

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PISA

LEZIONE

DEL DOTT. LESTER RUSSELL BROWN

" NUTRIRE IL MONDO NEGLI ANNI 90 "

AULA MAGNA STORICA, 14 febbraio 1991, ore 9

All'inizio degli anni novanta il mondo ha poco da celebrare sul fronte alimentare. Fra il 1950 ed il 1984 gli agricoltori di tutto il mondo hanno aumentato la produzione cerealicola mondiale di 2,6 volte, molto di più di tutte le precedenti generazioni messe insieme. Da allora, sfortunatamente, sono stati fatti scarsi progressi. La popolazione affamata e malnutrita in Africa, America Latina e in alcune parti dell'Asia è aumentata.

I raccolti, danneggiati dalla siccità nei maggiori paesi produttori nel 1987 e 1988, hanno portato le riserve mondiali ad uno dei livelli più bassi di questi decenni e, nel 1989, ad aumentare i prezzi mondiali del grano del 48%, rispetto al minimo storico di due anni prima. Anche i prezzi del riso, che nel 1986 avevano toccato il loro punto minimo, sono aumentati del 38%.

Con prezzi maggiori ed un migliore andamento climatico, nel 1989 si prevedeva che la produzione sarebbe risalita ripristinandole riserve. Il calo del raccolto mondiale del grano nel 1989 - 18 milioni di tonnellate in meno rispetto al consumo previsto di 1685 milioni - ha ridotto ancora di più le già esaurite riserve. Se in anni di clima quasi normale le riserve non possono essere ricostituite, quando potranno esserlo di nuovo? Il ripristino delle riserve mondiali è collegato alla possibilità di spingere la produzione oltre il consumo, un obiettivo che è difficile da raggiungere. La crescita della produzione alimentare mondiale è frenata dal degrado ambientale, dalla scarsità di terra coltivabile e di acqua irrigua e da una diminuita capacità di risposta delle colture ad un uso crescente dei fertilizzanti chimici. Nel frattempo, la crescita della popolazione mondiale è di oltre 90 milioni di abitanti all'anno.

Quasi tutte le forme di degrado ambientale stanno incidendo negativamente sulla produzione del cibo. Si stima che l'erosione del

suolo stia insidiando la produttività di 1/3 della superficie coltivabile mondiale. Il disboscamento provoca un crescente scorrimento delle acque piovane ed inondazioni che distruggono le colture. L'inquinamento dell'aria e le piogge acide danneggiano le colture, sia nei paesi industrializzati che in quelli in via di sviluppo. Dati sperimentali dimostrano che la produzione di alcune colture, come la soia, sono ridotte da un aumento della radiazione ultravioletta, associata all'esaurimento dell'ozono stratosferico.

La saturazione e la salinità stanno abbassando la produttività di 1/4 dei terreni irrigui di tutto il mondo. Il cambiamento globale del clima, sotto forma di estati più calde, può anch'esso provocare danni seri alla produzione agricola.

Proviamo a fare un tentativo di stimare la perdita della capacità produttiva mondiale dovuta a queste diverse forme di degrado ambientale. Non è possibile presentare dati precisi sulle perdite subite dalle colture, perché tali dati non esistono. Tuttavia questa analisi aiuterà a concentrare l'attenzione sul fatto che gli effetti ambientali stanno diventando distruttivi ed incoraggerà le istituzioni impegnate nello sviluppo agricolo internazionale a ricercare dati più precisi sugli effetti del degrado ambientale sulla produzione di derrate agricole.

Rapporti sul deterioramento dei terreni provengono da ogni angolo del pianeta. Si stima che gli agricoltori di tutto il mondo perdano ogni anno 24 miliardi di tonnellate di terreno negli strati superficiali delle terre coltivate, quantità che supera quella dei terreni agrari di nuova formazione. Durante gli anni '80 la perdita complessiva è stata di 240 miliardi di tonnellate, una cifra equivalente a più della metà dei terreni coltivati negli USA.

L'agronomo Harold Dregne ha classificato la superficie agricola di ciascuna grande regione geografica in tre categorie, secondo il grado di degradazione: le terre la cui produzione è stata ridotta meno del 10%, sono state classificate a degradazione leggera; a moderata erosione, quelle dove il potenziale produttivo si è ridotto tra il 10 ed il 50%; ad erosione severa, quelle dove il potenziale si è ridotto più del 50%. Tutte le regioni hanno terre a degrado severo, ma Africa, Asia e Sud America hanno in tale categoria una maggiore quota di superficie rispetto al Nord America e all'Europa. Secondo la FAO l'erosione del suolo potrebbe ridurre di 1/4 il prodotto agricolo in Africa dal 1975 al 2000, se non saranno adottate misure di conservazione. La coltivazione mobile, tradizionalmente praticata in Africa per mantenere la fertilità del suolo, sotto la spinta dell'alta densità della popolazione ha cominciato a deteriorarsi da quando gli agricoltori tornano sullo stesso terreno ogni 5-10 anni, anziché 20-25, come facevano un tempo.

