

Miguel A. Altieri, Clara I. Nicholls, Luigi Ponti

Agroecologia

Una via percorribile per un pianeta in crisi



1ª edizione: luglio 2015



© Copyright 2015 by «Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media srl»
via Eritrea 21 - 20157 Milano
Redazione: Piazza G. Galilei, 6 - 40123 Bologna

5489

Proprietà letteraria riservata - printed in Italy

La riproduzione con qualsiasi processo di duplicazione delle pubblicazioni tutelate dal diritto d'autore è vietata e penalmente perseguibile (art. II della legge 22 aprile 1941, n. 633). Quest'opera è protetta ai sensi della legge sul diritto d'autore e delle Convenzioni internazionali per la protezione del diritto d'autore (Convenzione di Berna, Convenzione di Ginevra). Nessuna parte di questa pubblicazione può quindi essere riprodotta, memorizzata o trasmessa con qualsiasi mezzo e in qualsiasi forma (fotomeccanica, fotocopia, elettronica, ecc.) senza l'autorizzazione scritta dell'editore. In ogni caso di riproduzione abusiva si procederà d'ufficio a norma di legge.

Realizzazione grafica: Emmegi prepress, via F. Confalonieri, 36 - 20124 Milano

Impianti e stampa:

Finito di stampare nel luglio 2015

ISBN 978-88-506-5486-4

Prefazione

Questo libro riguarda l'agroecologia e le modalità mediante le quali è possibile fornire in maniera sostenibile il cibo del futuro alle persone presenti su questo fragile pianeta.

Il lavoro qui esposto è frutto di circa tre decenni di attività di ricerca e sviluppo condotta a livello planetario non solo da agroecologi ma anche, e forse soprattutto, da quei milioni di piccoli agricoltori di tutto il mondo che ci alimentano, preservano le nostre sementi e raffreddano il pianeta.

Oggi l'agroecologia è stata ampiamente riconosciuta come scienza che fornisce i principi ecologici per la progettazione di un'agricoltura biodiversificata, produttiva, resiliente e socialmente giusta. Ma ottenere questo riconoscimento non è stato facile. Anzi l'agroecologia ha dovuto percorrere una strada lunga e tortuosa. Quando fu pubblicata la prima versione di questo libro, intitolata "Agroecologia: la base scientifica dell'agricoltura alternativa", prima in spagnolo nel 1982 e poi in inglese nel 1983, l'agroecologia veniva generalmente ignorata dal mondo accademico; essa era considerata una sorta di pseudoscienza nelle mani di gruppi relegati ai margini dell'establishment scientifico. Nonostante l'emarginazione da parte del mondo accademico, l'agroecologia fu applicata in America Latina – dove probabilmente l'agroecologia ha avuto origine – su iniziativa di numerose ONG che assistevano migliaia di poveri contadini bypassati dalla Rivoluzione Verde ed emarginati da governi nazionali e regimi militari. In seguito alcuni professori e studenti universitari aderirono all'iniziativa, e poiché le pratiche agroecologiche venivano ampiamente adottate dai piccoli agricoltori e rivitalizzandone le aziende erano effettivamente in grado di influenzarne positivamente le condizioni di vita, l'establishment accademico alla fine smise di ignorarci, passando piuttosto a sostenere che l'agroecologia era in qualche modo utile per i piccoli agricoltori poveri, anche se non poteva rispondere adeguatamente alla sfida di nutrire il mondo. La discussione è proseguita, ed oggi la tesi standard è che in base a proiezioni sull'andamento della popolazione umana la produttività agricola dovrà essere raddoppiata entro il 2050 e che ciò richiederà tecnologie sofisticate sviluppate nel Nord, quali prodotti dell'industria agrochimica, colture transgeniche ed altre innovazioni.

