

Ingegneria

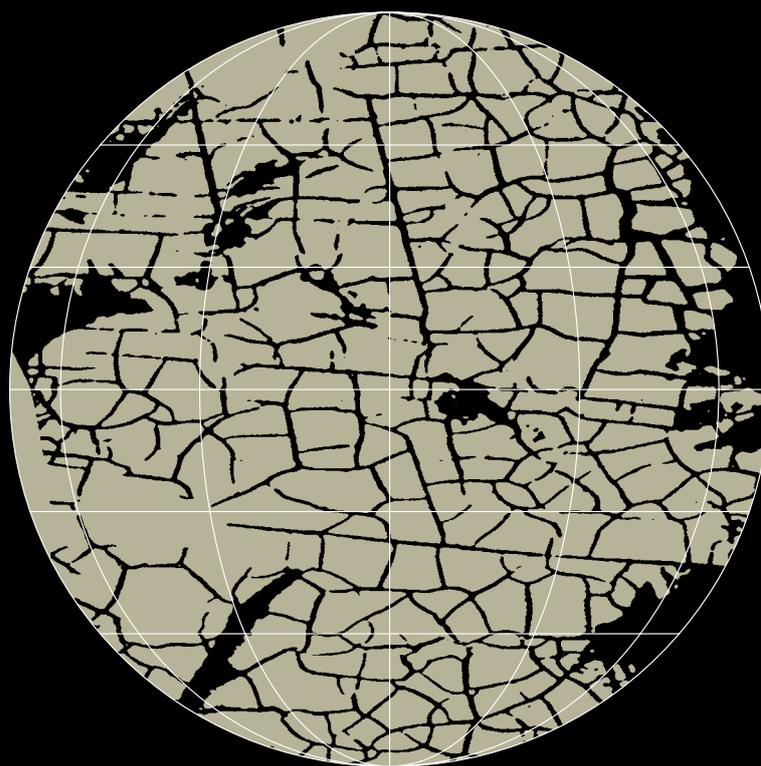
genetica e

Paesi in via di

Commissione federale d'etica
per la biotecnologia nel settore
non umano

sviluppo

Un contributo al dibattito
dal punto di vista etico



1 Introduzione	3
2 Situazione iniziale	5
2.1 Aumento delle applicazioni commerciali di OGM	5
2.2 Contesto politico	7
3 Una questione di giustizia globale	10
3.1 La situazione iniziale	10
3.2 Le dimensioni della giustizia	10
3.3 Le conseguenze dell'ingegneria genetica: una questione di giustizia globale	11
4 Considerazioni etiche concrete su ingegneria genetica e Paesi in via di sviluppo	13
4.1 Sicurezza alimentare	13
4.2 Sovranità alimentare	21
4.3 Biodiversità	23
4.4 Pace sociale	27
5 Conclusioni	29



1 Introduzione

Commissione federale d'etica per la biotecnologia nel settore non umano

La Commissione federale d'etica per la biotecnologia nel settore non umano (CENU) ha il compito di analizzare le conseguenze della biotecnologia e dell'ingegneria genetica in ambito non umano, di fornire consulenza, dal punto di vista etico, al Consiglio federale e alle autorità nelle loro attività legislative ed esecutive ed ha la facoltà di trattare di sua iniziativa delle tematiche di rilevanza etica. La CENU ha inoltre il compito di informare il pubblico sui temi di cui si occupa e di promuovere il dialogo in merito ai vantaggi e ai rischi legati alla biotecnologia e all'ingegneria genetica. La Commissione è stata istituita dal Consiglio federale il 27 aprile 1998.

Mentre alcuni sostengono che la diffusione dell'ingegneria genetica possa favorire la lotta contro la fame nei Paesi emergenti e in via di sviluppo, altri mettono in guardia dalle conseguenze negative che queste tecnologie potrebbero avere. Entrambi gli schieramenti si considerano allo stesso modo difensori delle popolazioni del «Sud».

Per Paesi emergenti e in via di sviluppo s'intendono i Paesi poveri del «Sud» che si differenziano non solo dai Paesi industrializzati del «Nord» ma anche fra di loro per i diversi livelli di sviluppo economico, sociale e tecnologico raggiunto. Non tutti i Paesi e le regioni di queste aree sono colpiti allo stesso modo da povertà, fame e carenze alimentari. Fra i Paesi emergenti e in via di sviluppo vi sono importanti produttori agricoli, ad esempio l'Argentina, Paesi dotati di numerose risorse genetiche, come ad esempio alcuni Paesi dell'America latina, e Paesi con risorse molto limitate, soprattutto nel continente africano. Esistono poi in parte notevoli differenze non solo fra i vari Paesi ma anche all'interno delle loro regioni.

Con il dibattito sulle conseguenze dell'ingegneria genetica nei Paesi emergenti e in via di sviluppo la Commissione federale d'etica per la biotec-

nologia nel settore non umano (CENU) intende fare luce su alcuni aspetti etici di rilevanza centrale e di fornire un contributo, da un punto di vista etico, all'orientamento della politica svizzera. La CENU è consapevole che il proprio contributo alla discussione non possa trattare le conseguenze dell'ingegneria genetica nei Paesi emergenti e in via di sviluppo in tutta la loro complessità. La valutazione dipende in larga misura dal contesto in cui vengono coltivate le piante utili GM, dalle condizioni climatiche ed ambientali, dalla disponibilità d'acqua, dalle infrastrutture, dai presupposti economici, politici e sociali e anche e soprattutto dalla legislazione vigente nei singoli Paesi. Questi fattori in parte si differenziano notevolmente da un Paese all'altro. La CENU ritiene che il proprio compito consista nel definire i valori etici che ritiene fondamentali e sulla base dei quali valutare le conseguenze dell'ingegneria genetica. Questi valori fondamentali sono riconosciuti universalmente, nei Paesi del Sud come in quelli del Nord. Nella presente pubblicazione la CENU si concentra tuttavia sul dibattito e sull'analisi di quelle argomentazioni che assumono una particolare rilevanza nel contesto dei Paesi emergenti e in via di sviluppo.



In una prima fase viene delineata la situazione preliminare al dibattito sulla scorta dei dati attuali relativi all'utilizzo degli organismi geneticamente modificati (OGM) in agricoltura. Si citano inoltre le più importanti condizioni generali per il contesto politico del dibattito. Su questa base ci si pone il problema della giustizia, ovvero degli obblighi morali dei cittadini del «Nord» nei confronti delle popolazioni e dei Paesi del «Sud». Ai fini delle considerazioni sulla giustizia, nel terzo capitolo vengono sviluppati e discussi gli aspetti etici. Nel capitolo successivo la CENU fornisce una valutazione della situazione e delle prospettive per il futuro, completandola con diverse raccomandazioni. Nell'ultimo capitolo vengono infine formulate delle raccomandazioni generali che riguardano tutti gli aspetti trattati.

Vista la complessità dell'argomento, il ricorso ad esperti esterni, che si sono messi a disposizione della CENU in qualità di periti e di interlocutori, è stato di enorme importanza per il dibattito interno alla commissione. I nostri ringraziamenti vanno in particolare a Katharina Jenny (Direzione dello sviluppo e della cooperazione, DSC) e Matthias Meyer (Segretariato di Stato dell'economia, seco) per il loro supporto e la loro disponibilità a condividere le loro conoscenze, a Jørgen Schlundt

(Organizzazione mondiale della sanità, OMS), Hansjürg Ambühl (DSC) e François Pythoud (Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio, UFAP) per le preziose informazioni e per i contributi al dibattito.



2 Situazione iniziale

2.1 Aumento delle applicazioni commerciali di OGM

Dal 1996 l'impiego commerciale delle piante utili GM è andato aumentando in modo significativo. Anche se finora le aspettative iniziali nei confronti della produttività economica di queste piante sono state disattese, si osserva un rapido incremento a livello mondiale delle superfici agricole coltivate con OGM. Nel 2003 sono stati coltivati OGM su oltre 65 milioni di ettari in un totale di 18 Paesi. Finora le caratteristiche ottenute mediante l'ingegneria genetica si concentrano sulla resistenza agli erbicidi e ai parassiti. Le altre caratteristiche ottenute con la manipolazione genetica per il momento non hanno alcuna rilevanza economica.

Nella coltivazione delle piante utili GM sono stati coinvolti circa 7 milioni di agricoltori. In molti casi si tratta di piccoli agricoltori privi di mezzi. Soltanto un terzo dei prodotti GM vengono coltivati nel Sud, soprattutto in Argentina, Brasile e Cina e in parte minore in Sudafrica e in India. I restanti due terzi provengono soprattutto dagli USA e dal Canada. Finora soltanto pochi prodotti vengono commercializzati su vasta scala come OGM: la soia, il mais, il cotone e l'olio di colza. La percentuale della soia GM corrisponde al 51% del merca-

to mondiale, quella del mais al 9%, del cotone al 20% e della colza al 12%. Ad eccezione del mais, che rappresenta un alimento di base nell'Africa orientale e meridionale, queste piante utili hanno un ruolo secondario nell'alimentazione delle popolazioni dei Paesi emergenti e in via di sviluppo. Nei Paesi industrializzati la maggior parte della soia e del mais GM viene impiegata come mangimi.

Diversa è la situazione dell'ingegneria genetica verde in Cina, dove, al contrario degli altri Paesi, la ricerca genetica nell'ambito dell'agricoltura viene finanziata esclusivamente dallo Stato. In questo Paese la gamma delle piante GM è molto più ampia: oltre al cotone, che rappresenta ormai più della metà della produzione cinese, vengono coltivati in particolare i pomodori e i peperoni verdi. Sono in corso delle sperimentazioni avanzate con il chili, il cavolo cinese, il melone, il mais, la papaia, la patata e il riso.

Ingegneria genetica verde

L'ingegneria genetica verde comprende diversi metodi per l'isolamento, la caratterizzazione, la modifica o la ricombinazione artificiali di geni o parti di essi di origine diversa. Nell'ambito della medicina e della farmaceutica oggi vengono ampiamente utilizzati determinati metodi di produzione e di applicazione. L'ingegneria genetica trova applicazione anche in agricoltura, nella produzione di alimenti e nella tecnologia ambientale. Nella presente pubblicazione l'ambito di applicazione dell'ingegneria genetica si limita alla produzione agricola di piante utili, la cosiddetta «ingegneria genetica verde».



Cotone

Il cotone viene coltivato soprattutto per le capsule seminali da cui si ricavano le fibre per i prodotti tessili e i semi per la produzione di olio vegetale destinato al consumo alimentare. I resti di queste capsule vengono lavorati per ottenere mangimi, lettiere e combustibili. Nel 2003 in tutto il mondo sono stati coltivati a cotone 32 milioni di ettari sia nei Paesi industrializzati sia in 71 Paesi emergenti e in via di sviluppo. In questi Paesi è stato raccolto il 66% dei 57 milioni di tonnellate di capsule seminali.

Coltivazione mondiale di cotone Bt

Il cotone Bt dispone di un gene del batterio del terreno *Bacillus thuringiensis* (Bt) introdotto con le tecniche della biogenetica. Questo gene conferisce alla pianta una maggiore resistenza ai parassiti più diffusi, in particolare ai bruchi dei lepidotteri che distruggono le capsule seminali. Mediante questa tecnica genetica è possibile ridurre la lotta antiparassitaria chimica o biologica. Complessivamente nel 2003 sono stati coltivati 7,2 milioni di ettari a cotone geneticamente modificato in 9 Paesi. Nei Paesi industrializzati tale coltura corrispondeva al 49% della superficie totale coltivata, nei Paesi in via di sviluppo al 12%.

Il cotone Bt in India

Come avviene in molti Paesi emergenti e in via di sviluppo, anche in India viene incrociata una varietà di cotone Bt sviluppata dalla ditta Monsanto negli USA con varietà adattate localmente. Nel 2002 sono stati approvati, sulla base di sperimentazioni eseguite in precedenza, tre di questi incroci Bt da coltivare nell'India meridionale e centrale. Dal 2003 vengono sviluppate altre 7 varietà incrociate e per alcune è già stata rilasciata un'autorizzazione triennale per la coltivazione commerciale nel Sud e per sperimentazioni sul campo nel Nord. Oltre a questi sviluppi portati avanti dall'economia privata, l'Indian Council of Agricultural Research (ICAR) alla fine del 2003 ha dato il via ad un network di ricerca pubblico per lo sviluppo di caratteristiche transgeniche per 12 piante coltivate. L'analisi dei rischi e il monitoraggio durante la coltivazione dovrebbero diventare parte della ricerca.