L'effetto delle perdite di terreno superficiale sulla produttività del territorio degli Stati Uniti è stato ben determinato da 14 studi sul mais e da 12 sul frumento. I primi, condotti per la maggior parte negli Stati del Corn Belt, hanno messo in evidenza che la perdita di un pollice di terreno superficiale riduce la produzione del mais del 6% circa. Anche i risultati ottenuti per il frumento hanno indicato una perdita del 6% per ogni pollice di terreno superficiale perduto.

Estrapolando i dati all'intero pianeta, la perdita annuale di 24 miliardi di tonnellate di suolo superficiale (corrispondente ad un pollice su 61 milioni di ettari) ridurrebbe del 6% il raccolto di 146 milioni di tonnellate di cereali prodotti in questa area (produzione stimata in base alla media mondiale di 2,4 tonnellate per ettaro), e cioè di 9 milioni di tonnellate per anno. Alternativamente, a puro



titolo di calcolo, potremmo assumere che sia andato perduto tutto il terreno superficiale (tale si considera fino a una profondità di 7 pollici) su un'area di 9 milioni di ettari, provocando la perdita di oltre 21 milioni di tonnellate di produzione cerealicola annua. In via prudenziale assumeremo il valore più basso per la stima degli effetti complessivi del degrado ambientale.

La superficie agraria si sta degradando anche a causa delle modifiche delle proprietà chimiche del terreno, in quanto l'aumento della circolazione salina nei terreni irrigati riduce i raccolti, in alcuni tra i terreni più intensamente coltivati nel mondo.

Per la fretta di completare i progetti irrigui tra il 1950 ed il 1980 le opere di drenaggio, essenziali per il successo a lungo termine dei sistemi irrigui, sono state spesso trascurate. L'acqua dei fiumi, derivata nelle aziende agricole, percola in profondità e, se non c'è drenaggio, fa innalzare le falde freatiche sotterranee. Quando queste si avvicinano alla superficie l'acqua evapora concentrando i sali nei pochi pollici che costituiscono la parte più superficiale del terreno.

Nei paesi industrializzati, come in quelli in via di sviluppo, si stima che ristagno idrico e salinità stiano abbassando la produzione sul 24% della superficie irrigua mondiale. Valutando pari all'1% la riduzione annuale del prodotto sul 24% dei 180 milioni di ettari di colture cerealicole irrigue - prevalentemente riso e frumento (aventi una produzione media di 2,5 tonnellate per ettaro) - si determina una quota aggiuntiva di 1,1 milioni di tonnellate di cereali perduti ogni anno. In alternativa, usando le stime dell'agronomo sovietico Victor Kovda, la perdita totale di 1-1,5 milioni di ettari di superficie irrigua si potrebbe tradurre in una perdita granellare di 2,4-3,6 milioni di tonnellate. Anche in questo caso ci atterremo alla stima minore di 1,1 tonnellate perdute.

Il disboscamento influenza la produzione alimentare in diversi modi. In modo diretto, esso altera i cicli idrogeologici locali attraverso l'aumento dello scorrimento superficiale; e, forse in modo meno ovvio, alterando la circolazione dell'acqua piovana nel suolo. Il primo effetto è straordinariamente evidente nel subcontinente indiano, dove il disboscamento dei displuvi himalayani fa aumentare lo scorrimento delle acque di pioggia. L'area sottoposta ad inondazioni si è più che triplicata in India dal 1960 ed il fenomeno ha avuto una tragica conferma nel settembre del 1988, quando i 2/3 del Bangladesh rimasero sotto l'acqua per diversi giorni.

Con il progredire del disboscamento la legna da ardere diverrà ancora più scarsa, obbligando gli abitanti dei villaggi a bruciare gli escrementi di vacca ed i residui delle colture. Ciò non solo priva il suolo di nutrienti, ma anche della sostanza organica che aiuta a mantenere una corretta struttura del suolo. Lo stato del Madhya Pradesh nell'India Centrale è già su questa strada: dei tre principali combustibili per uso culinario, usati dai suoi 62 milioni di abitanti, lo sterco di vacca raggiunge 9,6 milioni di tonnellate, la legna da ardere 9,5 milioni di tonnellate ed i residui delle colture 6,9 milioni di tonnellate.

I ricercatori hanno recentemente individuato altre due minacce alla futura sicurezza di cibo: le auto e gli impianti alimentati a carbone. Danni alle colture da inquinamento atmosferico possono essere misurati nelle società "automobile-centriche" dell'Europa Occidentale e degli Stati Uniti e nelle economie dipendenti dalla energia prodotta dalla combustione del carbone, nell'Europa Orientale ed in Cina. Molto di ciò che sappiamo su questo argomento proviene da uno studio settennale promosso dall'Agenzia per la Protezione Ambientale e dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti. Il rapporto conclude

