionale e regionale in Africa, Asia e America latina (Pretty, 1995). Gli incrementi di resa saranno ottenuti utilizzando approcci tecnologici, basati su principi agroecologici che sottolineano la diversità, la sinergia, il riciclaggio e l'integrazione, e su processi sociali che pongono l'accento sulla partecipazione comunitaria e la capacità di decidere autonomamente (Rossett, 1999). Quando tali caratteristiche sono ottimizzate, possono essere ottenuti l'incremento delle rese, la stabilità della produzione, e un insieme di benefici ecologici quali la conservazione della biodiversità, la ricostituzione dei suoli e delle acque, migliori meccanismi naturali di controllo degli infestanti ecc. (Altieri et al., 1998). Questi risultati sono un importante passo in avanti verso la sicurezza alimentare e la difesa dell'ambiente nei paesi in via di sviluppo, ma la loro diffusione dipende da investimenti, politiche, sostegno istituzionale e cambiamenti di atteggiamento da parte del potere politico e della comunità scientifica, e in particolare da parte del CGIAR, che dovrebbe dedicare i suoi maggiori sforzi all'assistenza di 320 milioni di contadini poveri che vivono in ambienti marginali. La mancanza di promozione di una ricerca e uno sviluppo agricoli centrati sulla persona, a causa di stornamenti di fondi e competenze verso la biotecnologia, farà perdere un'opportunità storica di elevare la produttività agricola in modi economicamente praticabili, favorevoli dal punto di vista ambientale e socialmente qualificanti.

Riferimenti bibliografici

Alstad, D.N. and D.A. Andow (1995), *Managing the Evolution of Insect Resistance to Transgenic Plants*. Science 268, 1894-1896. Altieri, M.A. (1994), *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*. Haworth Press, New York. Altieri, M.A. (1996): *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press, Boulder. Altieri, M.A., P. Rosset and L.A. Thrupp, 1998: *The potential of agroecology to combat hunger in the developing world*. 2020 Brief 55. International Food Policy Research Institute, Washington DC. Benbrook, C. 1999: *World food system challenges and opportunities: GMOs, biodiversity and lessons from America's heartland* (unpub. manuscript). Busch, L., W.B. Lacey, J. Burkhardt and L. Lacey (1990): *Plants, Power and Profit*. Basil Blackwell, Oxford. Casper, R. and J. Landsmann (1992): *The biosafety results of field tests of genetically modified plants and microorganisms*. Proceedings of the Second International Symposium Goslar, Germany, p. 296. Donnegan, K.K., C.J. Palm, V.J. Fieland, L.A. Porteous, L.M. Ganis, D.L. Scheller and R.J. Seidler (1995): *Changes in*

levels, species, and DNA fingerprints of soil micro organisms associated with cotton expressing the *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* endotoxin. *Applied Soil Ecology* 2, 111-124. Duke, S.O. (1996): Herbicide resistant crops: agricultural, environmental, economic, regulatory, and technical aspects, p. 420. Lewis Publishers, Boca Raton.

Goldberg, R.J. (1992): Environmental Concerns with the Development of Herbicide-Tolerant Plants. *Weed Technology* 6, 647-652. Gould, F. (1994) Potential and Problems with High- Dose Strategies for Pesticidal Engineered Crops. *Biocontrol Science and Technology* 4, 451-461. Hilbeck, A., M. Baumgartner, P.M. Fried, and F. Bigler (1998): Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* Neuroptera:Chrysopidae). *Environmental Entomology* 27, 460-487. Hobbelink, H. (1991): Biotechnology and the future of world agriculture. Zed Books, Ltd., London. p. 159. Holt, J.S. and H.M. Le Baron (1990): Significance and distribution of herbicide resistance. *Weed Technol.* 4, 141-149. James, C. (1997): Global Status of Transgenic Crops in 1997. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Application. p. 30. ISSA Briefs, Ithaca.