Grazie agli sforzi di un miliardo e mezzo di piccoli agricoltori che producono il 50-70% del cibo che mangiamo utilizzando il 20% di seminativi e acqua ed il 30% dei combustibili fossili – e grazie anche a spinte di carattere sociale – il lavoro di centinaia di agroecologi unito a rapporti internazionali come quello scritto dal Professor Olivier de Schutter, ex Relatore delle Nazioni Unite sul diritto al cibo, ha fatto sì che oggi finalmente un numero elevato di istituzioni multilaterali, governi, università e centri di ricerca, e altri, riconoscano ed apprezzino l'agroecologia. Purtroppo il riconoscimento dell'agroecologia comporta in molti casi una sua ridefinizione come insieme ristretto di tecnologie o come semplice strumento aggiuntivo da combinare con gli altri approcci disponibili, quali biotecnologie, agricoltura intelligente sul piano climatico ed altri, allo scopo di affinare ulteriormente l'agricoltura convenzionale ed in ultima analisi provare a risolvere i problemi che l'agricoltura industriale ha creato e non riesce risolvere. Questa ridefinizione dell'agroecologia (che alcuni vedono come cooptazione) la ritroviamo sotto vari nomi, principalmente "intensificazione sostenibile" o "intensificazione ecologica".

Mentre queste tensioni continuano nel mondo accademico, i movimenti sociali rurali di tutto il mondo con eccezionale chiarezza politica hanno adottato la vera agroecologia come base tecnica e metodologica della loro strategia di sovranità alimentare. In America Latina e altrove i campesinos hanno incrementato la loro presenza culturale, sociale e politica a livello territoriale e si sono organizzati sotto l'egida de La Via Campesina ed altre forti organizzazioni, poiché hanno compreso che lo smantellamento del complesso

Prefazione

agroalimentare industriale, unito al ripristino dei sistemi alimentari locali, deve andare di pari passo con la realizzazione di alternative agroecologiche valide. I movimenti contadini hanno abbracciato l'agroecologia attraverso reti tra agricoltori che promuovono innovazioni e idee agroecologiche per una serie di ragioni:

- a) l'agroecologia è socialmente attivante, poiché la sua diffusione richiede una partecipazione costante da parte degli agricoltori ed un sistema orizzontale di diffusione della conoscenza;
- b) si tratta di un approccio culturalmente accettabile, in quanto si basa su conoscenze tradizionali e promuove un dialogo di saperi con approcci scientifici più occidentali (i sistemi agroecologici sono profondamente radicati nella razionalità ecologica dell'agricoltura tradizionale su piccola scala);
- c) promuove tecniche economicamente sostenibili, dando risalto all'uso di conoscenze indigene, agrobiodiversità e risorse locali, e progettando sistemi chiusi che in tal modo non dipendono da input esterni;
- d) l'agroecologia è solida da punto di vista ecologico, in quanto non tenta di modificare i sistemi di produzione esistenti, ma piuttosto cerca di ottimizzarne le prestazioni promuovendo diversificazione, sinergia ed efficienza.

L'espansione dell'agroecologia nel Sud del mondo ha avviato un interessante processo di innovazione cognitiva, tecnologica e socio-politica, intimamente legato a nuovi scenari politici quali la nascita di governi progressisti e movimenti di resistenza promossi da contadini e popolazioni indigene. Il nuovo paradigma scientifico e tecnologico agroecologico viene dunque sviluppato mediante uno scambio costante con movimenti sociali e processi politici. Oggi ci sono territori sotto il controllo di organizzazioni contadine che praticano una sovranità alimentare basata sull'agroecologia, governi che hanno definito politiche di promozione diretta dell'agroecologia, movimenti di consumatori che sostengono gli agricoltori locali mediante meccanismi di mercato innovativi e solidali, servizi governativi di ricerca e assistenza tecnica che prevedono l'agroecologia nei loro programmi, nonché organizzazioni scientifiche come la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) le quali, lavorando a stretto contatto con le organizzazioni contadine, hanno messo il progresso scientifico agroecologico al servizio dei movimenti rurali e della società nel suo complesso. Mancano però ancora quelle grandi riforme, riguardanti politiche di indirizzo, istituzioni e agende di sviluppo, in grado di assicurare che le alternative agroecologiche vengano adottate su vasta scala, siano accessibili in maniera equa ed ampia, e si moltiplichino, cosicché il beneficio in termini di sovranità alimentare sostenibile si realizzi appieno. Va anche riconosciuto che uno dei principali ostacoli alla diffusione dell'agroecologia è stato che potenti interessi economici e istituzionali hanno sostenuto ricerca e sviluppo finalizzati all'approccio agroindustriale convenzionale, influenzando in numerose occasioni i programmi di ricerca di università pubbliche e centri di ricerca governativi, mentre ricerca e sviluppo finalizzati all'agroecologia sono stati ignorati o addirittura ostracizzati in gran parte delle nazioni.