che l'ozono, l'anidride solforosa e gli ossidi di azoto sono i principali agenti inquinanti dell'aria negli Stati Uniti. Tra questi agenti inquinanti l'ozono è quello che arreca il danno maggiore. Le colture sono sensibili in modo incredibile a minime quantità di ozono a livello del suolo, quantità misurate in parti per milione (ppm). Non appena l'ozono a livello del suolo cresce (oltre il tasso normale di 0,025 ppm), i danni cominciano a manifestarsi a 0,05 ppm, se l'esposizione dura per più di 16 giorni, a 0,10 ppm se l'esposizione dura più di 10 giorni ed a 0,30 ppm se essa dura più di 6 giorni. La potenzialità di danno è resa evidente dalla lettura dei dati provenienti da 70 località disseminate nel territorio degli Stati Uniti, nelle quali le concentrazioni medie di ozono andavano da 0,038 a 0,065 ppm. E' sorprendente che il danno da ozono si verifichi sia in aree rurali con popolazione distribuita nel territorio che in aree urbane densamente popolate.

Concentrazioni di ozono fatte crescere sperimentalmente da 0,04 a 0,09 ppm, come media stagionale, hanno ridotto la produzione delle colture piuttosto drammaticamente. Per il mais la perdita registrata andava dall'1%, con 0,04 ppm, al 13%, con 0,09 ppm di ozono. Per la soia, dal 7 al 13%. I livelli di ozono al suolo, che sono stati ricorrenti negli anni ottanta, ci portano a stimare una perdita di prodotto agricolo negli Stati Uniti di almeno il 5% e, forse, perfino del 10%. Prendendo il valore più basso del 5%, la produzione cerealicola del 1987 delle regioni maggiormente colpite - Nord America, Europa (esclusa l'Unione Sovietica) e Cina -, pari a 913 milioni di tonnellate, è stata ridotta di 48 milioni di tonnellate.

Come l'eccesso di ozono a livello del suolo riduce i raccolti così anche il depauperamento dell'ozono nell'alta atmosfera, e il conseguente aumento delle radiazioni ultraviolette in arrivo sulla



superficie della terra, può provocare danni, in particolare alle colture più sensibili, come la soia. Un comitato di esperti nominato dal governo degli Stati Uniti ha valutato la perdita di ozono nella stratosfera a circa il 2% dal 1969 al 1986. Per ogni 1% di ozono stratosferico andato perduto, la radiazione ultravioletta che raggiunge la terra aumenta del 2%. Dati sperimentali indicano che per ogni 1% di aumento della radiazione ultravioletta le produzioni di soia si abbassano della stessa percentuale. Ciò indica che l'esaurimento dello strato di ozono può ridurre considerevolmente la produzione della principale coltura proteica del mondo.

Di tutti i cambiamenti globali che abbiamo esaminato, il mutamento del clima è potenzialmente il più distruttivo. Già in crisi per una più lenta crescita dei prodotti alimentari, il mondo si sta ora confrontando con la prospettiva di estati più calde. Il raccolto di grano degli Stati Uniti che, compromesso dalla siccità e dal caldo, è sceso nel 1988, per la prima volta nella storia, al di sotto del livello di consumo, illustra drammaticamente come da estati più calde l'agricoltura possa subire effetti negativi nel lungo termine. Il cambiamento del clima non inciderà in tutti i paesi alla stessa maniera. Le proiezioni di aumenti dell'ordine di 2,5-5,5 gradi Celsius (4,5-9,9 gradi Fahrenheit), al più tardi nel prossimo secolo, sono valori medi globali. Le temperature aumenteranno invece molto di più alle medie ed alte latitudini e più sulla terraferma che sugli oceani. Si prevede che esse cambieranno poco vicino all'equatore, mentre alle alte latitudini gli aumenti potranno essere doppi di quelli previsti per la terra nel suo insieme. Tale non uniforme distribuzione inciderà sull'agricoltura in modo squilibrato perché la maggior parte del cibo viene prodotta nei territori posti alle medie ed alte latitudini nell'emisfero settentrionale.



L'agricoltura è toccata dal cambiamento del clima in vari modi. Estate più calde provocano una maggiore evaporazione durante il periodo delle coltivazioni, aumentando la probabilità di siccità.

Gli effetti delle alte temperature in agricoltura sono stati finora focalizzati soprattutto sull'umidità del suolo e sulle correlate condizioni di siccità, ma una temperatura molto elevata può interferire sull'impollinazione delle principali colture per la produzione di derrate alimentari. Nel mais l'impollinazione può essere facilmente danneggiata da alte temperature nel periodo di 10 giorni durante i quali avviene la fecondazione. Alan Teramura dell'Università del Maryland riferisce che anche un aumento di 2 gradi Celsius delle temperature estive, in alcune regioni chiave per la risicoltura in Asia, può ridurre sensibilmente i raccolti.