Kendall, H.W., R. Beachy, T. Eismer, F. Gould, R. Herdt, P.H. Ravon, J Schell and M.S. Swaminathan (1997): Bioengineering of crops. Report of the World Bank Panel on Transgenic Crops, World Bank, Washington, D.C. p. 30. Kennedy, G.G. and M.E. Whalon (1995): Managing Pest Resistance to *Bacillus thuringiensis* Endotoxins: constraints and incentives to implementation. *Journal of Economic Entomology* 88, 454-460. Kjellsson, G and V. Simonsen (1994): Methods for risk assessment of transgenic plants, p. 214. Birkhauser Verlag, Basil. Krinsky, S. and R.P. Wrubel (1996): Agricultural Biotechnology and the Environment: science, policy and social issues. University of Illinois Press, Urbana. Lappe, F.M., J. Collins and P. Rosset (1998): World Hunger: twelve myths, p. 270. Grove Press, NY. Lappe, M and B. Bailey 1998: Against the grain: biotechnology and the corporate takeover of food. Common Courage Press, Monroe, Maine. Liu, Y.B., B.E. Tabashnik, T.J. Dennehy, A.L. Patin, and A.C. Bartlett (1999): Development time and resistance to Bt crops. *Nature* 400, 519. Losey, J.J.E., L.S. Rayor and M.E. Carter (1999): Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399, 214. Lutman, P.J.W. (ed.) (1999): Gene flow and agriculture: relevance for transgenic crops. British Crop Protection Council Symposium Proceedings No. 72. Staffordshire, England. Mallet, J. and P. Porter (1992): Preventing insect adaptations to insect resistant crops: are seed mixtures or refugia the best strategy? *Proc. R. Soc. London Ser. B. Biol. Sci.* 250. 165-169 National Research Council (1996): Ecologically Based Pest Management. National Academy of Sciences, Washington DC. Palm, C.J., D.L. Schaller, K.K. Donegan and R.J. Seidler (1996): Persistence in Soil of Transgenic Plant Produced *Bacillus thuringiensis* var. *Kustaki* endotoxin. *Canadian Journal of Microbiology* (in stampa). Paoletti, M.G. and D. Pimentel (1996): Genetic Engineering in Agriculture and the Environment: assessing risks and benefits. *BioScience* 46, 665-671. Pimentel, D., M.S. Hunter, J.A. LaGro, R.A. Efroymsen, J.C. Landers, F.T. Mervis, C.A. McCarthy and A.E. Boyd (1989): Benefits and Risks of genetic Engineering in Agriculture. *BioScience* 39, 606-614. Pretty, J.: Regenerating agriculture: Policies and

practices for sustainability and self-reliance. Earthscan., London. Rissler, J. and M. Mellon (1996): *The Ecological Risks of Engineered Crops*. MIT Press, Cambridge. Robinson, R.A. (1996): *Return to Resistance: breeding crops to reduce pesticide resistance*. AgAccess, Davis. Rosset, P. 1999: *The multiple functions and benefits of small farm agriculture in the context of global trade negotiations*. Institute for Food and Development Policy, Food First Policy Brief No.4. Royal Society (1998): *Genetically modified plants for food use*. Statement 2/98, p. 16. London. Snow, A.A. and P. Moran (1997): *Commercialization of transgenic plants: potential ecological risks*. *BioScience* 47, 86-96. Steinbrecher, R.A. (1996): *From Green to Gene Revolution: the environmental risks of genetically engineered crops*. *The Ecologist* 26, 273-282. United States Department of Agriculture (1999): *Genetically Engineered Crops for Pest Management*. USDA Economic Research Service, Washington, DC. Uphoff, N and Altieri, M.A. 1999: *Alternatives to conventional modern agriculture for meeting world food needs in the next century*. Report of a Bellagio Conference. Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development. Ithaca, NY.

(segue testo originale "Ten reasons...") -----

Ten reasons why biotechnology will not ensure food security, protect the environment and reduce poverty in the developing world

Miguel A. Altieri, University of California, Berkeley and Peter Rosset, Food First/Institute for Food and Development Policy, Oakland, California

(Also available en español)

October 1999

Biotechnology companies often claim that genetically modified

organisms (GMOs) -- specifically genetically altered seeds --

are essential scientific breakthroughs needed to feed the world, protect the environment, and reduce poverty in developing countries. This view rests on two critical assumptions, both of which we question. The first is that hunger is due to a gap between food production and human population density or growth rate. The second is that genetic engineering is the only or best way to increase agricultural production and thus meet

future food needs.