L'agroecologia è una pratica ad elevata intensità di conoscenza, e quindi il suo sviluppo richiede investimenti in ricerca ed istruzione, uniti alla diffusione di risultati e know-how mediante reti tra agricoltori. Dare priorità all'agroecologia come modello di sviluppo rurale ridurrebbe anche la dipendenza da input agricoli industriali molto costosi, quali fitofarmaci e fertilizzanti di sintesi, ma anche sementi geneticamente modificate (OGM). Le risorse così liberate potrebbero essere reinvestite in ricerca applicata, formazione e sviluppo di tecnologie innovative; cosa che con l'aiuto di agricoltori, scienziati, accademici, ONG e consumatori darebbe vita ad un ambiente davvero propizio all'innovazione ed alla condivisione delle conoscenze: un ruolo che molto poche università del XXI secolo hanno perseguito.

Con tutti i limiti del fenomeno, stiamo però assistendo ad una triplice "rivoluzione agroecologica", vale a dire epistemologica, tecnica e sociale, la quale sta dando vita a cambiamenti nuovi ed inaspettati, mirati a ripristinare l'autosufficienza locale, conservare e rigenerare la risorsa naturale agrobiodiversità, produrre alimenti sani per tutti con basso livello di input e legittimare le organizzazioni contadine. Detti cambiamenti mettono direttamente in discussione le politiche di modernizzazione neoliberiste basate su agribusiness ed esportazioni agricole, aprendo nel contempo nuovi percorsi politici per consentire alle società rurali di raggiungere la sovranità alimentare e il diritto al cibo per tutti.

Dopo un percorso lungo e tortuoso, l'agroecologia quale scienza, prassi e movimento è stata finalmente riconosciuta da molti come approccio fondamentale per realizzare una nuova agricoltura del futuro: un'agricoltura libera dalla dipendenza dal petrolio, amica della natura, resiliente ai cambiamenti climatici, socialmente giusta e diversificata anche dal punto di vista culturale.

Ringraziamenti

Le persone con le quali abbiamo un debito di riconoscenza sono letteralmente centinaia. E centinaia sono anche i piccoli agricoltori in America Latina e altrove nel mondo che ringraziamo per averci mostrato metodi di agricoltura ecologica provati nell'arco di secoli. Ringraziamo anche coloro che sono stati per noi maestri e mentori, ma anche un numero incredibile di studenti e colleghi di tutto il mondo che ci hanno stimolato e spinto all'estremo nella riflessione su nuovi orizzonti di ricerca e sviluppo agricolo.

Un ringraziamento particolare va ai nostri ex studenti presso University of California at Berkeley, Universidad Internacional de Andalucia, Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional Agraria de Nicaragua ed altri che con le loro ricerche hanno arricchito la basi teoriche dell'agroecologia. Durante gli ultimi vent'anni ci siamo giovati dell'esperienza pratica di colleghi che lavorano in organizzazioni non governative, quali Consorcio Latino Americano sobre Agro-ecologia y Desarrollo (CLADES), Centro de Educacion y Tecnologia in Cile, CIPAV in Colombia e AS-PTA in Brasile, che sono state fonte costante di ispirazione per ripensare lo sviluppo agricolo secondo modalità profonde e liberanti. Friedel von Mallinckrodt, presso il Programma di Sviluppo delle Nazioni Unite a New York, ha creduto nel nostro lavoro ed ha fornito nuove opportunità di disseminare esperienze agroecologiche in Africa, Asia ed America Latina attraverso il "Sustainable Agriculture Networking and Extension Programme" (SANE, il programma delle Nazioni Unite per lo sviluppo e la diffusione dell'agricoltura sostenibile). Allo stesso modo ringraziamo il Dottor Parviz Koohafkan, ex direttore della Divisione "Land and Water" della FAO, che ci ha dato la possibilità di portare l'agroecologia dentro il programma "Globally Ingenious Agricultural Heritage Systems" (GIAHS, Patrimonio Mondiale dei Sistemi Agricoli Ingegnosi). Ringraziamo anche i colleghi della Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) per il sostegno, la lealtà e l'incoraggiamento dimostrati: con loro abbiamo profuso un impegno collettivo ed incessante per disseminare l'agroecologia in America Latina e nel mondo.