Nel 1988, l'anno più caldo dell'ultimo secolo, ognuno dei tre più importanti paesi per la produzione alimentare ha subito una riduzione dei raccolti in conseguenza del caldo e della siccità: il raccolto dei cereali degli USA è sceso del 27% sotto il livello del 1987 (74 milioni di tonnellate), il raccolto dell'Unione Sovietica dell'8% (16 milioni di tonnellate) e quello della Cina del 2% (7 milioni di tonnellate). Nessuno può affermare che questo calo di 97 milioni di tonnellate sia sicuramente attribuibile all'effetto serra, ma l'estate del 1988 è stata proprio quel tipo di stagione che i modelli meteorologici globali prevedono che si verificherà mano a mano che i gas intrappolati nell'atmosfera continueranno ad accumularsi.

In conclusione, abbiamo ancora molto da imparare circa gli effetti delle varie forme di degrado ambientale sull'agricoltura mondiale. Erosione del suolo, ristagno idrico e salinizzazione delle terre irrigue, inondazioni, inquinamento atmosferico, piogge acide, depauperamento dell'ozono stratosferico ed estate più calde possono

nell'insieme provocare un danno crescente alla produzione alimentare. Si stima che il mondo potrebbe perdere 14 milioni di tonnellate di cereali all'anno a causa del degrado ambientale, senza considerare gli effetti delle estati più calde, se non ci saranno investimenti addizionali in agricoltura e nel progresso tecnologico. La questione chiave è come questa perdita può essere bilanciata da maggiori investimenti nell'irrigazione, nei fertilizzanti ed in altri inputs. Se assumiamo che i 2-3 milioni di ettari di terreni resi irrigui negli anni ottanta abbiano fatto aumentare il prodotto di 1,5 tonnellate in media per ettaro, ne discende che ogni anno il prodotto agricolo mondiale risulta aumentato di oltre 3 milioni di tonnellate. L'uso di 3 milioni di tonnellate in più di fertilizzanti determina un incremento di altri 21 milioni di tonnellate (si assume che ogni tonnellata di fertilizzante accresca la produzione di 7 tonnellate). Se consideriamo con larghezza altre 5 milioni di tonnellate di prodotto all'anno in più, provenienti da altre fonti, l'incremento totale è di 29 milioni di tonnellate. Sottraendo i 14 milioni di tonnellate che si stima vadano perdute per il degrado ambientale rimane un incremento netto di produzione di 15 milioni di tonnellate, ben al di sotto dei 28 milioni necessari semplicemente per tenere il passo con la crescita demografica. Di fatto siamo in presenza di un aumento netto di produzione cerealicola dell'1% all'anno mentre la crescita demografica è prossima al 2%.

Noi sappiamo che non ci è concesso di continuare a compromettere i nostri sistemi vitali senza pagare un prezzo. Ma come ne saremo toccati? Quale sarà il prezzo da pagare? Ci sarà un aumento degli agenti cancerogeni nell'ambiente così massiccio da accrescere l'incidenza del cancro e da innalzare drasticamente i tassi di mortalità? Oppure il crescente effetto serra renderà alcune aree del

pianeta così calde da renderle inabitabili, determinando esodi massici di popolazioni? O sarà qualcosa che noi non possiamo ancora anticipare? Sappiamo inoltre che non possiamo continuare ad aumentare la popolazione mondiale. Aggiungere altri 88 milioni di persone all'anno, l'equivalente delle popolazioni del Regno Unito, del Belgio, della Danimarca e dell'Irlanda messe insieme, significa gettarci nel disordine. Che forma prenderà questo disordine? E' esso imminente o si verificherà nel lontano futuro?

Il deterioramento della dieta alimentare in Africa ed in America Latina durante gli anni ottanta, la caduta a livello mondiale della produzione cerealicola pro-capite a partire dal 1984 e la crescita dei prezzi mondiali del grano e del riso negli ultimi due anni possono essere i primi segnali di un disordine imminente. Il quinquennio trascorso è troppo corto per mostrare un trend, perché le fluttuazioni climatiche potrebbero essere in parte responsabili della crisi, sebbene questa rappresenti una drastica inversione di crescita della produzione alimentare. Perché la produzione non è aumentata nell'ultimo quinquennio, un periodo nel quale gli agricoltori di tutto il mondo hanno investito miliardi di dollari per espandere la produzione e il consumo dei fertilizzanti è cresciuto di 18 milioni di tonnellate, cioè del 14%? Non c'è un'unica spiegazione. Tre andamenti storici convergono nel rendere più difficile espandere la produzione alimentare mondiale. La prima è la crescente scarsità di nuovi terreni agricoli e di nuove fonti idriche che affligge la maggior parte della terra. La seconda è la mancanza di qualche nuova tecnologia avente una produttività paragonabile a quella dei mais ibridi e dei fertilizzanti chimici. La terza è rappresentata dagli effetti negativi del degrado ambientale planetario sulla produzione di cibo. Ciascuna di queste tre tendenze potrebbe rallentare la crescita produttiva. Ma la convergenza



di tutte e tre potrebbe alterare le prospettive alimentari per gli anni novanta in un modo al quale il mondo non è preparato.