Our objective is to challenge the notion of biotechnology as a magic bullet solution to all of agriculture's ills, by clarifying misconceptions concerning these underlying assumptions.

1. There is no relationship between the prevalence of hunger in a given country and its population. For every densely populated and hungry nation like Bangladesh or Haiti, there is a sparsely populated and hungry nation like Brazil and Indonesia. The world today produces more food per inhabitant than ever before. Enough is available to provide 4.3 pounds every person everyday: 2.5 pounds of grain, beans and nuts, about a pound of meat, milk and eggs and another of fruits and vegetables. The real causes of hunger are poverty, inequality and lack of access. Too many people are too poor to buy the food that is available (but often poorly distributed) or lack the land and resources to grow it themselves (Lappe, Collins and Rosset 1998).

2. Most innovations in agricultural biotechnology have been profit-driven rather than need-driven. The real thrust of the genetic engineering industry is not to make third world agriculture more productive, but rather to generate profits (Busch et al 1990). This is illustrated by reviewing the principle technologies on the market today: a) herbicide resistant crops such as Monsanto's "Roundup Ready" soybeans, seeds that are tolerant to Monsanto's herbicide Roundup, and b) "Bt" crops which are engineered to produce their own insecticide. In the first instance, the goal is to win a greater herbicide market-share for a proprietary product and in the second to boost seed sales at the cost of damaging the usefulness of a key pest management product (the *Bacillus thuringiensis* based microbial insecticide) relied upon by many farmers, including most organic farmers, as a powerful alternative to insecticides. These technologies respond to the need of biotechnology companies to intensify farmers' dependence upon seeds protected by so-called "intellectual property rights," which conflict directly with the age-old rights of farmers to reproduce, share or store seeds (Hobbelink 1991). Whenever possible corporations will require farmers to buy company's brand of inputs and will forbid farmers from keeping or selling seed. By controlling germplasm from seed to sale, and by forcing farmers to pay inflated prices for seed-chemical packages, companies are determined to extract the most profit from their investment (Krimsky and Wrubel 1996).

3. The integration of the seed and chemical industries appears destined to accelerate increases in per acre expenditures for seeds plus chemicals, delivering significantly lower returns to growers. Companies developing herbicide tolerant crops are trying to shift as much per acre cost as possible from the herbicide onto the seed via seed costs and/or technology charges. Increasingly price reductions for herbicides will be limited to growers purchasing technology packages. In Illinois, the adoption of herbicide resistant crops makes for the most expensive soybean seed-plus-weed management system in modern history -between \$40.00 and \$60.00 per acre depending on rates, weed pressure, etc. Three years ago, the average seed-plus-weed

control costs on Illinois farms was \$26 per acre, and represented 23% of variable costs; today they represent 35-40% (Benbrook 1999). Many farmers are willing to pay for the simplicity and robustness of the new weed management system, but such advantages may be short-lived as ecological problems arise.

4. Recent experimental trials have shown that genetically engineered seeds do not increase the yield of crops. A recent study by the USDA Economic Research Service shows that in 1998 yields were not significantly different in engineered versus non-engineered crops in 12 of 18 crop/region combinations. In the six crop/region combinations where Bt crops or HRCs fared better, they exhibited increased yields between 5-30%. Glyphosate tolerant cotton showed no significant yield increase in either region where it was surveyed. This was confirmed in another study examining more than 8,000 field trials, where it was found that Roundup Ready soybean seeds produced fewer bushels of soybeans than similar conventionally bred varieties (USDA 1999).