Nel 2003 il cotone Bt è stato coltivato su appena l'1,5% dell'intera superficie coltivata a cotone; al contempo però si è delineata una tendenza particolare: accanto alla coltivazione legale si registra una coltivazione diffusa incontrollata e non certificata di varietà di cotone Bt a basso prezzo. La coltivazione di cotone Bt certificato comporta infatti un grave problema economico per i piccoli agricoltori dotati di risorse limitate. Essi devono poter valutare il rischio finanziario che la coltivazione Bt certificata comporta: soltanto soddisfacendo le notevoli esigenze di queste varietà riguardo al luogo, i maggiori introiti possono compensare gli elevati costi delle sementi e quindi la qualità infe-

riore, consentendo di realizzare guadagni. Se si verificano invece degli eventi imprevedibili come siccità, invasioni di parassiti, malattie delle piante, oltre ai costi elevati delle sementi Bt occorre impiegare altri mezzi per garantire un raccolto redditizio. Questo rischio economico della coltivazione Bt può essere sostenuto soltanto se si riduce l'ampia variabilità legata al luogo mediante l'irrigazione e se si stabilizzano i ricavi dei raccolti su livelli più elevati.

Quale base di partenza per le sementi a basso costo non certificate, vengono utilizzate sempre delle piante Bt della Monsanto incrociate con una varietà locale. Questo incrocio è andato diffondendosi mediante riproduzione in proprio e baratto ed è stato incrociato con altre varietà. Di conseguenza lo scorso anno si è registrata la nascita di almeno una dozzina di nuovi ibridi illegali.

Ricavi dai raccolti e qualità

Secondo un rapporto del Central Cotton Research Institute (CCRI) del febbraio 2002, le prime varietà autorizzate presentano una buona resistenza ai parassiti principali. Rispetto alle varietà locali però, si sono mostrate più deboli nei confronti delle cavallette e più soggette ai forti stress, come la siccità o le malattie. I ricavi sono soggetti a interpretazioni controverse. Al contrario delle varietà Bt autorizzate, quelle non certificate hanno minori esigenze ecologiche e forniscono comunque dei buoni raccolti anche in condizioni ambientali sfavorevoli.



Valutazione degli ulteriori sviluppi

Le varietà di cotone Bt sviluppate in India sembrano avere una rapida diffusione, in parte non controllata. Si prevede che alcune varietà apporteranno dei vantaggi a livello locale. Le ripercussioni, a causa di una carente gestione dei pericoli insiti nella coltivazione illegale, ovvero il possibile sviluppo di parassiti resistenti al Bt, potrebbero tuttavia arrestare lo sviluppo e compromettere anche la coltivazione di cotone non geneticamente modificato, poiché normalmente il trattamento con tossine Bt è un importante strumento della lotta antiparassitaria. La diffusione incontrollata del transgene rischia di far perdere ai contadini la possibilità di scegliere.

2.2 Il contesto politico

Il contesto politico del dibattito sulle conseguenze dell'ingegneria genetica sui Paesi in via di sviluppo è condizionato da tutta una serie di accordi internazionali. La discussione pubblica e politica è inoltre caratterizzata dalle controversie relative all'invio di aiuti umanitari contenenti alimenti GM nelle aree di crisi del mondo. Qui di seguito vengono citati il Protocollo di Cartagena sulla biosicurezza, l'Accordo sugli aspetti dei diritti di proprietà intellettuale attinenti al commercio (TRIPS) e il «dossier agricolo» dell'Organizzazione mondiale del commercio (OMC). Vengono infine evidenziati alcuni esempi d'attualità sulla discussione inerente l'invio di aiuti umanitari in situazioni di crisi.

2.2.1 Protocollo di Cartagena sulla biosicurezza

L'Agenda 21, adottata nel 1992 dalla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e sullo sviluppo tenutasi a Rio de Janeiro, considera la biotecnologia moderna uno strumento promettente in grado di contribuire agli obiettivi dello sviluppo sostenibile, soprattutto nel settore della salute, della produzione agricola, della sicurezza alimentare e delle tecniche ambientali. Parallelamente all'aumento delle piante utili GM sul mercato mondiale, l'utilizzo e il consumo di prodotti GM destano sempre più timori per quanto riguarda l'impatto a lungo termine sulla salute e sull'ambiente. La maggioranza dei Paesi, fra cui anche la Svizzera, ha adottato una serie di norme per sottoporre a misure

di autorizzazione severa l'utilizzazione di OGM nell'ambiente.

L'adozione di normative in molti Paesi industrializzati ha fatto temere che determinati progetti di emissione di organismi geneticamente modificati fossero trasferiti nei Paesi in via di sviluppo che non dispongono di strumenti adeguati per valutarne l'impatto. Inoltre, anche da parte dei Paesi industrializzati si è temuta la diffusione incontrollata di OGM sul mercato mondiale. Il timore era rafforzato dalla prassi della maggioranza dei Paesi in via di sviluppo di utilizzare come semente una parte del raccolto.

In questo contesto, nell'ambito dell'Accordo sulla biodiversità è stato elaborato un Protocollo sulla biosicurezza, approvato il 29 gennaio 2000, ratificato dalla Svizzera il 26 marzo 2002 ed entrato in vigore l'11 settembre 2003. Con questo protocollo si intende disciplinare i movimenti transfrontalieri di OGM in modo da garantire un utilizzo e un trasporto sicuri di quegli OGM che possono compromettere la biodiversità. Gli elementi essenziali del protocollo riguardano i seguenti requisiti: gli OGM possono essere importati soltanto dietro accordo preliminare e con cognizione di causa del Paese importatore e devono essere documentati da certificati di accompagnamento. Deve inoltre essere garantito l'accesso ai centri d'informazione nazionali istituzionalizzati sugli OGM, i cosiddetti *Biosafety Clearing Houses*. In Svizzera, il protocollo sarà convertito in diritto nazionale nel corso del 2004 e saranno altresì create le strutture necessarie.



2.2.2 Accordo sugli aspetti dei diritti di proprietà intellettuale attinenti al commercio (accordo TRIPS)

L'accordo TRIPS (*Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights*) del 15 aprile 1994 è un documento elaborato nell'ambito dell'OMC. Assieme agli accordi sullo scambio delle merci e dei servizi, esso costituisce una delle tre colonne portanti dell'OMC e obbliga i membri dell'Organizzazione a soddisfare dei requisiti minimi abbastanza severi in materia di protezione delle varietà vegetali. Tali requisiti devono essere garantiti mediante brevetto, tramite un sistema funzionante di altro genere, un cosiddetto sistema *sui generis*, o combinando entrambi i sistemi. Gli Stati contraenti hanno la facoltà di scegliere il sistema che ritengono più opportuno; l'unica condizione è costituita dall'efficacia delle misure di protezione delle varietà vegetali. Entro il 2006 l'accordo deve essere applicato da tutti gli Stati contraenti e quindi anche dalla Svizzera.

Sono diversi gli accordi internazionali che riguardano le piante utili e che comprendono norme su brevetti e diritti di agricoltori e popolazione locale. L'accordo TRIPS però ha un'importanza centrale: prima della sua introduzione i Paesi avevano libera facoltà di decidere se e in quale forma concedere dei brevetti nell'ambito dell'agricoltura. Mentre gli USA consentivano di registrare dei brevetti sulle piante utili e i Paesi europei sviluppavano un'alternativa con il diritto di protezione delle varietà vegetali, la maggior parte dei Paesi in

via di sviluppo rinunciava a concedere protezioni in questo settore. Con l'accordo TRIPS tutti gli Stati contraenti sono ora tenuti ad introdurre un sistema di protezione per le varietà vegetali, sia mediante brevetto sia mediante un sistema *sui generis*.

2.2.3 Il «dossier agricolo» dell'OMC

Anche nei Paesi in via di sviluppo non esiste oggi nessun sistema economico autarchico, completamente indipendente dall'economia di mercato. I cambiamenti a livello di mercato mondiale, come quelli a cui assistiamo oggi ad esempio nell'ambito della produzione del cotone, dello zucchero e degli oli alimentari, hanno un peso decisivo anche per i Paesi in via di sviluppo. La coltivazione di questi prodotti, che finora avveniva principalmente in Paesi in via di sviluppo, viene sempre più incentivata da sovvenzioni statali anche nei Paesi industrializzati. Questa situazione va a discapito dei Paesi in via di sviluppo che, sui mercati mondiali, devono far fronte alla concorrenza dei prodotti sovvenzionati. In questo contesto vanno perciò ridiscusse anche le conseguenze di un atteggiamento protezionistico della politica agricola svizzera che si concretizza ad esempio nelle sovvenzioni all'esportazione.

2.2.4 Aiuti alimentari nelle aree di crisi

Nel 2003, durante una situazione di crisi nell'Africa meridionale, i governi dello Zambia e dello Zimbabwe hanno rifiutato gli aiuti umanitari perché contenenti alimenti GM. Le motivazioni di tale rifiuto sono molteplici: i possibili pericoli per la salute o un probabile danno a carico della biodiversità, poiché non sarebbe stato possibile escludere che i cereali forniti venissero impiegati come sementi. Attualmente questi Paesi non dispongono né dei meccanismi di controllo adeguati né delle possibilità tecniche per eseguire da soli dei test volti a controllare le forniture contenenti alimenti GM. Sarebbe invece auspicabile che questi Paesi effettuassero dei controlli autonomi, poiché i Paesi che ricevono gli aiuti si differenziano dai Paesi donatori non soltanto da un punto di vista ecologico ma anche per la situazione alimentare specifica che è caratterizzata da denutrizione e carenze alimentari. In queste condizioni un consumo prevalente o esclusivo di alimenti GM ha probabilmente conseguenze diverse rispetto al consumo degli stessi alimenti in un contesto dove è disponibile una gamma diversificata di alimenti.

Per i Paesi africani in oggetto, la decisione potrebbe essere stata motivata anche dal timore di perdere delle quote sul mercato europeo qualora le loro esportazioni non fossero più prive di OGM. Probabilmente il rifiuto degli aiuti alimentari GM è stato anche l'espressione del conflitto commerciale esistente fra l'UE e gli USA. Nei Paesi



del Nord, i sostenitori e gli avversari si sono accusati a vicenda di tenere un atteggiamento sleale. L'UE è stata accusata, da parte dei Paesi che forniscono gli aiuti alimentari GM, di volere chiudere il mercato africano della genetica verde, di disorientare inutilmente gli Stati africani e quindi di mettere in conto il rischio che vaste fasce della popolazione morissero di fame. Gli Stati che avevano fornito gli aiuti OGM furono accusati di volersi sbarazzare di prodotti OGM difficilmente commerciabili sui mercati mondiali, invece di fornire aiuti finanziari, e di riciclare così in modo illecito le proprie eccedenze nazionali. In questo modo i Paesi che pativano la miseria sono stati obbligati ad accettare gli OGM.

In un altro caso, secondo quanto riportato dalla stampa, le organizzazioni non governative di 15 Paesi africani hanno accusato il Programma mondiale di alimentazione (WFP) delle Nazioni Unite e dell'organizzazione umanitaria del governo americano, USAid, di esercitare pressioni inammissibili. Il Sudan e l'Angola, dove milioni di persone soffrono la fame, sono stati obbligati ad accettare gli alimenti GM oppure a rinunciare agli aiuti umanitari. Stando a questa notizia, il governo angolano è stato invitato anche a ritirare la propria richiesta di macinare il mais GM prima della fornitura, in caso contrario ci sarebbe stata una riduzione degli aiuti. L'Angola riteneva necessaria la macinatura del mais GM per evitare che venisse usato nel Paese come semente. Nella stessa direzione si muove la legge, approvata dal senato statunitense nel 2003, secondo la quale gli aiuti finan-

ziari destinati alla lotta contro l'AIDS sono vincolati all'accettazione nei Paesi di destinazione di alimenti GM.

Le organizzazioni umanitarie, governative e non, devono affrontare ulteriori difficoltà in questo contesto di tensioni. Mentre sono disponibili forniture contenenti alimenti GM da distribuire per gli aiuti immediati, gli alimenti non GM sono spesso disponibili in quantità meno consistenti sul mercato mondiale e pertanto risultano più costosi. Il trattamento termico che sarebbe necessario in molti casi o la macinatura dei cereali GM che rischiano di essere impiegati anche come sementi causano costi supplementari.

In questo contesto la Svizzera, in accordo con il WFP, persegue ora l'obiettivo di rispettare la sovranità dei singoli Stati e di fornire aiuti con alimenti GM soltanto in presenza di un assenso informato del Paese di destinazione. È previsto che i Paesi privi di normative specifiche ricevano soltanto aiuti alimentari privi di OGM. La Svizzera mette a disposizione fondi supplementari per la macinatura degli alimenti GM e sostiene il WFP anche negli sforzi volti ad incentivare le capacità di analisi nei Paesi destinatari, al fine che questi ultimi siano in grado di verificare autonomamente gli OGM a seconda del contesto specifico. Vengono inoltre accolti positivamente anche gli sforzi che prevedono la fornitura di aiuti finanziari al posto di merci. Poiché le crisi alimentari nascono generalmente in seguito a problemi di distribuzione in regioni dove spesso il cibo non scarseggia, acquistando gli aiuti umanitari diret-

tamente sul posto, sarebbe possibile rafforzare il mercato locale e prevenire le crisi future.