La prima concreta indicazione di un degrado ambientale generalizzato sembra essere l'aumento del prezzo dei cereali. La combinazione tra la flessione dei redditi, verificatasi nella maggior parte dei paesi dell'Africa e dell'America Latina, e l'aumento dei prezzi dei cereali ha portato i consumi al di sotto dei livelli di sopravvivenza per milioni di persone. Si stima che ogni giorno nel Terzo Mondo muoiano 40.000 bambini, come conseguenza dei gravi stress alimentari e delle malattie infettive. Prezzi più elevati per i cereali significano che l'assistenza alimentare, che è legata agli stanziamenti di bilancio, è fatalmente in ribasso e quindi la scarsità cronica di cibo sta diventando uno scenario ricorrente nei paesi del Terzo Mondo. Il fatto che milioni di persone siano condotte nel mondo povero sull'orlo della fame non sarebbe la sola, immediata e tragica conseguenza di tale emergenza alimentare, ma anche il sistema monetario internazionale sarebbe in pericolo.

I governi del Terzo Mondo, cercando disperatamente di importare adeguati quantitativi di derrate cerealicole ad alto prezzo per evitare il dilagare dell'inedia, non hanno sufficienti risorse per scambi con l'estero tali da fare fronte all'indebitamento. Che tutte le maggiori banche internazionali possano sostenere simili perdite è alquanto problematico. A questo punto, gli effetti della scarsità di cibo si estenderebbero dalla fame del Terzo Mondo innalzando i tassi di interesse e minacciando l'integrità delle più importanti istituzioni finanziarie. Il legame tra il degrado ambientale del pianeta e le prospettive economiche generali appare, quindi, del tutto evidente.

Dall'inizio dell'agricoltura fino alla metà di questo secolo la crescita della superficie coltivata del mondo ha tenuto il passo con l'aumento della popolazione, ma intorno al 1950 ha preso a rallentare lentamente. In tutto il mondo le potenzialità per una ulteriore conveniente espansione dell'area coltivata sono limitate. Alcuni paesi, come il Brasile, potranno destinare nuovi terreni all'agricoltura, ma nel bilancio complessivo guadagni e perdite tenderanno a compensarsi, com'è avvenuto negli anni ottanta.

Le prospettive di espansione dell'area irrigua sono debolmente più promettenti. Dopo una crescita lenta nella prima metà del secolo, la superficie irrigata è passata da 94 milioni di ettari nel 1930 a 236 milioni di ettari nel 1980, grazie ai considerevoli investimenti sia nei progetti di grande scala, per la derivazione delle acque dei fiumi, che nell'acquisto di pompe da parte dei singoli agricoltori per la captazione delle acque del sottosuolo. Al 1980 la maggior parte delle riserve idriche è stata già valorizzata e il numero dei progetti portati a termine diminuito. Con un aumento netto di soli 23 milioni di ettari durante gli anni '80, la superficie irrigua pro capite si è ridotta nel decennio dell'8%.

Il grafico della crescita della superficie irrigua totale ha un andamento ad "S", che descrive in modo appropriato qualsiasi fenomeno di crescita in un ambiente fisicamente delimitato. A tale forma si accosta anche la crescita storica della superficie agricola, il cui andamento dagli anni '80 tende a livellarsi. Il grafico della curva ad "S" è particolarmente familiare ai biologi per i diagrammi di crescita degli organismi in ambienti limitati.

Anche l'aumento delle rese granellari per ettaro, come qualsiasi processo di crescita in ambiente finito, alla fine si conforma ad una curva ad "S". Quello che non sappiamo è quanto vicina al tratto finale

della curva sia la resa per ettaro in paesi ad agricoltura avanzata. E' tuttavia interessante notare che la crescita mondiale dei fattori che innalzano le rese - fertilizzanti, irrigazione e varietà ad alta produttività - si sta conformando alla curva ad "S" all'inizio degli anni novanta. Il contributo della irrigazione e delle varietà altamente produttive all'aumento delle rese deriva dalla loro capacità di esaltare l'efficacia dei fertilizzanti. Il mais ibrido, che si sviluppò negli Stati Uniti e poi si è diffuso in tutto il mondo, è stato largamente impiegato in quanto capace di dare pronta risposta a forti applicazioni di nitrati. Gli agricoltori del terzo Mondo sono passati dalle varietà tradizionali ai frumenti ed ai risi nani di alta produttività - in ciò consiste la Rivoluzione Verde - proprio perché le nuove varietà erano così reattive ai fertilizzanti. La rapida crescita dell'uso dei fertilizzanti dipende dunque dalla continua diffusione di sementi ad alta resa. Ma anche la scoperta di queste nuove varietà colturali ha seguito recentemente un andamento ad "S".

La stessa adozione da parte dei coltivatori aumenta lentamente all'inizio e poi procede più rapidamente, quando il vantaggio diviene visibile per la maggioranza dei coltivatori, per appiattirsi di nuovo quando le nuove colture sono praticate in tutta l'area.