Riconosciamo di aver ricevuto incoraggiamento fondamentale e critiche costruttive dai nostri amici della ex Divisione di Controllo Biologico dell'Università della California a Berkeley, con i quali condividiamo la stessa missione, anche se non necessariamente le stesse idee. Molte fondazioni comprese la "Jessie Smith Noyes Foundation", la "Foundation for Deep Ecology", il "CSFUND" ci hanno inoltre fornito un sostegno continuo per portare avanti la ricerca agroecologica, che è l'ingrediente fondamentale di questo libro.

Slow Food ha inizialmente sostenuto una parte del lavoro che ha portato a quest'opera. Ma è stato l'impegno di Antonio Compagnoni di AIAB Emilia Romagna che ha dato una svolta alla pubblicazione di questo libro, accompagnandolo anche nel percorso editoriale.

Ringraziamo anche Paolo Ponti, dottore in scienze agrarie dalla multiforme esperienza professionale, per aver riletto l'opera con gli occhi attenti di un operatore del settore agricolo italiano che conosce la realtà produttiva nazionale come pochi altri.

Ringraziare tutte le persone che hanno sostenuto il nostro lavoro e consentito la realizzazione di quest'opera è un compito impossibile, e anche se non riportiamo tutti i loro nomi, siamo sicuri che loro sanno che gli siamo grati per l'amicizia e la collaborazione. In particolare siamo debitori di amore e sostegno costanti da parte dei nostri genitori (in particolare Ines Estrada), fratelli e sorelle, coniugi, figli e nipoti.

Gli Autori

Miguel A. Altieri ha conseguito la Laurea in Agronomia presso l'Università del Cile ed il Dottorato di Ricerca in Entomologia presso la University of Florida negli Stati Uniti. Dal 1981 è Professore di Agroecologia alla University of California at Berkeley presso il Department of Environmental Science, Policy and Management (www.agroeco.org). È stato consulente scientifico per il Consorzio Latino Americano su Agroecologia e Sviluppo (CLADES) in Cile, una rete di organizzazioni non governative (ONG) che promuove l'agroecologia come strategia per lo sviluppo rurale sostenibile in quell'area geografica. Egli è anche stato per quattro anni Coordinatore Generale del Programma di Divulgazione e Diffusione dell'Agricoltura Sostenibile nell'ambito del Programma di Sviluppo delle Nazioni Unite, mirato alla formazione di abilità e competenze agroecologiche presso le ONG ed alla diffusione di iniziative locali di agricoltura sostenibile ben riuscite in Africa, America Latina e Asia. Egli ha inoltre presieduto il comitato ONG del Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), con il mandato di garantire che le agende dei 15 Centri di Ricerca Agricoli Internazionali afferenti al CGIAR fossero orientate a beneficio degli agricoltori poveri dei paesi in via di sviluppo. Attualmente è consulente del programma GIAHS (Globally Ingenious Agricultural Heritage Systems, www.giahs.org) della FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) che mira ad identificare e conservare in maniera dinamica sistemi agricoli tradizionali nei paesi in via di sviluppo. È stato direttore del Consorzio tra Stati Uniti e Brasile sull'Agroecologia e lo Sviluppo Rurale Sostenibile (CASRD), un programma di scambi accademici e di ricerca riguardante studenti e professori di University of California at Berkeley, University of Nebraska, Universidade Estadual de Campinas e Universidade Federal de Santa Catarina. È stato per sei anni Presidente della Società Scientifica Latinoamericana di Agroecologia (SOCLA, www.socla.co). È autore di oltre 200 pubblicazioni e numerosi libri, compresi "Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture", "Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems" e "Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture".