3 Una questione di giustizia globale

3.1 La situazione iniziale

Oggi, quasi la metà della popolazione del pianeta vive al di sotto del limite di povertà definito dalla Banca mondiale. Più di 1,2 miliardi di persone devono sopravvivere con la metà di questo minimo. Ogni anno circa 18 milioni di persone muoiono per le conseguenze della povertà. Nel contesto globale risulta evidente la discrepanza fra le esigenze di giustizia ed uguaglianza da un lato e le condizioni di vita effettive dall'altro. Il rispetto con cui si affronta l'essere umano varia considerevolmente a seconda delle persone e i meriti del singolo vengono ricompensati in modo molto diseguale. La possibilità di poter disporre dei presupposti indispensabili per condurre una vita dignitosa rimane soltanto un desiderio irrealizzato per una vasta parte dell'umanità.

La Svizzera, mediante gli accordi internazionali citati, ha assunto degli impegni anche verso gli Stati del Sud e garantisce pertanto una certa tutela ai loro cittadini. Da un punto di vista etico tali impegni rappresentano un'esigenza di giustizia.

3.2 Le dimensioni della giustizia

La giustizia come concetto etico ha un'importanza centrale sia nei rapporti interpersonali sia nella società e nella politica. A quest'ultimo livello la giustizia non si esprime con le azioni dei singoli bensì con la struttura di istituzioni e con le norme da queste adottate. Un ordinamento politico o sociale è considerato giusto quando applica nei confronti di ciascuno dei suoi soggetti un trattamento che tiene conto dei suoi diritti, dei suoi bisogni e dei suoi meriti.

La giustizia come concetto politico comprende diversi livelli. Un aspetto centrale di una collettività giusta consiste nella tutela dei diritti fondamentali e nella loro reale applicazione. Ma anche la distribuzione di beni materiali e immateriali all'interno di una società è decisivo nel determinare se tale società è giusta o meno. Inoltre la giustizia, almeno quella procedurale, richiede un impegno di partecipazione dei singoli alla formazione della coscienza sociale e all'adozione delle decisioni.

La giustizia in tutte le sue dimensioni è legata in modo inscindibile al concetto di uguaglianza. Le persone che si trovano in situazioni essenzialmente uguali devono essere trattate allo stesso

modo, mentre quelle che si trovano in condizioni diverse devono subire un trattamento altrettanto diversificato. A tale principio si può derogare soltanto in presenza di giustificazioni oggettive. La giustizia riveste un'importanza sostanziale anche nella distribuzione dei beni sociali. Nell'attuale dibattito etico una questione controversa è quella che mira a definire se la diversa distribuzione dei beni sociali sia accettabile. Un fatto però è incontestato: il presupposto indispensabile dello sviluppo e dell'esistenza della persona è che vengano soddisfatti i bisogni fondamentali della persona come quelli di avere un tetto, di avere cibo a sufficienza e di disporre di capi di abbigliamento. A questo livello fondamentale le esigenze individuali, nonostante le grandi differenze fra le varie persone, coincidono ampiamente. La giustizia risulta evidente in particolare quando si affronta la questione di determinare l'entità delle esigenze dei singoli da tutelare: maggiori sono le differenze fra ricchi e indigenti, tanto più una vita in miseria sembra offendere la dignità umana.

Complessivamente, una collettività appare giusta quando rispetta ogni persona nella sua particolarità e unicità e quando la tratta di conseguenza. Ad ogni membro di una collettività devono essere offerte le stesse opportunità di



condurre una vita dignitosa, di assumere una posizione soddisfacente all'interno della società e di partecipare ai processi di formazione della volontà.

La questione della giustizia diventa particolarmente controversa quando si tratta di descrivere i diritti del singolo di partecipare ai beni della società, poiché al diritto morale e giuridico del singolo corrisponde sul fronte della collettività un obbligo morale e giuridico. E per poter far fronte a questo obbligo, la collettività deve richiedere un contributo adeguato alle persone agiate.

Per molto tempo i diritti sociali sono perciò stati soggetti alla critica di non fornire al singolo dei diritti che potessero esser fatti valere direttamente e quindi di non essere diritti in senso stretto del termine. Oggi però i diritti sociali sono un dato di fatto sia nel diritto interno svizzero sia in quello internazionale e dispiegano il loro effetto normativo a diversi livelli: ad un primo livello garantiscono la base di quei diritti minimi indispensabili per condurre un'esistenza dignitosa. Al singolo garantiscono altresì di non subire discriminazioni nell'ambito protetto dai diritti e consentono alla collettività di scendere sotto un determinato standard acquisito soltanto a condizioni restrittive. A questo livello possono essere esercitati e applicati direttamente dal singolo. A un secondo livello essi si rivolgono agli organi statali, senza però conferire al singolo un diritto direttamente esercitabile. Essi obbligano i tribunali e le autorità amministrative ad interpretare il diritto da loro applicato alla luce dei diritti sociali fonda-

mentali. Al legislatore spetta l'obbligo di realizzare permanentemente a livello legislativo i diritti sociali, al di là del loro contenuto.

Non esiste un ordine gerarchico fra diritti di difesa contro le limitazioni da un lato e diritti sociali da un altro. È però certo che la garanzia di mezzi materiali minimi costituisce il presupposto affinché il singolo possa esercitare effettivamente le proprie libertà come quella di esprimere liberamente la propria opinione o di professare il proprio credo religioso senza impedimenti. Ma anche la possibilità di scambio comunicativo con gli altri esseri umani è una condizione indispensabile per lo sviluppo psichico e intellettuale della persona, e il corrispondente diritto alla libertà d'opinione è pertanto altrettanto fondamentale. I diritti negativi di difesa contro le limitazioni e i diritti positivi di prestazione e protezione si condizionano a vicenda. Essi pertanto non possono più essere trattati separatamente nell'odierno ordinamento giuridico.

3.3 Le conseguenze dell'ingegneria genetica: una questione di giustizia globale

Tutte le applicazioni tecniche vanno considerate dal punto di vista della giustizia. Nella presente pubblicazione si tratterà soprattutto il problema di stabilire come valutare le conseguenze dell'ingegneria genetica sui Paesi emergenti e in via di sviluppo dal punto di vista della giustizia. Assumono un'importanza centrale al riguardo le conseguenze dell'impiego di tali tecniche sulla garanzia dei quattro diritti fondamentali seguenti:

- 1 I diritti fondamentali alla vita e all'integrazione personale implicano un **diritto morale all'alimentazione**, ovvero **all'accesso ad una nutrizione sufficiente e sana mediante la garanzia della sicurezza alimentare**.

Per la valutazione etica dell'impiego dell'ingegneria genetica occorre considerare quali opportunità offre l'ingegneria genetica per garantire la nutrizione e quali rischi comporta. La valutazione deve avvenire sulla scorta dei dati disponibili e di un giudizio accurato.

- 2 Il principio della dignità umana implica il diritto all'autodeterminazione (autonomia). Rientra in tale principio anche la **sovranità alimentare**. A livello individuale si tratta della libertà del singolo di poter decidere autonomamente come alimentarsi. A livello collettivo si tratta della sovranità dei popoli di determinare in



modo indipendente come disciplinare il commercio dei prodotti agricoli e quindi l'accesso ai mercati. Inoltre, a questo livello collettivo è importante il diritto morale delle comunità di potersi alimentare secondo la propria tradizione e cultura.

Un altro aspetto della sovranità alimentare è la garanzia della partecipazione non discriminata dei Paesi emergenti e in via di sviluppo all'integrazione giuridica dell'ingegneria genetica a livello internazionale. Le strutture in cui vengono discussi i trattati internazionali devono essere parimenti accessibili sia alle voci degli Stati economicamente dominanti sia a quelle dei Paesi emergenti e in via di sviluppo. Pur non trattandosi in questo caso di un problema specifico della disciplina internazionale dell'ingegneria genetica, è particolarmente sentito.

Proprio in considerazione delle carenze ancora esistenti nella partecipazione dei Paesi emergenti e in via di sviluppo al processo legislativo internazionale, sembra indispensabile valutare da un punto di vista normativo gli ordinamenti derivanti da tale processo. Occorre quindi esaminare la conformità ai criteri di giustizia delle regolamentazioni per la tutela della proprietà intellettuale o degli investimenti, delle disposizioni sulla limitazione e l'apertura del commercio internazionale o degli accordi sullo sfruttamento delle risorse naturali.

3 La giustizia richiede anche l'assicurazione di opportunità di vita paragonabili a quelle attuali per le future generazioni. A tal fine esiste un **obbligo** morale nei confronti di uno **stile di vita sostenibile**. La protezione della biodiversità è parte integrante di quest'obbligo.

Per valutare in modo adeguato le conseguenze dell'ingegneria genetica sui Paesi emergenti e in via di sviluppo, è necessario stabilire, sulla base delle esperienze disponibili, se l'impiego dell'ingegneria genetica mette in pericolo la biodiversità.

4 Incontestato è infine il **diritto alla pace sociale** come presupposto indispensabile per la sicurezza e la sovranità alimentare nonché per garantire le basi della vita nel lungo periodo.

Come a livello nazionale anche nel contesto internazionale la disponibilità e la capacità delle parti coinvolte di ricomporre i conflitti senza violenza è il presupposto indispensabile di un ordinamento equo. Questa disponibilità dipende a sua volta dalla garanzia di regole giuste per la convivenza. Le gravi violazioni dei diritti fondamentali elementari e le gravi disparità economiche possono compromettere la pacifica convivenza. La valutazione normativa dell'ingegneria genetica deve perciò concentrarsi, nel contesto internazionale, sull'obiettivo della tutela della pace.



4 Considerazioni etiche concrete su ingegneria genetica e Paesi in via di sviluppo

Sullo sfondo del dibattito attuale sulle conseguenze dell'ingegneria genetica per i Paesi emergenti e in via di sviluppo, la CENU nei quattro capitoli successivi pone la propria attenzione su alcuni aspetti rilevanti da un punto di vista etico. La trattazione di ogni aspetto avviene secondo lo stesso schema: dopo aver illustrato una problematica specifica, verrà esposto il valore fondamentale per la valutazione etica. In una terza fase verranno spiegati e illustrati con esempi gli argomenti discussi dalla CENU. Infine questi argomenti verranno valutati e verranno formulate raccomandazioni specifiche per ogni aspetto.

4.1 Sicurezza alimentare

4.1.1 Problematica: mancato accesso ad un'alimentazione sana e sufficiente

Secondo una relazione dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'agricoltura e l'alimentazione (FAO), in tutto il mondo 842 milioni di persone soffrono di denutrizione. La stragrande maggioranza, pari a 798 milioni, vive nei cosiddetti Paesi in via di sviluppo, 34 milioni nei Paesi emergenti. Si prevede che negli anni a venire diversi fattori inaspriranno il problema della denutrizione, ad esempio l'aumento della

popolazione e le variazioni climatiche che renderanno difficile la produzione di alimenti e soprattutto la coltivazione delle piante agricole. Nella sua relazione sullo stato dell'agricoltura e dell'alimentazione per il 2003/2004 la FAO prevede 2 miliardi di persone in più che dovranno essere sfamate nei prossimi 30 anni. Questa situazione viene aggravata dal fatto che la base delle risorse naturali diventa sempre più fragile. Inoltre il fabbisogno di cereali aumenterà anche in virtù del maggiore fabbisogno di mangimi per la produzione di carne.

Per realizzare il diritto ad un'alimentazione sana e sufficiente per tutti, va verificata ogni possibilità in grado di avvicinarsi a tale obiettivo. In questa sede si tratta di verificare quale contributo l'ingegneria genetica può apportare concretamente alla sicurezza alimentare. È una domanda empirica, la cui risposta è molto importante per la valutazione etica.

4.1.2 Valore fondamentale: sicurezza alimentare

Dal valore fondamentale della sicurezza alimentare deriva il diritto ad un'alimentazione sufficiente ma anche nutriente e sana. Poiché le popolazioni del Nord generalmente dispongono di alimenti a sufficienza, nel loro caso l'attenzione viene rivolta soprattutto all'aspetto della salute e alla qualità dell'alimentazione. In molti Paesi in via di sviluppo invece, il problema consiste spesso nell'aver accesso ad un'alimentazione sufficiente per poter garantire la sopravvivenza già nel breve periodo. Gli aspetti relativi alla salute e alla qualità passano pertanto in secondo piano. Tuttavia, per garantire la sicurezza alimentare, un obbligo, questo, della comunità internazionale, entrambi gli elementi hanno ovunque la stessa importanza.