L'estremo vincolo naturale alla crescita delle rese colturali sarà imposto dal limite superiore dell'efficienza fotosintetica, un limite posto dalle fondamentali leggi della fisica e della chimica. Quando il potenziale genetico delle varietà di alto rendimento si approssima a questo limite, la risposta delle colture alle dosi addizionali di fertilizzanti diminuisce. I progressi nel miglioramento genetico vegetale, compreso quello che fa uso della biotecnologia, possono favorire l'aumento delle rese, ma con poca speranza di alterare i meccanismi fondamentali della fotosintesi.



Grandiose speranze sulla biotecnologia e sulla produzione di cibo sono divenute patrimonio comune fin dai primi tentativi condotti con successo, nel campo dell'ingegneria genetica, agli inizi degli anni settanta. La biotecnologia ha incontrato però maggiore difficoltà nelle applicazioni agricole di quello che si aspettavano i suoi paladini. Anche se non rivoluzionerà l'agricoltura "notte tempo", essa potrà essere tuttavia un'arma importante nella battaglia contro la fame. Per valutare realisticamente le potenzialità della biotecnologia nell'aiutarci a ridurre il divario sempre più largo fra la crescita dell'offerta mondiale di cibo e quella del numero degli abitanti del pianeta, dobbiamo rispondere a due quesiti. Primo, è la nuova biologia tecnicamente capace di elevare nettamente le rese colturali - in particolare quelle dei cereali che nutrono la parte maggiore della popolazione mondiale - con un livello di crescita comparabile a quello degli ultimi quattro decenni? Secondo, le istituzioni che sono impegnate nella ricerca biotecnologica sono in grado di superare le barriere che ci dividono dalla possibilità di alimentare il mondo affamato?

E' difficile sopravvalutare la natura rivoluzionaria delle scoperte biologiche nelle ultime due decadi. L'assortimento delle tecniche, per le quali la biotecnologia sta aprendo nuove frontiere, spazia in campi come l'industria, la medicina e l'inquinamento. La biotecnologia è passata rapidamente dalle università ai laboratori ed alle linee produttive delle industrie. Come la maggior parte delle tecnologie rivoluzionarie, anche la biotecnologia ha i suoi punti di forza e di debolezza e presenta una gamma di potenziali difficoltà, tanto varie quanto le sue promesse.

L'ingegneria genetica - il trasferimento diretto di geni, che codificano tutti i processi vitali, da un organismo all'altro - è la

più conosciuta e la più fondamentale delle nuove tecniche biologiche. La coltura in vitro, una tecnologia più vecchia ma che è prepotentemente avanzata negli ultimi anni, è molto importante come biotecnologia vegetale perché consente di generare intere piante da singole cellule o piccoli campioni di tessuto. Nella zootecnia un certo numero di nuove tecniche permette alla biotecnologia di mantenere le promesse. Gli ormoni che aumentano ed accelerano gli incrementi ponderali dei vitelli per unità di alimento e che aumentano la produzione di latte delle vacche possono essere prodotti in massa da batteri manipolati geneticamente. Similmente i vaccini ed i presidi sanitari possono essere prodotti da microbi e le tecniche genetiche stanno permettendo la diagnosi rapida e poco costosa di molte malattie animali. La selezione genetica degli animali può essere resa più veloce e massiva da una gamma di tecniche implicanti la manipolazione di sperma e ovuli.

Tuttavia le piante - fonte primaria di tutti gli alimenti - si sono rivelate meno rispondenti alla manipolazione biotecnologica. Il Dott. Norman Borlaug, il selezionatore vegetale premio Nobel per i grani ad alta resa, ha di recente fatto notare che "le applicazioni più produttive della biotecnologia e della genetica molecolare appaiono trovarsi, nel breve periodo, in medicina, scienze animali e microbiologia.... Probabilmente occorrerà molto più tempo per sviluppare tecniche di ricerca biotecnologica che aumenteranno significativamente la produzione delle nostre principali specie coltivate". Difficoltà nell'identificare il gene o i geni che codificano particolari caratteri delle colture, l'imprevedibile variabilità genetica, che spesso segue il trasferimento del gene, e problemi con le colture in vitro hanno rallentato le applicazioni biotecnologiche alle colture. I cereali - così come le foraggere -

sono particolarmente resistenti alla manipolazione genetica: essi non sono compatibili con la maggior parte dei batteri comunemente usati per introdurre geni estranei nelle cellule vegetali ed inoltre essi sono difficili da rigenerare partendo da cellule alterate. Solo nel 1988 gli scienziati hanno avuto successo nel trasferire un gene estraneo all'interno del patrimonio genetico di un cereale, il mais. Inoltre, una volta che i geni sono stati trasferiti, debbono essere usate le tradizionali tecniche del miglioramento genetico per valutare le piante modificate e renderle disponibili per la distribuzione agli agricoltori o per una ulteriore selezione. L'intero processo - dal trasferimento del gene alla distribuzione della nuova varietà - può durare tanto quanto la selezione tradizionale (in media 5-15 anni). Le nuove biotecnologie permetteranno agli scienziati di specificare la struttura genetica delle piante con crescente precisione, ma saranno complementari, non sostitutive, della selezione genetica vegetale.