Clara Inés Nicholls è un'agronoma colombiana che ha conseguito la Laurea in Entomologia presso la Chapingo School of Graduate Studies in Messico ed il Dottorato di Ricerca in Controllo Biologico dei Fitofagi presso la University of California at Davis negli Stati Uniti. La sua attività di ricerca si concentra sullo sviluppo di agroecosistemi biodiversificati, in grado di promuovere autonomamente il controllo biologico delle popolazioni di fitofagi. Ha lavorato a lungo in America Latina, promuovendo approcci agroecologici alla sostenibilità agricola. È docente presso l'International Area Studies della University of California at Berkeley, dove insegna "Prospettive di Sviluppo Rurale Sostenibile in America Latina". Insegna anche presso la Santa Clara University in California, nonché presso varie università in Brasile, Spagna, Italia, oltre che presso diverse università in America Latina. Attualmente è Presidente della Società Scientifica Latinoamericana di Agroecologia. È autrice di numerosi articoli scientifici su agroecologia, controllo biologico e gestione dei fitofagi, nonché dei libri "Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems" e "Manage Insects on Your Farm: a Guide to Ecological Strategies".

Luigi Ponti è un agronomo che ha conseguito la Laurea in Scienze Agrarie ed il Dottorato di Ricerca in Entomologia Agraria presso l'Università degli Studi di Perugia. Dal 2012 ricopre il ruolo di Ricercatore presso l'ente pubblico di ricerca ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile). Ha fatto assistenza tecnica in Sardegna presso l'Associazione Regionale Allevatori

Gli Autori

come agronomo consulente di oltre 50 aziende zootecniche ovine. Ha svolto per due anni attività di assegnista universitario presso l'Università di Perugia, indagando le relazioni tra biodiversità e controllo dei fitofagi negli agroecosistemi. È stato per tre anni ricercatore (Visiting Scholar) presso la University of California at Berkeley, dove ha proseguito le ricerche su biodiversità e controllo dei fitofagi e ha iniziato ad analizzare gli effetti del clima sui sistemi agricoli, oltre ad essere stato assistente incaricato (Reader) per il corso di Agroecologia. È stato consulente scientifico dell'Istituto Agrario San Michele all'Adige (Trento) su cambiamento globale e agricoltura sostenibile in ambienti montani. Ha effettuato presso ENEA uno stage Master and Back della Regione Sardegna sull'uso di modelli di ecosistema integrati in sistemi d'informazione geografica per comprendere la resilienza a desertificazione e cambiamenti climatici di agroecosistemi mediterranei perenni. È stato Marie Curie International Fellow presso ENEA per quattro anni, durante i quali ha coordinato un progetto teso ad affrontare problemi legati alla biologia del cambiamento globale, specie invasive comprese, mediante un approccio con base fisiologica all'ecologia delle popolazioni su scala geografica. Fa parte del consorzio scientifico internazionale CASAS Global (Center for the Analysis of Sustainable Agricultural Systems Global, www.casasglobal.org) e del comitato scientifico dell'iniziativa GIAHS della FAO. È autore di oltre 50 pubblicazioni scientifiche, compreso il libro "Biodiversità e controllo dei fitofagi negli agroecosistemi" edito dall'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia.

Indice generale

Prefazione	Pag.	III
Ringraziamenti	"	V
Gli Autori	"	VII
Parte prima		
Presupposti dell'agricoltura ecologica		
1. Crisi ecologica dell'agricoltura moderna	"	3
1.1 Agricoltura industriale e biodiversità	"	3
1.2 Agricoltura moderna, omogeneizzazione genetica e vulnerabilità ecologica	"	4
1.3 L'espansione delle monocolture nel Nord America	"	4
1.4 Scienza moderna, Rivoluzione Verde e diversificazione colturale contadina	"	5
1.5 La prima ondata di problemi ambientali	"	6
1.6 La seconda ondata di problemi ambientali	"	8
1.7 Che impatto possono avere le colture transgeniche sulle piccole aziende agrarie dei paesi in via di sviluppo?	"	9
1.8 Costruire baluardi contro l'omogeneizzazione transgenica	"	11
1.9 Impatto della soia resistente al Roundup in Brasile ed Argentina	"	12
1.9.1 Deforestazione	"	12
1.9.2 Degrado del terreno	"	12
1.10 Una strategia alternativa: l'agroecologia	"	13
1.10.1 Iniziative agroecologiche nel Terzo Mondo	"	13
1.10.2 Agricoltura biologica	"	13
1.11 Diffondere gli approcci alternativi all'agricoltura	"	15
2. L'evoluzione del pensiero agroecologico	"	17
2.1 Che cos'è l'agroecologia?	"	18
2.1.1 Visione ecologica	"	19
2.1.2 Prospettiva sociale	"	19
2.1.3 La sfida agroecologica	"	20
2.2 Influenze sul pensiero agroecologico	"	20
2.2.1 Le scienze agrarie	"	20
2.2.2 Approcci metodologici	"	21
2.2.3 Ambientalismo	"	22
2.2.4 Ecologia	"	23
2.2.5 Sistemi di produzione indigeni	"	24
2.2.6 Studi sullo sviluppo	"	25
3. Metodologia e pratica dell'agroecologia	"	29
3.1 L'importanza delle premesse filosofiche	"	29