La sicurezza alimentare può essere raggiunta non soltanto mediante la produzione autonoma di alimenti ma anche attraverso il reddito, dando cioè alle persone la possibilità di acquistare cibo. Nel dibattito sulla sicurezza alimentare occorre perciò evitare che l'attenzione si focalizzi unicamente sulle misure di sostegno per l'autosufficienza agricola.



4.1.3 Argomenti relativi all'impatto dell'ingegneria genetica sulla sicurezza alimentare

a Il potenziale dell'ingegneria genetica

L'ingegneria genetica è in grado di selezionare dei geni e di trasferirli da un organismo all'altro. In questo modo è possibile combinare anche geni di organismi non imparentati fra loro, la cui combinazione non esiste in natura. Applicata alle piante coltivate in agricoltura, l'ingegneria genetica può offrire nuove possibilità irrealizzabili con i metodi tradizionali di coltivazione.

Mediante l'ingegneria genetica sarebbe possibile ad esempio accelerare i programmi di selezione tradizionali oppure creare piante resistenti alle malattie e ai parassiti. Durante la coltivazione si potrebbero così evitare i prodotti chimici tossici dannosi per la salute e l'ambiente. La qualità degli alimenti di base potrebbe essere migliorata, ad esempio arricchendo le piante coltivate con sostanze nutritive o aumentando il contenuto di tali sostanze. Le carenze alimentari croniche potrebbero essere mitigate e si potrebbe migliorare la salute umana. Un'ulteriore prospettiva di sviluppo consiste nella creazione di piante con tolleranza alla siccità e al sale che potrebbero incrementare la produzione in aree climaticamente ed ecologicamente sfavorite.

Piante con tolleranza alla siccità e al sale

Le piante che sopportano le carenze d'acqua o le elevate concentrazioni di sale hanno diverse strategie per adattarsi: il loro sistema radicale è molto profondo, le parti aeree della pianta sono protette da un sottile strato di cera; chiudono le fessure sulla parte inferiore delle foglie anche durante il giorno in modo da ridurre l'evaporazione dell'acqua; assorbono acqua nel loro tessuto, ecc. Le piante con un'elevata tolleranza al sale possono far aumentare il contenuto salino nelle cellule in modo da creare un equilibrio fra la concentrazione salina interna e quella esterna. Oppure possono eliminare il sale attraverso delle ghiandole speciali. La tolleranza delle piante agli stress si basa generalmente sull'interazione di una rete di diversi geni.

Attività di ricerca sulle piante transgeniche che presentano una tolleranza alla siccità e al sale

La maggior parte dei lavori di ricerca nell'ambito dell'ingegneria genetica finora condotti riguardano alcune componenti delle caratteristiche complesse. Eccone alcuni esempi:

- **Osmoprotettori:** riguardano le proteine con proprietà osmotiche attive che proteggono la pianta dall'essiccazione. Alcuni esperimenti hanno mostrato che le piante transgeniche dotate di un gene per la produzione di un osmoprotettore presentano una maggiore tolleranza alla siccità e al sale.
- **Fattori di protezione per macromolecole:** alcune proteine, che si

formano ad esempio in condizioni di stress termico, proteggono le grandi molecole vegetali dall'essiccazione. La trasmissione genetica di una proteina di questo tipo ha incrementato la tolleranza del riso alla siccità e al sale.

- **Proteine della membrana cellulare:** queste proteine regolano la pressione dell'acqua all'interno delle cellule vegetali. Nei pomodori è stato possibile incrementare geneticamente l'espressione di una proteina di questo tipo e quindi ottenere una tolleranza alla siccità e al sale. Mentre la concentrazione di sale all'interno dei frutti rimane limitata, la pianta transgenica accumula il sale nei vacuoli cellulari delle foglie. Al contrario dell'opinione molto diffusa secondo la quale la tolleranza agli stress può essere ottenuta nelle piante soltanto mutando diverse caratteristiche, in questo caso la variazione di un solo tratto caratteristico ha consentito di ottenere un'elevata tolleranza al sale.
- **Enzimi di detossificazione:** il caldo o la carenza d'acqua fanno sì che le cellule vegetali producano degli ossidi reattivi tossici. Sono diversi gli enzimi che partecipano all'eliminazione di questa tossina. Nei test in pieno campo si è notato che le piante di cotone transgeniche, che producono tali enzimi, sui terreni aridi generano dei raccolti nettamente superiori a quelli delle piante tradizionali.
- **Fattori di trascrizione:** i fattori di trascrizione contribuiscono alla regolazione del DNA. Nei pomodori sono state trovate circa 20 disposi-



zioni ereditarie verso questi fattori di trascrizione dello stress termico. Ciò significa che la risposta ai fattori ambientali dannosi viene controllata da un meccanismo di regolazione estremamente preciso che richiede un coordinamento di ordine superiore.

Attività di ricerca sulle piante che presentano una tolleranza alla siccità e al sale senza il ricorso all'ingegneria genetica

- Soltanto nel piccolo Stato del Bengala Occidentale, secondo un **registro delle varietà**, esistono 78 varietà di riso che presentano una tolleranza alla siccità e al sale adattate alle condizioni di aridità. Anche le varietà di riso che tollerano il sale sono ampiamente diffuse in molte regioni dell'India.
- Gli scienziati del Centro nazionale per la ricerca genetica di Bangkok, consultando una **banca dati delle sementi** thailandese con circa 7000 varietà di riso locali, hanno trovato quattro varietà che sopravvivono nell'acqua marina. Queste varietà vengono ulteriormente selezionate.
- Nel 2001 il Ministero dell'agricoltura del Sudafrica ha autorizzato una nuova **varietà di mais** che in condizioni di siccità produce un raccolto fino al 50% superiore rispetto alle varietà tradizionali coltivate dai piccoli agricoltori del Sudafrica. Questa varietà di mais viene ora commercializzata.
- In Australia, grazie ad un nuovo metodo di selezione, è stata creata una **varietà di grano ad elevata efficienza idrica**. Questa varietà è estremamente resistente alle più

diffuse malattie del grano e fornisce un raccolto elevato. Anch'essa viene ora commercializzata.

- In India, l'*International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics* (ICRISAT) ha selezionato delle varietà di ceci che maturano in soli 85–100 giorni. Il **minor tempo di maturazione** protegge il raccolto dalla siccità annuale che si verifica in India alla fine della stagione agricola.

Valutazione degli ulteriori sviluppi

La tolleranza delle piante alla siccità e al sale sono proprietà regolate da meccanismi complessi, in cui sono coinvolti molti geni diversi. Con l'ausilio dell'ingegneria genetica sono già state sviluppate delle piante transgeniche con tolleranza alla siccità e al sale, tuttavia non vengono ancora coltivate per un uso commerciale. Soltanto poche piante transgeniche sono state testate in campo aperto. La maggior parte dei dati sperimentali si basa su ricerche condotte in serra. Le piante GM che presentano una tolleranza agli stress richiederanno presumibilmente almeno dai cinque ai dieci anni prima di raggiungere lo stadio applicativo. A causa dell'odierno approccio monogenetico non è possibile definire con certezza se l'ingegneria genetica fornirà un importante contributo allo sviluppo di piante con tolleranza alla siccità e al sale.

Anche con i metodi di selezione classici è difficile modificare soltanto alcune caratteristiche delle piante. L'utilizzo di nuovi metodi di selezione con varietà adattate localmente ha però portato a diverse autorizzazioni per la commer-

cializzazione. Le caratteristiche genetiche complesse delle piante con tolleranza alla siccità e al sale attualmente possono essere ottenute più facilmente con questi metodi basati sulla selezione classica.



Una particolare importanza riveste l'opinione dominante secondo la quale l'ingegneria genetica può incrementare la produzione di alimenti di base e quindi fornire un contributo essenziale alla lotta contro la fame e la denutrizione. Questo vantaggio sarebbe rilevante anche per i piccoli agricoltori dei Paesi in via di sviluppo. Maggiori raccolti significano anche un reddito più elevato e una situazione alimentare migliore.

b Le cause complesse della fame e delle carenze alimentari

La fame e le carenze alimentari non sono solo la conseguenza di una produzione insufficiente di alimenti, ma hanno cause ben più complesse. Nell'agosto del 2003 la FAO ha segnalato 38 Paesi che dipendevano da aiuti alimentari umanitari: 23 Paesi in Africa, 8 in Asia, 5 nell'America del Sud e 2 in Europa. In molti di questi Paesi le crisi alimentari erano in stretto rapporto con l'epidemia di AIDS: mancava infatti la forza lavoro per la produzione, la lavorazione e la distribuzione delle derrate alimentari. Importanti fattori di crisi erano riconducibili ad altre cause di origine umana: guerre civili e flussi migratori fra e all'interno dei Paesi erano responsabili della metà delle carestie registrate in Africa e nei due Paesi europei. I conflitti politici e i problemi economici sono la causa di oltre un terzo di tutte le crisi alimentari registrate fra il 1992 e il 2003. In America centrale, negli ultimi anni la guerra dei prezzi a livello mondiale nel settore del caffè ha messo in pericolo la sicurezza alimentare.

Non sono solo i fattori regionali o nazionali specifici come le condizioni ambientali o la disponibilità di materie prime, ma anche, in generale, le condizioni politiche, economiche e sociali ad avere un ruolo decisivo nel determinare l'accesso ad un'alimentazione sana e sufficiente.

c Differenze fra la rivoluzione verde e la «rivoluzione genetica»

Il contributo dell'ingegneria genetica alla riduzione della fame è spesso paragonato a quello della «rivoluzione verde» e viene talvolta definito come «rivoluzione genetica». La rivoluzione verde, con l'impiego di sviluppi agrotecnologici, nello scorso secolo ha dato luogo ad un enorme incremento della produzione agricola in alcuni Paesi in via di sviluppo.

Analogamente si nutre la speranza che i metodi genetici possano dare un'ulteriore spinta allo sviluppo. La produzione di varietà ad elevato rendimento o di prodotti vegetali contenenti nuove sostanze e l'adattamento delle piante alle zone coltivabili climaticamente o ecologicamente svantaggiate potrebbero almeno contribuire alla riduzione della fame e delle carenze alimentari.

Tuttavia occorre tenere presenti le differenze fra l'ingegneria genetica verde e la «rivoluzione verde». In quest'ultima ebbero un ruolo preponderante i programmi internazionali di ricerca di istituti e organizzazioni pubblici come ad esempio del *Consultative Group on International Research* (CGIAR). Oggi invece, nell'ambito dell'ingegneria genetica, i prodotti immessi sul mercato

provengono principalmente da ricerche finanziate privatamente da poche multinazionali delle sementi. La ricerca privata persegue inoltre interessi diversi rispetto a quella pubblica. Una conseguenza è che fino ad ora, al contrario di quanto avvenne nella «rivoluzione verde», non si è avuto alcun transfer tecnologico verso i Paesi in via di sviluppo. Finora l'ingegneria genetica ha tenuto poco conto del fatto che il successo di una nuova tecnologia dipende dal suo adeguamento alle condizioni locali.

Anche nel settore dell'ingegneria genetica partecipano attivamente a molti progetti organizzazioni pubbliche e istituti di ricerca locali. Al centro di queste attività di ricerca si trovano in particolare le piante utili come la papaia, il riso, la banana e la cassava, importanti per i Paesi in via di sviluppo e meglio adatte alle condizioni locali. Queste piante forniscono un raccolto consistente anche in condizioni di siccità oppure dispongono di migliori valori nutrizionali. Tutti questi progetti di ingegneria genetica allo stato attuale non hanno ancora una rilevanza commerciale e lo sviluppo di nuovi prodotti è lungo e complesso.



d Il potenziale di altre soluzioni

Nella sua visione sullo sviluppo dell'India fino al 2020, il tecnologo ed ex presidente dell'India, Abdul Kalam, nel 1998 giunse alla disarmante conclusione che i vantaggi principali della biotecnologia andassero soltanto a beneficio dell'industria di lavorazione, mentre riteneva che l'impatto dell'ingegneria genetica sulla sicurezza alimentare fosse trascurabile. A distanza di sei anni, questa valutazione probabilmente avrebbe avuto un esito diverso. Tuttavia è importante considerare l'argomento secondo il quale vi sono altre misure per garantire la sicurezza alimentare che avrebbero un peso molto più determinante: si tratta di misure che contribuiscono, in assenza di buone possibilità di stoccaggio, a ridurre in parte le perdite consistenti di raccolto.