La selezione genetica tradizionale si limita alla specie riproduttivamente compatibili. L'ingegneria genetica può invece aggirare le barriere riproduttive tra le specie, dando ai selezionatori vegetali l'accesso ad un nuovo universo di materiale genetico. Mano a mano che la scienza avanza, qualità di piante non apparentate diverranno disponibili per il trasferimento alle piante coltivate.

Tolleranza alla siccità, capacità di fissare l'azoto, tolleranza alla salinità e resistenza a insetti e malattie sono alcune tra le possibilità più spesso menzionate. Ma trasferire geni costa denaro. Le politiche economiche nazionali ed internazionali stabiliranno se la biotecnologia potrà dispiegare il suo potenziale tecnico per provvedere più cibo per un mondo affamato.



La maggior parte dei finanziamenti per la ricerca biotecnologica non proviene da organizzazioni pubbliche o filantropiche, ma dalle imprese multinazionali. Negli Stati Uniti si stima che l'industria abbia speso, nel 1987, 300 milioni di dollari nella ricerca biotecnologica agricola. Nello stesso anno il Dipartimento dell'Agricoltura degli USA ha speso 85 milioni di dollari, prevalentemente concentrati sulla ricerca di base, mentre l'industria ed i laboratori da questa sovvenzionati si dedicano alla ricerca applicata.

Le compagnie USA che si interessano di biotecnologia sono entusiaste nel descrivere colture miracolose che nutriranno milioni di affamati. Ma l'applicazione della biotecnologia delle nazioni ricche può non produrre i miracoli piuttosto prosaici che occorrono ai piccoli coltivatori nei paesi in via di sviluppo. Le imprese usano la biotecnologia per sviluppare colture e prodotti agricoli dai quali si attendono un profitto e che possono brevettare. La maggior parte dei loro sforzi, per esempio, è adesso concentrata sulla frutta ed ortaggi e su redditizie colture aromatiche e dolcificanti. Alcune delle maggiori imprese agrochimiche vedono i maggiori margini di profitto nella vendita agli agricoltori di "pacchetti" integrati di sementi, fertilizzanti e pesticidi. Sebbene la resistenza a insetti e malattie sia sollecitata come uno dei maggiori obiettivi dei programmi di sviluppo colturale, la resistenza agli erbicidi - che di fatto farà aumentare l'uso di queste sostanze chimiche - sta ricevendo la priorità nei programmi di Ricerca & Sviluppo. Gli erbicidi chimici sostituiscono la lavorazione del terreno, il metodo tradizionale di controllo delle erbe infestanti. La coltivazione senza lavorazioni può ridurre sostanzialmente l'uso del carburante e l'erosione del suolo, ma il suo fabbisogno in erbicidi pone un rischio maggiore per

l'inquinamento delle falde acquifere e gli effetti negativi sulla vita naturale.

Alcuni erbicidi sono tossici e cancerogeni e restano dubbi anche sulla sicurezza degli "erbicidi di seconda generazione". D'altra parte gli erbicidi offrono poco ai coltivatori dei paesi in via di sviluppo: il diserbo manuale è più economico, perché il lavoro è abbondante ed a buon mercato.

I contrasti sulle risorse genetiche e sul loro controllo può impedire lo sviluppo della biotecnologia per i paesi in via di sviluppo. Accorgendosi che i geni delle piante autoctone possono essere usati per produrre sostituti delle loro esportazioni, od essere loro rivenduti in nuovi prodotti ad alto prezzo, i paesi in via di sviluppo sono diventati comprensibilmente riluttanti nel consentire l'accesso incondizionato al loro patrimonio genetico.

Per quanto siano impraticabili formule dirette di compensazione, tuttavia solo le nazioni industriali possono sostenere lo sviluppo biotecnologico per alimentare il Terzo Mondo, con la piena compartecipazione di quei paesi. Tutti gli sforzi pubblici e privati per sviluppare la biotecnologia saranno compromessi se sarà sottovalutata l'onda attuale di estinzione di piante ed animali. Se la diversità delle specie, sia coltivate che non coltivate, non viene salvaguardata, molto del materiale attualmente disponibile per la manipolazione genetica andrà perduto. La biotecnologia può trasferire i geni, ma la sua abilità nel crearli è praticamente inesistente.

La previsione della produzione futura di cibo era una volta un semplice problema di estrapolazione degli andamenti storici. Ma poiché molti paesi si avvicinano al tratto superiore della curva ad "S" questo approccio non è più appropriato. Da un certo punto di vista, tuttavia, le previsioni risultano semplificate. Poiché l'area