5. Many scientists claim that the ingestion of genetically engineered food is harmless. Recent evidence however shows that there are potential risks of eating such foods as the new proteins produced in such foods could: act themselves as allergens or toxins, alter the metabolism of the food producing plant or animal, causing it to produce new allergens or toxins, or reduce its nutritional quality or value as in the case of herbicide resistant soybeans that contained less isoflavones, an important phytoestrogen present in soybeans, believed to protect women from a number of cancers. At present there is a situation in many developing countries importing soybean and corn from USA, Argentina and Brasil, in which genetically engineered foods are beginning to flood the markets, and no one can predict all their health effects on consumers, most unaware that they are eating such food. Because genetically engineered food remains unlabeled, consumers cannot discriminate between GE and non-GE food, and should serious health problems arise, it will be extremely difficult to trace them to their source. Lack of labeling also helps to shield the corporations that could be potentially responsible from liability (Lappe and Bailey, 1998).

6. Transgenic plants which produce their own insecticides closely follow the pesticide paradigm, which is itself rapidly failing due to pest resistance to insecticides. Instead of the failed "one pest-one chemical" model, genetic engineering emphasizes a "one pest-one gene" approach, shown over and over again in laboratory trials to fail, as pest species rapidly adapt and develop resistance to the insecticide present in the plant (Alstad and Andow 1995). Not only will the new varieties fail over the short-to-medium term, despite so-called voluntary resistance management schemes (Mallet and Porter 1992), but in the process may render useless the natural pesticide "Bt," which is relied upon by organic farmers and others desiring to reduce chemical dependence. Bt crops violate the basic and widely accepted principle of "integrated pest

management" (IPM), which is that reliance on any single pest management technology tends to trigger shifts in pest species or the evolution of resistance through one or more mechanisms (NRC 1996). In general the greater the selection pressure across time and space, the quicker and more profound the pests evolutionary response. An obvious reason for adopting this principle is that it reduces pest exposure to pesticides, retarding the evolution of resistance. But when the product is engineered into the plant itself, pest exposure leaps from minimal and occasional to massive and continuous exposure, dramatically accelerating resistance (Gould 1994). Bt will rapidly become useless, both as a feature of the new seeds and as an old standby sprayed when needed by farmers that want out of the pesticide treadmill (Pimentel et al 1989).

7. The global fight for market share markets is leading companies to massively deploy transgenic crops around the world (more than 30 million hectares in 1998) without proper advance testing of short- or long-term impacts on human health and ecosystems. In the U.S., private sector pressure led the White House to decree "no substantial difference" between altered and normal seeds, thus evading normal FDA and EPA testing. Confidential documents made public in an on-going class action lawsuit have revealed that the FDA's own scientists do not agree with this determination. One reason is that many scientists are concerned that the large scale use of transgenic crops poses a series of environmental risks that threaten the sustainability of agriculture (Goldberg, 1992; Paoletti and Pimentel 1996; Snow and Moran 1997; Rissler and Mellon 1996; Kendall et al 1997 and Royal Society 1998):

- a. The trend to create broad international markets for single products, is simplifying cropping systems and creating genetic uniformity in rural landscapes. History has shown that a huge area planted to a single crop variety is very vulnerable to new matching strains of pathogens or insect pests. Furthermore, the widespread use of homogeneous transgenic varieties will unavoidably lead to "genetic erosion," as the local varieties used by thousands of farmers in the developing world are replaced by the new seeds (Robinson 1996).
- b. The use of herbicide resistant crops undermine the possibilities of crop diversification thus reducing agrobiodiversity in time and space (Altieri 1994).
- c. The potential transfer through gene flow of genes from herbicide resistant crops to wild or semidomesticated relatives can lead to the creation of superweeds (Lutman 1999).
- d. There is potential for herbicide resistant varieties to become serious weeds in other crops (Duke 1996, Holt and Le baron 1990).
- e. Massive use of Bt crops affects non-target organisms and ecological processes. Recent evidence shows that the Bt toxin can affect beneficial insect predators that feed on insect pests present on Bt crops (Hilbeck et al 1998), and that windblown pollen from Bt crops found on natural vegetation surrounding transgenic fields can kill non-target insects such as the monarch butterfly (Losey et al 1999). Moreover, Bt toxin present in crop foliage plowed under after harvest can adhere to soil colloids for up to 3 months, negatively affecting the soil invertebrate populations that break down