Anche altri studi relativi a progetti di sviluppo nel Sud giungono alla conclusione che un'agricoltura praticata secondo le regole della produzione biologica e integrata porta ad un incremento della produzione o delle calorie per unità di superficie e una produzione di alimenti diversificata. Uno studio di ampio respiro, condotto da Jules Pretty e Rachel Hine, che ha riguardato 208 programmi di 9 milioni di agricoltori in 52 Paesi dell'Africa, dell'Asia e dell'America latina, mostra che il passaggio ad un'agricoltura di questo tipo incrementa in modo sostanziale il ricavato per ettaro. Nel caso del riso di pianura sono stati dimostrati degli incrementi dell'ordine del 5-30%, per il miglio del 100% e per il mais del 20-200%. Le colture miste, ad esempio con riso di pianura, pesce allevato

La rivoluzione verde

L'esplosione demografica unita ad una grave trascuratezza dello sviluppo agricolo ha fatto sì che a partire dalla metà degli anni '50 del secolo scorso diversi Paesi in via di sviluppo cominciarono a dipendere, nel settore alimentare, dalle importazioni e dagli aiuti alimentari. La «rivoluzione verde» è stata una risposta di ordine essenzialmente tecnico ed economico a questo problema alimentare. Un ammodernamento radicale dell'agricoltura determinò un abbandono delle pratiche di coltivazione fino ad allora molto legate alla tradizione. Poiché si riconobbe che le sementi del Nord in condizioni climatiche, sociali ed economiche diverse non avrebbero comportato necessariamente un incremento della produzione nel Sud, si procedette ad un adattamento mediante selezione delle varietà locali nell'ambito di programmi internazionali di ricerca. L'impiego più diffuso e mirato di prodotti chimici quali concimi, insetticidi, diserbanti e pesticidi, come anche un maggiore impiego di pompe diesel ed elettriche, furono gli altri fattori centrali di questo sviluppo.

Il cambiamento paradigmatico verificatosi in agricoltura provocò sì un enorme incremento della produzione, ma causò contemporaneamente un drastico aumento della monocoltura, dell'impiego di pesticidi e una limitazione dell'acqua da destinare ad altri scopi, come ad esempio dell'acqua potabile. Oggi si cerca pertanto in più sedi di annullare in parte gli sviluppi ottenuti con la cosiddetta «rivoluzione verde».



nelle risaie e ortaggi e frutta coltivati ai margini dei campi, incrementano la produzione di proteine e vitamine e garantiscono un'alimentazione equilibrata. Risulta quindi evidente che un'agricoltura tradizionale può provocare un incremento sostanziale della produzione nei Paesi in via di sviluppo anche senza l'impiego di OGM.

Il rapporto FAO 2003 sulla sicurezza alimentare nel mondo parte dal presupposto che in molti Paesi colpiti dalla siccità sia possibile incrementare notevolmente i raccolti soltanto con una gestione efficiente delle acque.

4.1.4 Valutazione degli argomenti

a Ingegneria genetica come «technological fix»

È comprensibile che a fronte delle cause complesse della fame e della denutrizione il progetto di impiegare l'ingegneria genetica venga accusato di essere un tipico esempio del cosiddetto «technological fix». Con questo termine si intende infatti il tentativo di risolvere un problema in modo tecnico, mettendo da parte le relazioni sociali complesse. La riduzione della prospettiva che questo comporta fa sì che vengano trascurate le altre possibili soluzioni.

I membri della Commissione sono unanimi nel ritenere che l'opinione secondo la quale la fame e la denutrizione possano essere risolte con l'ingegneria genetica, rappresenti una semplificazione fuorviante della problematica. Secondo la CENU il contributo che l'ingegneria genetica può fornire alla riduzione della fame e della denutrizione è stato sopravvalutato. Le forme di agricoltura a basso costo e adattate alle caratteristiche locali sembrano infatti più idonee, in base alle condizioni generali vigenti, per raggiungere l'obiettivo della sicurezza alimentare nei Paesi in via di sviluppo.

b L'ingegneria genetica: un fattore fra tanti

L'agricoltura, e quindi la sicurezza alimentare, dipende da molti fattori come le condizioni politiche, le infrastrutture disponibili, i diritti di parola degli agricoltori, il funzionamento delle collettività, le strutture del settore pubblico e

Il mais geneticamente modificato in Africa

Il mais è una pianta coltivata in tutto il mondo che viene impiegata essenzialmente come mangime. I chicchi vengono inoltre lavorati industrialmente per ottenere diversi prodotti alimentari. Nel 2003 sono stati coltivati in tutto il mondo 636 milioni di tonnellate di mais su una superficie di 141 milioni di ettari. I Paesi emergenti e in via di sviluppo coltivano circa il 46% della produzione mondiale.

Coltivazione mondiale di mais GM

Il mais Bt è stato sviluppato per l'agricoltura intensiva su vaste superfici delle zone a clima temperato. Mediante l'aggiunta e l'espressione di un gene di un batterio del terreno, il *Bacillus thuringiensis* (Bt), il mais acquista una maggiore resistenza alle varietà molto diffuse di piralide del mais («corn borer»). Nel 2003 sono stati coltivati a mais GM 15,5 milioni di ettari in 11 Paesi, pari all'11% dell'intera superficie coltivata a mais. I maggiori produttori di mais GM sono gli USA con il 42% della propria superficie coltivata a mais, seguiti dal Canada e dall'Argentina, che coltivano il mais GM sul 40% della loro superficie coltivata a mais e dal Sudafrica, dove la quota del mais GM corrisponde al 10%. In questi Paesi la percentuale di mais GM tende ad aumentare. Oltre alla Spagna, alla Bulgaria, alle Filippine e all'Honduras, con una superficie coltivata inferiore ai 50'000 ettari, in tutti gli altri Paesi sono state praticate soltanto delle coltivazioni sperimentali su piccole superfici.



Mais GM in Africa

In Africa fino ad oggi solo il Sudafrica e il Kenia hanno sviluppato delle varietà di mais GM e solo in Sudafrica il mais GM è autorizzato anche per la coltivazione commerciale. Delle due varietà di mais GM coltivate in Sudafrica per scopi commerciali, soltanto una è autorizzata per l'uso alimentare umano.

Le esperienze raccolte in Kenia sono molto istruttive: l'*Insect Resistant Maize for Africa Project* (IRMA) sviluppa mais GM a partire da varietà locali. Il progetto viene coordinato dal *Kenyan Agricultural Research Institute* (KARI), con il supporto dell'*International Maize and Wheat Improvement Center* (CIMMYT) del Messico, e finanziato dalla fondazione Syngenta per un'agricoltura sostenibile. Le varietà GM fino ad ora testate presentano una resistenza insufficiente alla piralide del mais locale. Nell'ambito del progetto sono invece state testate con successo delle varietà di mais selezionate in modo convenzionale con una maggiore resistenza alla piralide, dopo che il perfezionamento di varietà resistenti naturalmente era stato abbandonato. Attualmente si sta avviando il programma IRMA II. Nel corso di questa seconda fase, prevista fra il 2008 e il 2011, si intendono sviluppare, a partire da varietà locali, sia varietà di mais Bt sia varietà dotate di una resistenza naturale che possano essere immesse sul mercato.

I raccolti medi di mais nei Paesi africani sono spesso di gran lunga inferiori rispetto a quelli dei Paesi industrializzati. Fra le cause principali si annoverano le difficili condizioni locali, come la forte

presenza di piante e insetti parassiti, l'aridità o l'erosione del suolo, la carenza di risorse e di know-how e le difficili condizioni socio-economiche e politiche come i rapporti di proprietà iniqui, le guerre civili e le infrastrutture insufficienti. Le perdite di raccolto in seguito a infestazioni da piralide dipendono fortemente dalla presenza variabile di parassiti e sono pertanto difficilmente preventivabili da un punto di vista economico. Le valutazioni a riguardo sono state pertanto molto disomogenee. I dati relativi alle perdite in Africa variano dal 10% fino alla perdita totale. Le ricerche sul campo condotte con il mais Bt in Kenia hanno rilevato degli incrementi del raccolto pari al 13%.

Valutazione degli ulteriori sviluppi

In casi specifici lo sviluppo di varietà di mais GM resistenti ai parassiti può essere utile per l'agricoltura dei Paesi emergenti e in via di sviluppo. L'esempio riportato mostra però che la coltivazione del mais GM così come avviene nell'agricoltura intensiva dei Paesi industrializzati non può essere trasferita semplicemente nei Paesi emergenti e in via di sviluppo. Lo sviluppo di buone varietà GM sulla base di varietà locali adattate è molto complesso sia ricorrendo ai metodi dell'ingegneria genetica sia incrociando dei geni Bt sperimentati e i risultati sono spesso incerti. I maggiori raccolti che si possono ottenere con questo sviluppo potrebbero avere un peso determinante soltanto ottimizzando prima le condizioni produttive locali. Nei Paesi emergenti e in via di sviluppo va pertanto sostenuto in primo luogo il miglioramento del-

le condizioni generali necessarie per la produzione. L'utilizzo dell'ingegneria genetica deve essere considerato un'opzione ancora aperta per il lungo periodo.



anche dai mutamenti globali dell'economia. L'ingegneria genetica, come lo sviluppo tecnico in generale, è solo uno dei tanti fattori. Anche se è possibile che l'ingegneria genetica possa fornire un contributo per incrementare puntualmente la produzione agricola nel Sud, non è possibile affermare che sia in grado di ridurre la fame e la denutrizione che generalmente non sono dovute all'assenza di offerta ma al mancato accesso alle risorse alimentari.

L'importanza dell'ingegneria genetica per la soluzione di questi problemi complessi viene spesso sopravvalutata. Essa infatti non apporta né un vantaggio né uno svantaggio assoluto. Entrambe le posizioni accordano un peso eccessivo alla tecnologia per superare i problemi esistenti nei Paesi in via di sviluppo. La CENU ritiene pertanto errato rappresentare l'ingegneria genetica nel dibattito pubblico come se potesse offrire **l'unica** soluzione ai problemi. Sarebbe comunque errato anche non riconoscere nessun potenziale all'ingegneria genetica.

c Un potenziale difficile da stimare

Una delle maggiori difficoltà nello stimare il potenziale dell'ingegneria genetica è rappresentata dalla mancanza di esperienze di lungo periodo e quindi dal dover fare riferimento a delle congetture. La CENU ritiene pertanto importante sottolineare che la propria valutazione relativa all'ingegneria genetica si basa sulle conoscenze oggi disponibili.

La stragrande maggioranza dei membri della CENU ritiene che il contributo dell'ingegneria genetica alla sicurezza alimentare, tenuto conto delle condizioni tecniche, politiche e sociali dei Paesi in via di sviluppo, non sia attualmente stimabile. Una minoranza ritiene invece che questo contributo sia stimabile e prevede conseguenze negative per la sicurezza alimentare.

4.1.5 Raccomandazioni per la sicurezza alimentare

Sulla base della propria valutazione del potenziale dell'ingegneria genetica verde la CENU raccomanda quanto segue:

Nell'attuale situazione sarebbe errato orientare la politica della ricerca esclusivamente verso l'ingegneria genetica al fine di garantire un'alimentazione sana e sufficiente. La decisione unilaterale a favore di soluzioni tecnologiche può, indipendentemente dalle conseguenze dirette positive o negative sui Paesi in via di sviluppo, creare un problema se così facendo si trascurano altre soluzioni probabilmente più efficaci. Una valutazione etica esaustiva delle conseguenze dell'ingegneria genetica sui Paesi in via di sviluppo in altre parole, oltre alle conseguenze dirette, deve prendere in considerazione anche i possibili effetti indiretti.

La complessità delle cause che sono all'origine di fame e denutrizione richiede che la Svizzera tenga conto di un ampio contesto nel valutare ogni possibile soluzione. Rientra in questo contesto anche la verifica del proprio ruolo sul

mercato mondiale, i cui cambiamenti sono di importanza decisiva per i Paesi in via di sviluppo. In particolare le sovvenzioni svizzere alle esportazioni di prodotti agricoli devono essere valutate anche dal punto di vista del loro impatto sulla sicurezza alimentare dei Paesi in via di sviluppo e quindi alla luce del concetto di giustizia internazionale.

Per quanto riguarda gli aiuti alimentari in situazioni di crisi la CENU sostiene gli obiettivi della DSC che prevedono l'invio di aiuti finanziari invece degli aiuti materiali. Con gli aiuti finanziari le organizzazioni umanitarie competenti possono acquistare a condizioni vantaggiose le derrate alimentari nelle regioni limitrofe alle aree di crisi o, in caso di necessità, direttamente sul mercato mondiale. L'acquisto all'interno della regione contribuisce a rafforzare la sicurezza alimentare locale. Gli aiuti materiali invece, che servono a smaltire la produzione agricola eccedente dei Paesi donatori, possono sfavorire ulteriormente i Paesi in via di sviluppo sul mercato mondiale.