coltivata non è probabile che cambi apprezzabilmente negli anni novanta, la stima della produzione futura si basa sulla valutazione della crescita della produttività della terra. Storicamente il più grande aumento della produttività mondiale dei terreni agricoli si è avuto durante gli anni sessanta, quando essa aumentò del 26% nel decennio. Essa è aumentata del 21% negli anni settanta e si stima del 20% negli anni ottanta. Dati gli effetti avversi del degrado ambientale sembra probabile che la produttività dei terreni agricoli rallenterà nel mondo negli anni novanta. Forse come preannuncio del suo futuro rallentamento, è cresciuta molto poco tra il 1984 ed il 1989. A questo punto è difficile sapere se questo recente "plateau" è solo un'interruzione di breve termine in un andamento di lungo periodo, che ripristinerà presto la sua vigorosa salita. L'andamento della produttività della terra in Giappone può aiutare a rispondere a questi quesiti. Dal 1970 la resa di riso per acro del Giappone è cresciuta in media dello 0,9%, che è la metà circa dell'1,7%, il tasso di crescita annuale previsto per la popolazione mondiale negli anni '90. Se il mondo potrà accrescere le produzioni durante gli anni '90 al tasso del Giappone, allora la produzione cerealicola aumenterà di 138 milioni di tonnellate, con un aumento globale del 9%. Ma, con una popolazione mondiale che si suppone aumenti di oltre 959 milioni (18%), la produzione di cereali pro capite cadrebbe del 7% in questo decennio. La resa granellare mondiale odierna appare essere approssimativamente al livello della resa media del Giappone nel 1970. Se il mondo non può fare nel prossimo decennio niente di meglio di quanto abbia fatto il Giappone negli ultimi due, appare inevitabile un costante deterioramento delle diete per gran parte dell'umanità ed una crescente fame per molti. La questione chiave per gli anni novanta è



se il mondo sarà comunque capace di eguagliare il risultato giapponese.

Un deterioramento della dieta ed un aumento della fame per una parte dell'umanità appare materia non opinabile. In Africa, sia il numero assoluto che relativo di persone colpite dalla fame, sta aumentando. In America Latina, una povertà crescente, il calo della produzione pro capite di cibo e l'aumento dei prezzi dei prodotti alimentari indicano un trend simile. I progressi nella riduzione della mortalità infantile, l'indicatore più sensibile dello stato alimentare di una società, sono rallentati, arrestati o indietreggiati in dozzine di paesi. Se il mondo continua con le usuali politiche economiche in materia di agricoltura e di pianificazione familiare, un'emergenza alimentare può diventare inevitabile nel giro di pochi anni. Essa si allargherebbe oltre i popoli a basso reddito del Terzo Mondo, con ripercussioni sul mondo intero. Il rialzo dei prezzi dei cereali e i conseguenti disordini per il cibo potrebbero sia destabilizzare i governi nazionali che minacciare l'integrità del sistema monetario internazionale.

Escludendo qualsiasi spettacolare sfondamento tecnologico sul fronte dell'alimentazione, l'ampliamento del divario tra crescita della popolazione e la produzione del cibo tenderà ad aumentare.

In troppi paesi, l'opportunità di rallentare la crescita della popolazione nel tempo, offerta dalla Rivoluzione Verde, è andata sprecata. Anche se ci saranno ulteriori guadagni di resa nelle varietà colturali di alto rendimento, essi non sembrano in grado di competere con gli impressionanti balzi registrati tra gli anni sessanta e gli anni ottanta.

Il mondo ha bisogno di continuare a rafforzare l'agricoltura in ogni modo possibile. Un massiccio sforzo internazionale è necessario

per proteggere il suolo, conservare l'acqua e ripristinare la capacità produttiva dei terreni degradati. Ma l'esperienza giapponese suggerisce che, per risolvere l'equazione cibo/popolazione, non basta fare tutto il possibile dal lato dell'offerta alimentare. La possibilità di nutrire la popolazione in modo adeguato negli anni novanta dipenderà anche da un rapido rallentamento della crescita demografica per riportarla in linea con il probabile aumento della produzione alimentare. Il solo obiettivo ragionevole sarà provare a dimezzare il tasso di crescita, esattamente quello che hanno fatto il Giappone negli anni cinquanta e la Cina negli anni settanta. Raggiungere questo obiettivo dipende dall'aumentata consapevolezza pubblica sulla relazione fra la dimensione della famiglia, oggi, e la qualità della vita, domani.

Ma gli sforzi per pianificare la famiglia nella misura necessaria non potranno avere successo se non si affronta con efficacia il problema del debito del Terzo Mondo. Il progresso economico e sociale, che normalmente conduce a famiglie più piccole, sta venendo meno adesso in molti paesi oppressi dai debiti. Se il debito non può essere ridotto fino al punto in cui può riprendere la crescita economica, il necessario declino della natalità non potrà concretizzarsi. Il lancio di un'adeguata campagna internazionale sui problemi della popolazione potrebbe essere opportunamente realizzato mediante una conferenza dell'ONU, tra tutti i leaders del mondo. Tale conferenza permetterebbe un'analisi del rallentamento subito dalla produzione alimentare ed una rassegna dello sbilancio tra offerta alimentare e popolazione. Ciò indurrebbe ad un riesame delle prospettive nazionali e mondiali, così che la gente di ogni paese del mondo sia in grado di capire le conseguenze del proseguire sull'attuale sentiero di sviluppo demografico, per la fame - e per il mondo stesso.