organic matter and play other ecological roles (Donnegan et al 1995 and Palm et al 1996). f. There is potential for vector recombination to generate new virulent strains of viruses, especially in transgenic plants engineered for viral resistance with viral genes. In plants containing coat protein genes, there is a possibility that such genes will be taken up by unrelated viruses infecting the plant. In such situations, the foreign gene changes the coat structure of the viruses and may confer properties such as changed method of transmission between plants. The second potential risk is that recombination between RNA virus and a viral RNA inside the transgenic crop could produce a new pathogen leading to more severe disease problems. Some researchers have shown that recombination occurs in transgenic plants and that under certain conditions it produces a new viral strain with altered host range (Steinbrecher 1996). Ecological theory predicts that the large-scale landscape homogenization with transgenic crops will exacerbate the ecological problems already associated with monoculture agriculture. Unquestioned expansion of this technology into developing countries may not be wise or desirable. There is strength in the agricultural diversity of many of these countries, and it should not be inhibited or reduced by extensive monoculture, especially when consequences of doing so results in serious social and environmental problems (Altieri 1996). Although the ecological risks issue has received some discussion in government, international, and scientific circles, discussions have often been pursued from a narrow perspective that has downplayed the seriousness of the risks (Kendall et al. 1997; Royal Society 1998). In fact methods for risk assessment of transgenic crops are not well developed (Kjellsson and Simmsen 1994) and there is justifiable concern that current field biosafety tests tell little about potential environmental risks associated with commercial-scale production of transgenic crops. A main concern is that international pressures to gain markets and profits is resulting in companies releasing transgenic crops too fast, without proper consideration for the long-term impacts on people or the ecosystem.

8. There are many unanswered ecological questions regarding the impact of transgenic crops. Many environmental groups have argued for the creation of suitable regulation to mediate the testing and release of transgenic crops to offset environmental risks and demand a much better assessment and understanding of ecological issues associated with genetic engineering. This is crucial as many results emerging from the environmental performance of released transgenic crops suggest that in the development of "resistant crops", not only is there a need to test direct effects on the target insect or weed, but the indirect effects on the plant (i.e. growth, nutrient content, metabolic changes), soil, and non-target organisms. Unfortunately, funds for research on environmental risk assessment are very limited. For example, the USDA spends only 1% of the funds allocated to biotechnology research on risk assessment, about \$1-2 million per year. Given the current level of deployment of genetically engineered plants, such resources are not enough to even

discover the "tip of the iceberg". It is a tragedy-in-the-making that so many millions of hectares have been planted without proper biosafety standards. Worldwide, such acreage expanded considerably in 1998 with transgenic cotton reaching 6.3 million acres, transgenic corn: 20.8 million acres and soybean: 36.3 million acres, helped along by marketing and distribution agreements entered into by corporations and marketers (i.e. Ciba Seeds with Growmark and Mycogen Plant Sciences with Cargill), in the absence of regulations in many developing countries. Genetic pollution, unlike oil spills, cannot be controlled by throwing a boom around it, and thus its effects are non-retrievable and may be permanent. As in the case of pesticides banned in Northern countries and applied in the South, there is no reason to assume that biotechnology corporations will assume the environmental and health costs associated with the massive use of transgenic crops in the South.

9. As the private sector has exerted more and more dominance in advancing new biotechnologies, the public sector has had to invest a growing share of its scarce resources in enhancing biotechnological capacities in public institutions including the CGIAR and in evaluating and responding to the challenges posed by incorporating private sector technologies into existing farming systems. Such funds would be much better used to expand support for ecologically based agricultural research, as all the biological problems that biotechnology aims at can be solved using agroecological approaches. The dramatic effects of rotations and intercropping on crop health and productivity, as well as of the use of biological control agents on pest regulation have been confirmed repeatedly by scientific research. The problem is that research at public institutions increasingly reflects the interests of private funders at the expense of public good research such as biological control, organic production systems and general agroecological techniques. Civil society must request for more research on alternatives to biotechnology by universities and other public organizations (Krimsky and Wrubel 1996). There is also an urgent need to challenge the patent system and intellectual property rights intrinsic to the WTO which not only provide multinational corporations with the right to seize and patent genetic resources, but that will also accelerate the rate at which market forces already encourage monocultural cropping with genetically uniform transgenic varieties. Based on history and ecological theory, it is not difficult to predict the negative impacts of such environmental simplification on the health of modern agriculture (Altieri 1996).