4.2 La sovranità alimentare

4.2.1 Problematica: possibili limitazioni della sovranità alimentare

Sei imprese multinazionali controllano oggi il 98% del mercato di piante GM e il 70% del mercato mondiale dei pesticidi. Queste aziende sono: Monsanto, Syngenta, Bayer Aventis, DuPont, BASF e Dow. Oltre il 90% delle sementi transgeniche proviene oggi dalla ditta Monsanto. In Africa tre Gruppi industriali, Syngenta, Monsanto e DuPont, controllano il mercato delle sementi. Il pericolo di monopoli viene rafforzato dalla possibilità di brevettare le sementi GM.

I Paesi in via di sviluppo corrono il rischio di vedere ridotta la loro sovranità alimentare da altri Paesi o dalle imprese che controllano il mercato. I rapporti relativi alle situazioni di crisi sono molto espliciti in questo senso: Paesi come lo Zimbabwe, lo Zambia, l'Angola o il Sudan hanno dovuto scegliere se accettare gli aiuti umanitari con alimenti GM oppure se rinunciare completamente ad ogni genere di aiuto.

4.2.2 Valore fondamentale: l'autodeterminazione in ambito alimentare

La sovranità alimentare deve essere tenuta distinta dal concetto di sicurezza alimentare. Quest'ultima richiede che tutte le persone abbiano accesso ad un'alimentazione sana e sicura, mentre la sovranità alimentare designa il diritto delle persone di decidere autonomamente sulle modalità della pro-

pria alimentazione. Se alle persone viene negata la possibilità di decidere da sole, esse diventano vittime e al contempo destinatarie di un sistema caritativo e ciò sarebbe espressione di un atteggiamento paternalistico inammissibile.

La sovranità alimentare è importante a diversi livelli: la sovranità alimentare statale o basata su altre strutture collettive implica che gli Stati o le collettività possano regolare il settore delle derrate alimentari in modo autonomo e indipendente. La sovranità alimentare individuale comprende la scelta autonoma del cibo a livello individuale. Per gli agricoltori essa corrisponde al diritto di poter decidere in autonomia in merito alla coltivazione e alla commercializzazione dei propri prodotti.

4.2.3 Argomenti relativi alle conseguenze dell'ingegneria genetica sulla sovranità alimentare

Accanto al diritto di accesso ad un'alimentazione sufficiente e sana, la CENU ritiene che la sovranità alimentare, sia a livello statale che individuale, debba avere un'elevata considerazione. Essa è infatti espressione di dignità umana e di giustizia. Occorre pertanto valutare quanto viene tenuta in considerazione la sovranità alimentare dei Paesi emergenti e in via di sviluppo e delle loro popolazioni nell'ambito dell'attuale politica in materia di ingegneria genetica.

a Formazione di monopoli

Le sementi GM possono essere brevettate. Il fatto che gli agricoltori, in una situazione di disparità di potere, siano disposti ad acquistare ogni anno nuove sementi, può essere considerata solo in parte come un'azione autonoma. Se gli agricoltori non possono scegliere veramente fra diverse sementi, si crea una situazione di dipendenza che limita la sovranità alimentare. La dipendenza diventa più forte con l'aumentare dei diritti di brevetto rivendicati nell'ambito di situazioni quasi monopolistiche.

b Formazione di due mercati separati

Uno dei motivi della controversia durante la situazione di crisi in Zimbabwe e nello Zambia è costituito dal fatto che sul mercato mondiale si erano creati due mercati per le derrate alimentari e per le sementi, con catene di distribuzione separate: un mercato per i prodotti GM e un mercato per i prodotti privi di OGM. I Paesi emergenti e in via di sviluppo si vedono dunque costretti a decidere per quale mercato produrre. Se scelgono l'ingegneria genetica verde, vengono esclusi dal mercato dei prodotti privi di OGM. Se decidono di non optare per l'ingegneria genetica, si vedono chiudere i loro mercati all'importazione di prodotti GM e si espongono probabilmente ad altri svantaggi, come mostrano gli esempi dell'Angola e del Sudan (cfr. 2.2).



c Mancanza di una valutazione della sicurezza riferita al contesto

I Paesi del Sud hanno buoni motivi per impiegare parametri di sicurezza diversi rispetto ai Paesi industrializzati. La diversità di abitudini alimentari, usanze agricole, condizioni climatiche ed ecologiche comporta infatti pericoli specifici.

La ricerca sui pericoli condotta dai Paesi del Nord non è sempre applicabile al contesto del Sud. Nei climi tropicali, ad esempio, le piante possono comportarsi diversamente rispetto alle zone climaticamente temperate. Gli studi al riguardo non sono ancora sufficienti. Non sono nemmeno state oggetto di ricerca le conseguenze del consumo di mais Bt sulla salute delle popolazioni nei Paesi poveri che coprono una parte preponderante del loro fabbisogno calorico con prodotti che vengono scarsamente lavorati. Le varietà Bt non sono state sviluppate né per questo contesto né testate a partire da queste condizioni. Anche i rischi di allergie causate da queste derrate alimentari in caso di alimentazione scarsa o carente non sono noti. L'uso alimentare di olio di cotone, molto diffuso nei Paesi del Sud e ricavato dai semi delle capsule, fornisce un altro esempio dell'importanza dell'analisi dei pericoli che tenga conto del contesto specifico. Quando nel Nord si sono analizzate le conseguenze dell'impiego del cotone Bt, non è stata presa in considerazione l'utilizzazione dei semi di cotone nei Paesi del Sud.

4.2.4 Valutazione degli argomenti

Per quanto riguarda le conseguenze sulla sovranità alimentare dei Paesi in via di sviluppo, la CENU non attribuisce molta importanza alla creazione di mercati separati. Ritene tuttavia che debbano essere tenuti sotto controllo gli ulteriori sviluppi.

Tutti i membri attribuiscono invece un'enorme importanza ad una valutazione della sicurezza delle piante GM inserita nel contesto dei Paesi emergenti e in via di sviluppo.

La creazione di monopoli e il relativo pericolo di limitare la sovranità alimentare rappresenta per tutti i membri della CENU un argomento importante. La circostanza che già oggi in alcuni casi non esistano pressoché opzioni per lo sfruttamento agricolo del terreno, non esclude che agli agricoltori possano venire ulteriormente ridotte le possibilità di scelta a causa dell'impiego dell'ingegneria genetica.

Indipendentemente dal fatto che un monopolio nasca in seguito all'impiego dell'ingegneria genetica o in un altro modo, esso deve essere considerato come un fatto negativo a causa delle sue conseguenze. Se si considera che il cibo è strettamente legato all'identità culturale e all'integrità personale, una situazione di monopolio in questo settore viene sentita come particolarmente inopportuna. Ogni monopolio in tale ambito deve essere possibilmente evitato, non a causa delle particolarità dell'ingegneria genetica, ma soltanto in virtù di questo stretto rapporto fra cibo,

alimentazione e personalità. La maggioranza dei membri della commissione attribuisce un'importanza elevata al significato antropologico dell'alimentazione, la minoranza vi attribuisce invece un'importanza media.

4.2.5 Raccomandazioni

La CENU sostiene la politica, peraltro già praticata dalla Svizzera, orientata al rispetto della sovranità alimentare anche nei casi di misure caritative (cfr. 2.2.4).

Per evitare la formazione di posizioni monopolistiche ingiustificate, la CENU ritiene all'unanimità che debbano essere garantiti integralmente il privilegio dell'agricoltore e quello del costituente.

La CENU ritiene che le risorse genetiche non modificate non debbano essere brevettate. La selezione di nuove varietà vegetali e l'allevamento di nuove razze animali si basano sulla libertà di scambio delle risorse genetiche, che devono pertanto rimanere di libero accesso per tutti. Ciò vale, non esclusivamente ma soprattutto, per la selezione nell'ambito della tecnologia agraria, che deve essere priva di brevetti. Tale aspetto è particolarmente importante per quelle piante utili che rivestono un'importanza centrale nell'approvvigionamento alimentare mondiale. Quale passo importante in questa direzione, la CENU accoglie positivamente il trattato internazionale della FAO (*International Treaty, IT*) sulle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura, l'estensio-



Privilegio dell'agricoltore

Questo privilegio autorizza i coltivatori ad utilizzare gratuitamente le sementi provenienti dal raccolto di una varietà protetta da brevetto come materiale riproduttivo da impiegare nella propria azienda. Il privilegio si riferisce sia alle piante sia agli animali.

Privilegio del costitutore

Questo privilegio consente ai costitutori di varietà di utilizzare varietà protette come base per la selezione di nuove varietà senza dover pagare diritti di licenza.

ne del privilegio di ricerca al settore della fitotecnica e gli sforzi dell'UE di inserire un privilegio dell'agricoltore relativamente esteso nella direttiva sui brevetti. La CENU sostiene inoltre l'attuale progetto di revisione del diritto svizzero in materia di brevetti.

Anche nella sfera vitale oggetto della presente pubblicazione esiste uno squilibrio fra i Paesi in via di sviluppo e quelli industrializzati. La CENU ritiene che tale disparità debba essere compensata mediante una promozione mirata della ricerca nei Paesi del Sud. La CENU raccomanda per la Svizzera delle misure nell'ambito del *capacity building*. Deve essere rafforzato il sostegno a quei progetti già in corso che promuovono le conoscenze e le esperienze relative all'impatto dell'ingegneria genetica nel contesto ecologico, economico e sociale specifico dei Paesi destinatari.

4.3 Biodiversità

4.3.1 Problematica: riduzione della biodiversità

Numerosi fattori come l'erosione del terreno, la siccità, le inondazioni, i cambiamenti climatici, il peggioramento della qualità dell'acqua, la riduzione della fertilità del terreno in seguito ad una forte presenza di sale o ad un'eccessiva concimazione, come anche i fenomeni di compressione del suolo rappresentano una minaccia per la biodiversità. Inoltre, sempre più piante scompaiono dalle superfici coltivate e le monocolture mettono in pericolo la diversità delle piante utili. La base genetica delle piante utili oggi coltivate diventa sempre più esigua, in questo modo aumenta notevolmente il pericolo che le piante vengano attaccate da parassiti o da malattie o che i raccolti vadano persi.

Il fenomeno della riduzione della biodiversità e dell'agrobiodiversità in particolare non si osserva soltanto da quando è stata introdotta l'ingegneria genetica in agricoltura. Mentre a favore dell'ingegneria genetica si sostiene che essa potrebbe contribuire a conservare la biodiversità, a suo sfavore si afferma invece che potrebbe ridurre ulteriormente la base della stessa biodiversità. Qui di seguito si dovrà pertanto valutare anche quali sono le conseguenze dell'impiego dell'ingegneria genetica sulla conservazione della biodiversità e, in particolare, dell'agrobiodiversità.



4.3.2 Obblighi e requisiti etici: tutela delle basi della vita, responsabilità nei confronti delle future generazioni e rispetto della natura non umana

La garanzia nel lungo periodo dei fondamenti della vita si basa sulla biodiversità. La tutela della biodiversità è anche una necessità che deriva dal principio della giustizia intergenerazionale: le future generazioni hanno il diritto morale di disporre di opportunità di vita simili alle nostre. Inoltre il rispetto della natura non umana e della dignità del creato richiede un modo di vivere sostenibile.

4.3.3 Argomenti relativi alle conseguenze dell'ingegneria genetica sulla biodiversità dei Paesi in via di sviluppo

a Aumento delle monoculture

I sistemi agricoli tradizionali, basati sulla varietà vegetale, assicurano non solo la sopravvivenza diretta degli agricoltori nei Paesi in via di sviluppo ma anche le basi naturali della vita nel lungo periodo. La coltivazione di colture miste con un'elevata diversità genetica garantisce un raccolto relativamente sicuro anche in presenza di una forte selezione; essa sostiene il mantenimento dell'ecosistema locale.

Per quanto riguarda l'ingegneria genetica, si teme che il suo impiego nei Paesi emergenti e in via di sviluppo favorisca l'estensione della produzione agricola industriale. Il conseguente aumento delle monoculture viene collegato ad un'ulteriore riduzione genetica. Ven-

La biodiversità e i pericoli di una biodiversità ridotta

È difficile dare una definizione semplice ed esaustiva della **biodiversità**, che tenga conto della complessità del termine. Per biodiversità qui si intende la totalità delle varietà di organismi viventi all'interno dei loro ecosistemi complessi. Il termine comprende la varietà di ecosistemi e di specie, la varietà all'interno delle specie e quella a livello genetico.