10. Although there may be some useful applications of biotechnology (i.e. the breeding drought resistant varieties or crops resistant to weed competition), because these desirable traits are polygenic and difficult to engineer, these innovations will take at least 10 years to be ready for field use. Once available and if farmers can afford them, the contribution to yield enhancement of such varieties will be between 20-35%; the rest of yield increases must come from agricultural management. Much of the needed food can be produced by small farmers located throughout the world using agroecological technologies (Uphoff and Altieri 1999). In fact, new rural

development approaches and low-input technologies spearheaded by farmers and NGOs around the world are already making a significant contribution to food security at the household, national and regional levels in Africa, Asia and Latin America (Pretty 1995). Yield increases are being achieved by using technological approaches, based on agroecological principles that emphasize diversity, synergy, recycling and integration; and social processes that emphasize community participation and empowerment (Rosset 1999). When such features are optimized, yield enhancement and stability of production are achieved, as well as a series of ecological services such as conservation of biodiversity, soil and water restoration and conservation, improved natural pest regulation mechanisms, etc (Altieri et al 1998). These results are a breakthrough for achieving food security and environmental preservation in the developing world, but their potential and further spread depends on investments, policies, institutional support and attitude changes on the part of policy makers and the scientific community, especially the CGIAR who should devote much of its efforts to assist the 320 million poor farmers living in marginal environments. Failure to promote such people-centered agricultural research and development due to diversion of funds and expertise to biotechnology, will forego a historical opportunity to raise agricultural productivity in economically viable, environmentally benign and socially uplifting ways.

REFERENCES

Alstad, D.N. and D.A. Andow (1995) Managing the Evolution of Insect Resistance to Transgenic Plants. *Science* 268, 1894-1896.

Altieri, M.A. (1994) *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*. Haworth Press, New York.

Altieri, M.A. (1996) *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press, Boulder.

Altieri, M.A., P.Rosset and L.A. Thrupp. 1998 . The potential of agroecology to combat hunger in the developing world. 2020 Brief 55. International Food policy research Institute. Washington DC.

Benbrook, C. 1999 *World food system challenges and opportunities: GMOs, biodiversity and lessons from America's heartland* (unpub. manuscript).

Busch, L., W.B. Lacey, J. Burkhardt and L. Lacey (1990) *Plants, Power and Profit*. Basil Blackwell, Oxford.

Casper, R. and J Landsmann (1992) The biosafety results of field tests of genetically modified plants and microorganisms. *Proceedings of the Second International Symposium Goslar, Germany*, p. 296.

Donnegan, K.K., C.J. Palm, V.J. Field, L.A. Porteous, L.M. Ganis, D.L. Scheller and R.J. Seidler (1995) Changes in levels, species, and DNA fingerprints of soil microorganisms associated with cotton expressing the *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* endotoxin. *Applied Soil Ecology* 2, 111-124.

Duke, S.O. (1996) *Herbicide resistant crops: agricultural, environmental, economic, regulatory, and technical aspects*, p. 420. Lewis Publishers, Boca Raton.

Goldberg, R.J. (1992). Environmental Concerns with the Development of Herbicide-Tolerant Plants. *Weed Technology* 6, 647-652.

Gould, F. (1994) Potential and Problems with High- Dose Strategies for Pesticidal Engineered Crops. *Biocontrol Science and Technology* 4, 451-461.

Hilbeck, A., M. Baumgartner, P.M. Fried, and F. Bigler (1998) Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* Neuroptera:Chrysopidae). *Environmental Entomology* 27, 460-487.

Hobbelink, H. (1991) *Biotechnology and the future of world agriculture*. Zed Books, Ltd., London. p. 159.

Holt, J.S. and H.M. Le Baron (1990) Significance and distribution of herbicide resistance. *Weed Technol.* 4, 141-149.

James, C. (1997). *Global Status of Transgenic Crops in 1997*. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Application. p. 30. ISSA Briefs, Ithaca.

Kendall, H.W., R. Beachy, T. Eismer, F. Gould, R. Herdt, P.H. Ravon, J Schell and M.S. Swaminathan (1997) *Bioengineering of crops*. Report of the World Bank Panel on Transgenic Crops, World Bank, Washington, D.C. p. 30.

Kennedy, G.G. and M.E. Whalon (1995) Managing Pest Resistance to *Bacillus thuringiensis* Endotoxins: constraints and incentives to implementation. *Journal of Economic Entomology* 88, 454-460.

Kjellsson, G and V. Simonsen (1994) *Methods for risk assessment of transgenic plants*, p. 214. Birkhauser Verlag, Basil.

Krimsky, S. and R.P. Wrubel (1996) *Agricultural Biotechnology and the Environment: science, policy and social issues*. University of Illinois Press, Urbana.

Lappe, F.M., J. Collins and P. Rosset (1998). *World Hunger: twelve myths*, p. 270. Grove Press, NY.

Lappe, M and B. Bailey 1998. *Against the grain: biotechnology and the corporate takeover of food*. Common Courage Press, Monroe, Maine.

Liu, Y.B., B.E. Tabashnik, T.J. Dennehy, A.L. Patin, and A.C. Bartlett (1999) Development time and resistance to Bt crops. *Nature* 400, 519.

Losey, J.J.E., L.S. Rayor and M.E. Carter (1999) Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399, 214.

Lutman, P.J.W. (ed.) (1999) *Gene flow and agriculture: relevance for transgenic crops*. British Crop Protection Council Symposium Proceedings No. 72. Staffordshire, England.

Mallet, J. and P. Porter (1992) Preventing insect adaptations to insect resistant crops: are seed mixtures or refugia the best strategy? *Proc. R. Soc. London Ser. B. Biol. Sci.* 250. 165-169

National Research Council (1996) *Ecologically Based Pest Management*. National Academy of Sciences, Washington DC.

Palm, C.J., D.L. Schaller, K.K. Donegan and R.J. Seidler (1996) Persistence in Soil of Transgenic Plant Produced *Bacillus thuringiensis* var. *Kustaki* (-endotoxin. *Canadian Journal of Microbiology* (in press).

Paoletti, M.G. and D. Pimentel (1996) *Genetic Engineering in Agriculture and the Environment: assessing risks and benefits*. *BioScience* 46, 665-671.

Pimentel, D., M.S. Hunter, J.A. LaGro, R.A. Efroymson, J.C. Landers, F.T. Mervis, C.A. McCarthy and A.E. Boyd (1989) Benefits and Risks of genetic Engineering in Agriculture. *BioScience* 39, 606-614.

Pretty, J. *Regenerating agriculture: Policies and practices for sustainability and self-reliance*. Earthscan., London.

Rissler, J. and M. Mellon (1996) *The Ecological Risks of Engineered Crops*. MIT Press, Cambridge.

Robinson, R.A. (1996) *Return to Resistance: breeding crops to reduce pesticide resistance*. *AgAccess*, Davis.

Rosset, P. 1999 *The multiple functions and benefits of small farm agriculture in the context of global trade negotiations*. Institute for Food and Development Policy, Food First Policy Brief No.4.

Royal Society (1998) *Genetically modified plants for food use*. Statement 2/98, p. 16. London.

Snow, A.A. and P. Moran (1997) *Commercialization of transgenic plants: potential ecological risks*. *BioScience* 47, 86-96.

Steinbrecher, R.A. (1996) *From Green to Gene Revolution: the environmental risks of genetically engineered crops*. *The Ecologist* 26, 273-282.

United States Department of Agriculture (1999) *Genetically Engineered Crops for Pest Management*. USDA Economic Research Service, Washington, DC.

Uphoff, N and Altieri, M.A. 1999 *Alternatives to conventional modern agriculture for meeting world food needs in the next century*. Report of a Bellagio Conference. Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development. Ithaca, NY.