In relazione al presente dibattito il termine si riferisce spesso soltanto all'**agrobiodiversità**. Essa comprende la varietà delle piante utili e delle piante da coltivazione. Va di pari passo con l'agrobiodiversità anche la **diversità culturale**. I metodi di selezione e di coltivazione delle collettività locali hanno dato origine all'agrobiodiversità con la sua grande varietà di specie adattate alle condizioni locali. Il contesto culturale e sociale di queste collettività ha un ruolo centrale nella conservazione e nella promozione dell'agrobiodiversità.

La carestia irlandese

Nel XIX secolo il fungo parassita *Phytophthora infestans* distrusse praticamente i raccolti di patate di tutta Europa. L'Irlanda fu particolarmente colpita dalla conseguente carestia. La patata di allora proveniva da pochissime piante originarie delle Ande e la sua base genetica era alquanto limitata. Dopo aver rotto la prima barriera e attaccato una patata, il parassita si diffuse rapidamente in tutta Europa perché tutte le piante di patate erano geneticamente pressoché identiche.

La coltura mista del riso in Cina

Nella regione cinese dello Yunnan il fungo *Magnaporthe grisea* aveva provocato gravissimi danni alle coltivazioni di riso. Oggi, gli agricoltori, invece della solita monocoltura, coltivano sempre due varietà di riso: una fila della varietà A e una della varietà B. L'infestazione si è ridotta e il raccolto è quasi raddoppiato. I ricercatori ritengono oggi che questo successo sia dovuto a diversi meccanismi: grazie alla coltura mista la distanza fisica fra le piante dello stesso tipo è maggiore e il fungo difficilmente riesce a superarla. In questo modo si moltiplicano anche gli insetti utili che mettono alle strette il fungo.



gono ricordate le esperienze negative della cosiddetta rivoluzione verde che ha incrementato la produzione agricola ma che al contempo ha favorito lo sviluppo delle monoculture, determinando un incremento consistente del consumo d'acqua e del ricorso a erbicidi e pesticidi. In questo modo sono stati danneggiati la biodiversità, la fertilità del terreno, il bilancio idrico e la disponibilità dell'acqua.

b Dominanza delle varietà ad alta produttività

La diversità genetica delle piante coltivate ha subito una riduzione drastica a livello mondiale a causa del costante aumento dell'agricoltura intensiva. Una larga parte dei prodotti odierni proviene da poche varietà ad alta produttività con una base genetica molto esigua. Sono sempre più numerosi i segnali che inducono a pensare che una riduzione dell'agrobiodiversità renda più sensibile la produzione agricola agli effetti climatici ed ambientali. Si accentua inoltre il pericolo di perdite di raccolto su ampie superfici, poiché aumenta la predisposizione delle piante agli attacchi dei parassiti e delle malattie. Tutto questo mina la stabilità, la sostenibilità e la produttività dei sistemi agricoli consolidati. In una prima fase sarebbero soprattutto i Paesi poveri ad essere colpiti da questo sviluppo negativo. Tali timori vengono rafforzati dalla constatazione che fino ad ora soltanto poche piante, interessanti da un punto di vista commerciale, sono state al centro dell'interesse della biotecnologia e dell'ingegneria genetica, fatto che potrebbe accelerare il processo di riduzione della biodiversità.

c Il pericolo dello sviluppo della resistenza

Da sempre più parti si esprime il timore che una coltivazione diffusa di piante GM possa favorire lo sviluppo della resistenza dei parassiti agli insetticidi. Questo fenomeno colpisce tutte le piante, quelle tradizionali e quelle geneticamente modificate. Un esempio relativo all'agricoltura tradizionale è costituito dalla tossina Bt, che viene irrorata come insetticida soltanto alcune volte durante il periodo di coltivazione. Nelle piante Bt invece, la tossina viene espressa continuamente. I parassiti sono perciò soggetti ad una maggiore selezione, fatto che potrebbe accelerare lo sviluppo della loro resistenza. Per evitare o ritardare questo processo, oggi viene prescritta in molte parti una particolare gestione delle colture: i campi Bt vengono circondati da una cintura di piante il cui genoma non è stato geneticamente modificato, in questo modo i campi risultano isolati.

d Minaccia per la flora selvatica a causa di incroci genetici indesiderati

Diverse sono le controversie che riguardano l'impatto delle piante utili GM sulla flora selvatica, che a sua volta costituisce la base della stabilità futura degli ecosistemi e di un'agricoltura sostenibile. Si teme infatti che proprio nei Paesi con la maggiore diversità biologica il materiale genetico «migri» dalle piante coltivate a quelle selvatiche (*gene flow*) contribuendo ad un'erosione delle risorse genetiche.

e Incremento dell'agrobiodiversità mediante ingegneria genetica

In altre sedi si sostiene che il ricorso a metodi di coltivazione sempre più intensivi sia una conseguenza dell'agricoltura moderna, la cui diffusione non coincide con l'introduzione dell'ingegneria genetica. Occorre considerare che non sono solo i sistemi agricoli tradizionali a dipendere dalla biodiversità ma anche l'ingegneria genetica. Le selezioni molto produttive, che resistono alle nuove condizioni ambientali come la siccità, le inondazioni, i terreni eccessivamente salati, le variazioni climatiche estreme ecc., dipendono sostanzialmente da un ampio pool di geni. Con l'ausilio dell'ingegneria genetica dovrebbe ad esempio essere possibile trasferire il materiale genetico di varietà indigene in varietà ad alta produttività. O viceversa alcune caratteristiche idonee ad incrementare la produttività potrebbero essere trasferite in varietà adattate localmente. In questo modo la biogenetica potrebbe contribuire ad incrementare l'agrobiodiversità.



Progetti internazionali per la tutela della biodiversità

Banche genetiche

Esistono progetti internazionali per contrastare un'ulteriore perdita della diversità biologica mediante la costituzione di banche genetiche *in situ* (nei luoghi naturali dove crescono le piante) e anche *ex situ* (al di fuori di questi luoghi). I Paesi in via di sviluppo sono spesso dei centri di diversità biologica, però nella maggior parte dei casi non sono in grado di assumersi da soli l'incarico di conservare la diversità biologica *in situ*. Ai fini di un'equità globale di distribuzione è perciò necessario sviluppare e realizzare progetti per uno sfruttamento sostenibile ed economicamente equo della diversità biologica che si possano conciliare con le esigenze delle popolazioni dei Paesi in via di sviluppo.

Trattato internazionale della FAO sulle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura (IT)

Questo trattato ha lo scopo di evitare problemi alimentari dovuti alla perdita dei raccolti. L'alimentazione mondiale dipende oggi in larga misura dal grano, dal riso, dal mais e dalla patata. Di queste piante vengono però coltivate soltanto poche varietà con una base genetica molto esigua, con il conseguente pericolo che le malattie o le variazioni climatiche possano mettere a repentaglio interi raccolti. Il trattato ha lo scopo innanzi tutto di sostenere la conservazione della diversità genetica. In secondo luogo intende promuovere la coltivazione e l'ulteriore sviluppo di un'ampia varietà di piante utili. Il terzo

elemento centrale del trattato riguarda la facilitazione d'accesso alle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura e l'obbligo, nei confronti di coloro che ne traggono vantaggi, di ripartire i loro profitti. Il trattato non riguarda però tutte le risorse fitogenetiche importanti per l'alimentazione e l'agricoltura.

Global Crop Diversity Trust (GCDT)

Per applicare il trattato IT, è prevista l'approvazione di una cosiddetta strategia di finanziamento. Il GCDT, in fase di creazione a lato del trattato IT, viene riconosciuto come importate strumento di finanziamento nell'ambito del trattato IT. Lo scopo primario del GCDT è mantenere, a livello mondiale, le banche genetiche più importanti per la sicurezza alimentare e per l'agricoltura sostenibile nonché garantire l'accesso pubblico a queste risorse.

4.3.4 Valutazione degli argomenti e raccomandazioni

È difficile valutare in che modo l'impatto negativo sulla biodiversità sia da attribuire specificatamente all'impiego della biogenetica e quindi all'utilizzo diretto di piante transgeniche nell'agricoltura dei Paesi in via di sviluppo. Da un lato i microsistemi sono differenti a livello locale e le interazioni fra le diverse componenti dei sistemi dipendono da moltissimi fattori. Dall'altro si nota la carenza di ricerche nel lungo periodo e delle conoscenze necessarie per valutare i possibili danni e peggioramenti.

La maggioranza della CENU teme che, alle condizioni odierne, l'ingegneria genetica in agricoltura contribuisca alla riduzione della biodiversità nei Paesi emergenti e in via di sviluppo. La minoranza ritiene che attualmente non sia possibile definire se e in che modo l'ingegneria genetica abbia un impatto sulla riduzione della biodiversità.

4.3.5 Raccomandazioni

Secondo la CENU, la tutela della biodiversità è un presupposto indispensabile per un'applicazione dell'ingegneria genetica verde. Le piante transgeniche devono essere analizzate per definire se favoriscono o danneggiano la conservazione della biodiversità.

La CENU raccomanda di includere la conservazione della biodiversità nelle future strategie agricole. I suoi membri sono unanimi nel ritenere che devono essere tutelati i centri di origine (*centers of origin*) delle piante coltivate. Vi-



sto che le condizioni ambientali sono in costante mutamento, questi centri sono indispensabili come pool di geni per le future selezioni. Anche la moderna fitotecnica dipende da queste piante originarie. In detti centri non vanno rilasciati OGM per evitare un incrocio con piante selvatiche affini. Anche nelle aree particolarmente sensibili da un punto di vista ecologico devono essere evitate emissioni nell'ambiente.

La CENU sostiene i progetti del *capacity building* per la tutela della biodiversità e le misure che promuovono la diversità colturale, come ad esempio i progetti del commercio equo e solidale e la concessione di microcrediti per i piccoli agricoltori.

La CENU sostiene all'unanimità anche i progetti che hanno per oggetto le banche genetiche, la conservazione e la cura delle piante coltivate nella loro sede naturale (*in situ*) e anche fuori dal loro sito naturale (*ex situ*). Essa sostiene tutti gli sforzi che contribuiscono a garantire il libero scambio di risorse genetiche per la selezione e la ricerca.

4.4 Pace sociale

4.4.1 Problematica

Anche nei Paesi in via di sviluppo esistono conflitti fra sostenitori e oppositori dell'utilizzo degli OGM in agricoltura. Gli agricoltori dell'India, ad esempio, bruciano i campi del cotone transgenico, e le controversie presso le università indonesiane sull'impiego dell'ingegneria genetica in agricoltura assumono toni viepiù aspri. Occupazioni delle terre, vertenze giuridiche e interventi della polizia sono la prova di una pace rotta o precaria.

4.4.2 Valore fondamentale: la pace sociale

La pace sociale regna quando tutti i gruppi di una società sono disposti e in grado di affrontare i conflitti senza violenza. La pace sociale è il presupposto irrinunciabile per un ordine equo ed è componente indispensabile della sicurezza della vita e dello sviluppo sociale. I conflitti sociali e culturali possono compromettere drasticamente il progresso economico e la sostenibilità.

4.4.3 Argomenti relativi all'impatto dell'ingegneria genetica sulla pace sociale nei Paesi in via di sviluppo

a Accesso alle informazioni

Un'informazione completa proveniente da fonti diverse e che riferisca correttamente gli svantaggi e i vantaggi dei problemi è il presupposto perché le nuove tecnologie vengano accettate,

perché la popolazione abbia fiducia nel governo, nel settore privato e nella società civile e per tutelare la pace sociale che si basa su tali fattori. Nei Paesi emergenti e in via di sviluppo, per una vasta fascia della popolazione l'accesso alle informazioni è molto più difficile che nei Paesi del Nord. La corruzione dei giornalisti e dei politici (locali) ostacola l'informazione dei cittadini, lo scambio corretto di opinioni e quindi l'adozione di soluzioni condivise.

b Evitare le tensioni cultural-religiose

In molti Paesi in via di sviluppo l'agricoltura non è semplicemente la coltivazione della terra, ma è agricoltura. Essa è saldamente ancorata a immagini e valori religiosi, mitici e culturali. Il riso in molte parti dell'Asia è molto di più di un alimento o di una merce di scambio. Esso incarna spesso delle divinità collegate a numerosi riti. Le innovazioni tecnologiche devono perciò tenere conto di questi fenomeni se vogliono essere impiegate con successo, senza creare tensioni cultural-religiose che compromettano la pace sociale. È perciò importante instaurare un dialogo con le comunità religiose nelle aree di utilizzo delle nuove tecnologie.

c Risoluzioni armate dei conflitti

In caso di conflitto, in molti Paesi in via di sviluppo anche le decisioni relative all'agricoltura vengono imposte militarmente mediante interventi armati statali, paramilitari o privati. L'imposizione di obiettivi di politica agricola non può avvenire con mezzi militari se si intende mantenere o ripristinare la pace sociale.



4.4.4 Valutazione degli argomenti e raccomandazioni

Le argomentazioni addotte non riguardano solo l'impiego di OGM in agricoltura bensì tutti gli sviluppi tecnologici. Inoltre, devono essere tenute in considerazione anche per la valutazione dell'ingegneria genetica applicata all'agricoltura dei Paesi in via di sviluppo. La CENU ritiene che questi aspetti socioculturali vengano spesso trascurati a vantaggio di quelli economici ed ecologici, tuttavia essi devono essere assolutamente inclusi nella ricerca di una soluzione sostenibile, al servizio della pace sociale. I dibattiti partecipativi sulle nuove tecnologie del settore agricolo sono importanti anche nei Paesi in via di sviluppo almeno quanto lo sono nei Paesi industrializzati. Il presupposto perché possano svolgersi è costituito dalla presenza di un numero sufficiente di media indipendenti, dalla partecipazione delle istanze culturali e religiose e dall'assenza di corruzione nelle procedure di autorizzazione.

4.4.5 Raccomandazioni

Affinché all'interno dei Paesi in via di sviluppo sia possibile un solido confronto sull'ingegneria genetica nel settore non umano e quindi venga consentita e migliorata la partecipazione di questi Paesi al dialogo internazionale, la Confederazione, nell'ambito della cooperazione allo sviluppo, deve promuovere la partecipazione dei cittadini e la formazione di organi tecnici.

La Confederazione, le imprese operanti nei Paesi in via di sviluppo e gli enti assistenziali privati devono impegnarsi a favore di un'informazione e di una comunicazione oggettiva e leale relativa all'impiego dell'ingegneria genetica nei Paesi emergenti e in via di sviluppo e favorire dei processi di partecipazione e di autorizzazione democratici.



5 Conclusioni

5.1 Sintesi della valutazione

Molte riflessioni sull'ingegneria genetica si limitano alla sicurezza alimentare, analizzando soltanto le opportunità offerte dalle tecnologie e i possibili pericoli per la salute. Tutto questo non è sufficiente. Oltre agli aspetti della sovranità alimentare, della biodiversità e della pace sociale acquistano importanza anche altre tematiche. Una valutazione esaustiva delle conseguenze dell'ingegneria genetica sui Paesi emergenti e in via di sviluppo deve perciò comprendere tutti i fattori e gli elementi rilevanti.

Sulla base della precedente discussione e della valutazione di tutte le argomentazioni, la stragrande maggioranza dei membri della CENU è giunta alla conclusione che attualmente non sia possibile valutare le conseguenze dell'ingegneria genetica sui Paesi in via di sviluppo con un grado di certezza sufficiente. Di conseguenza devono essere promossi i vantaggi là dove siano evidenti, mentre occorre porre un freno all'impiego dell'ingegneria genetica dove si delineano gravi conseguenze negative. Una minoranza ritiene che attualmente, a causa dell'impossibilità di valutare le conseguenze e tenuto conto della prevalenza della previsione negativa e di un'interpretazione restrittiva del principio di prevenzione, sia preferibile abbandonare l'ingegneria genetica. Un'altra minoranza ritiene invece che le conseguenze siano valutabili, prevede

delle conseguenze negative per i Paesi in via di sviluppo e raccomanda pertanto di rinunciare all'impiego dell'ingegneria genetica in tali Paesi.

5.2 Raccomandazioni generali

Poiché oggi si sa ancora poco sul potenziale dell'ingegneria genetica verde nei Paesi in via di sviluppo, è necessario promuovere in particolare la **ricerca nel settore pubblico**. Tale ricerca deve inoltre essere approfondita a livello internazionale e coordinata meglio di quanto non avvenga attualmente.

Poiché i risultati della ricerca sui rischi condotta nei Paesi del Nord non possono essere trasferiti semplicemente alle condizioni agricole del Sud, deve essere promossa una **ricerca sui pericoli che tenga conto del contesto specifico**. Oltre alle differenze climatiche ed ecologiche, la valutazione delle conseguenze dell'ingegneria genetica verde deve tenere conto delle condizioni sanitarie, sociali ed economiche specifiche.

Esiste il pericolo che le soluzioni tecnologiche trascurino le complesse relazioni sociali in cui si situano. Questo vale anche per l'ingegneria genetica. La CENU pone pertanto un accento particolare sulla promozione di altre soluzioni che fino ad ora hanno dato risultati in parte migliori e più efficienti. Da un punto di vista etico è da escludere che i fondi destinati alla ricerca ven-

gano impiegati in modo unilaterale a favore di un determinato approccio tecnologico senza analizzare il complesso contesto socio-culturale in cui vanno applicati i suoi risultati. Questo vale in particolare, quando le conseguenze della tecnologia in fase di sviluppo non siano ancora valutabili.

Deve essere rispettata la sovranità dei Paesi emergenti e in via di sviluppo, che hanno il diritto di decidere autonomamente in merito all'impiego dell'ingegneria genetica verde. Molti di questi Paesi oggi non dispongono di risorse tecniche e finanziarie per poter valutare in modo indipendente la tecnologia e le sue applicazioni. La CENU sostiene pertanto ogni misura che abbia lo scopo di promuovere il **capacity building** di questi Paesi.

Le risorse genetiche assicurano la base dell'alimentazione mondiale. La CENU sostiene pertanto tutti gli sforzi che hanno lo scopo di garantire il **libero accesso e lo scambio di risorse genetiche per la selezione e la ricerca**.

Bibliografia

- ACH, JOHANN S.: *Ethische Analyse und Auslegeordnung zum Thema «Auswirkungen der Biotechnologie auf Entwicklungs- und Schwellenländer»*, perizia commissionata dalla CENU, Rostock, 2003. www.ekah.ch
- ANWANDER, N. / BACHMANN, A. / RIPPE, K. P./ SCHABER, P.: *Gene patentieren. Eine ethische Analyse*, perizia commissionata dalla CENU, Paderborn, 2002.
- DER BUND, *Entweder Genmais – oder gar nichts*, 11 maggio 2004.
- ECOSTRAT, *Anbau von gentechnisch veränderter Baumwolle in Entwicklungs- und Schwellenländern*, studio bibliografico commissionato dalla CENU, maggio 2004. www.ekah.ch
- ECOSTRAT, *Anbau von gentechnisch verändertem Mais in Entwicklungs- und Schwellenländern*, studio bibliografico commissionato dalla CENU, maggio 2004. www.ekah.ch
- CENU, *Ingegneria genetica applicata alle derrate alimentari*, 2003. www.ekah.ch
- CENU, *Patente auf Tiere und Pflanzen. Ein Diskussionsbeitrag*, 2001. www.ekah.ch
- CENU, *Valutazione etica della tecnologia «terminator»*. Presa di posizione, 6 ottobre 2000. www.ekah.ch
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS: *The State of Food and Agriculture. Agricultural Biotechnology. Meeting the needs of the poor?* Roma, 2003.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS: *The State of Food Insecurity in the World. Monitoring progress towards the World Food Summit and Millennium Development Goals*. Roma, 2003.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS: *Agricultural Biotechnology in the Developing World*. Roma, 1995.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS: *Report of the Panel of Eminent Experts on Ethics in Food and Agriculture*. First session, 26-28 settembre 2000. Roma, 2001.
- FOOD ETHICS COUNCIL: *TRIPS with everything? Intellectual property and the farming world*. A Food Ethics Council Report, 2002. www.foodethicscouncil.org/reportgmfood.htm
- FOOD ETHICS COUNCIL: *Novel Foods: Beyond Nuffield*. A Food Ethics Council Report, 1999. www.foodethicscouncil.org/reportgmfood.htm
- FRIENDS OF THE EARTH INTERNATIONAL: *Playing with Hunger: The Reality behind the shipment of GMOs as Food Aid*. Amsterdam, 2003.
- KATZ, CH. ET AL.: *Biotechnologien für die «Dritte Welt». Eine entwicklungspolitische Perspektive?* Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Nr. 2, Berlino, 1996.
- KOECHLIN, F.: *Transgene dürre- und salztolerante Pflanzen*. Zusammenfassung und Ergänzung der Gentechnik-Nachrichten Spezial 15 «Transgene dürre- und salztolerante Pflanzen», Öko-Institut eV., Freiburg i. Br., febbraio 2004. www.ekah.ch
- NUFFIELD COUNCIL ON BIOETHICS: *The use of genetically modified crops in developing countries. A follow-up Discussion Paper to the 1999 Report «Genetically modified crops: the ethical and social issues»*. 2003. www.nuffieldbioethics.org/gmcrops/
- NUFFIELD COUNCIL ON BIOETHICS: *Genetically modified crops: the ethical and social issues*. Londra, 1999. www.nuffieldbioethics.org/gmcrops/
- ORTON, LIZ: *GM crops – going against the grain*. ActionAid, 2003. www.actionaid.org/resources/pdfs/gatg.pdf
- PINSTRUP-ANDERSEN, P. / SCHIØLER, E.: *Seeds of Contention: World Hunger and the Global Controversary over GM Crops*, Baltimora, 2001.
- PRETTY, J. / HINE, R.: *Ernährung sichern*, Francoforte, 2001.
- SAAM M. / BORDOGNA PETRICCIONE, B. / NOVEMBER, A.: *Les impacts des plantes transgéniques dans les pays en voie de développement et les pays en transition*. Perizia commissionata dalla CENU, Réseau Interdisciplinaire Biosécurité, 2003. www.ekah.ch
- SPINNEY, L.: *Biotechnology in Crops: Issues for the developing world*. A Report compiled for Ox-fam GB, 1998. www.oxfam.org.uk/policy/papers/gmfoods/gmfoods.htm
- 24 HEURES, *Les OGM gagnent du terrain en Afrique de l'Ouest*, 30 aprile 2004.

Elenco delle abbreviazioni

Bt	Bacillus thuringiensis; batterio che produce una proteina nociva per alcuni insetti. Le piante Bt sono state geneticamente modificate in modo da esprimere da sole questo insetticida.	OGM	organismo geneticamente modificato
		OMC	Organizzazione mondiale del commercio (World Trade Organization)
CBD	Convenzione sulla biodiversità (Convention on Biological Diversity); Convenzione delle Nazioni Unite del 5 giugno 1992 sulla diversità biologica	TRIPS	Accordo del 15 aprile 1994 sugli aspetti di proprietà intellettuale attinenti al commercio, allegato all'accordo che istituisce l'organizzazione mondiale del commercio (OMC)
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research: un consorzio di Stati, organizzazioni internazionali e regionali e fondazioni private. Sostiene 15 centri internazionali di ricerca agraria che collaborano strettamente con diversi istituti nazionali di ricerca, con il settore privato e con le organizzazioni non governative. Il CGIAR sfrutta le più recenti conoscenze nel campo dell'agricoltura per ridurre la povertà, migliorare in modo durevole le condizioni di nutrizione e di salute delle persone, promuovere la crescita agricola e contribuire alla tutela dell'ambiente.	UPOV	Convenzione internazionale del 2 dicembre 1961 per la protezione delle novità vegetali, riveduta a Ginevra il 10 novembre 1972, il 23 ottobre 1978 e il 19 marzo 1991 (UPOV 1991)
		WFP	Programma mondiale di alimentazione (World Food Programme) delle Nazioni Unite
CIMMYT	International Maize and Wheat Improvement Center		
DNA	Acido desossiribonucleico (Desoxyribonucleic acid); portatore dell'informazione genetica		
FAO	Organizzazione delle Nazioni Unite per l'agricoltura e l'alimentazione (Food and Agriculture Organization)		
GCDT	Global Crop Diversity Trust		
GM	geneticamente modificato		
ICRISAT	International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics		
IRMA	Insect Resistant Maize for Africa Project		
IT	Trattato internazionale della FAO (International Treaty) sulle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura del 3 novembre 2001		
KARI	Kenyan Agricultural Research Institute		



Settembre 2004

Commissione federale d'etica per la biotecnologia nel settore non umano (CENU)
c/o Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP)
CH-3003 Berna
tel. +41 (0)31 323 83 83
ekah@buwal.admin.ch
www.ekah.ch

Traduzione: Sandro Corradini, in collaborazione con il Servizio linguistico italiano dell'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP)

Grafica e layout: Atelier Stephan Bundi, SGV, Boli

Illustrazioni: Toni Linder, Fritz R. Staehlin, Dino Beti; cortesemente messe a disposizione dall'archivio fotografico della Direzione dello sviluppo e della cooperazione (DSC)

La versione cartacea del presente rapporto è disponibile in lingua francese, tedesca e inglese.

La riproduzione è consentita citando la fonte.

Stampato su carta sbiancata senza cloro.