Indice generale

3.2	Una visione coevolutiva dello sviluppo	Pag.	31
3.3	Interpretazione coevolutiva dello sviluppo agricolo convenzionale in America Latina	"	32
3.4	Le condizioni dello sviluppo rurale negli anni '90	"	34
3.5	La nascita delle ONG agroecologiche	"	36
3.6	Ruolo dell'agroecologia nello sviluppo coevolutivo	"	38
3.7	Conclusioni	"	39
4.	L'agroecosistema: fattori, risorse, processi e sostenibilità	"	41
4.1	Classificazione degli agroecosistemi	"	42
4.2	Agroecosistemi ed ecologia del paesaggio	"	43
4.2.1	Gerarchia dei paesaggi	"	44
4.2.2	Gradienti	"	45
4.2.3	Biodiversità	"	45
4.2.4	Metapopolazione	"	45
4.3	Le risorse di un agroecosistema	"	45
4.3.1	Risorse naturali	"	45
4.3.2	Risorse umane	"	45
4.3.3	Risorse di capitale	"	46
4.3.4	Risorse di produzione	"	46
4.4	Processi ecologici nell'agroecosistema	"	46
4.4.1	Processi energetici	"	46
4.4.2	Processi biogeochimici	"	47
4.4.3	Processi idrologici	"	48
4.4.4	Processi successionali	"	50
4.4.5	Processi di regolazione biotica	"	50
4.5	La stabilità degli agroecosistemi	"	51
4.5.1	Perché i sistemi moderni sono instabili	"	51
4.5.2	Il controllo artificiale negli agroecosistemi moderni	"	52
4.6	Valutare stato ecologico e sostenibilità degli agroecosistemi	"	55
5.	Ruolo ecologico della biodiversità in agricoltura	"	61
5.1	Agroecosistemi tradizionali come modelli di aziende biodiverse	"	62
5.2	Ruolo ecologico della biodiversità	"	63
5.3	La biodiversità negli agroecosistemi	"	64

Parte seconda

Progettazione di sistemi agricoli e tecnologie alternative

6.	Mettere a punto tecnologie sostenibili idonee all'agricoltura alternativa	"	69
6.1	Conseguenze di tecnologie non appropriate	"	69
6.2	La ricerca sui sistemi aziendali	"	70
6.2.1	Varianti e prototipi di RSA	"	
6.2.2	La metodologia "D e D" dell'ICRAF (Centro Internazionale per la Ricerca in Agroselvicoltura)	"	74
6.2.3	La metodologia "da agricoltore a agricoltore" del CIP (Centro Internazionale de la Papa)	"	74
6.3	Studio e valutazione delle tecnologie	"	74
6.4	Valutazione rurale rapida (VRR) e analisi dell'agroecosistema (AAE)	"	75
6.4.1	Le fasi della VRR	"	76
7.	Progettare agroecosistemi sostenibili	"	81
7.1	Scegliere un sistema agricolo	"	81
7.2	Elementi di sostenibilità	"	82

7.3	Modelli per progettare agroecosistemi	Pag.	85
7.3.1	Produzione primaria	"	85
7.3.2	Vocazione d'uso della terra	"	85
7.3.3	Pattern della vegetazione	"	85
7.4	Conoscenza delle pratiche agricole locali	"	87
7.5	La scelta di un sistema colturale	"	87
7.6	Caratteristiche delle colture e modelli di coltivazione	"	88
7.6.1	Periodo di crescita	"	88
7.6.2	Fotoperiodo	"	89
7.6.3	Habitus vegetativo	"	89
7.6.4	Apparato radicale	"	89
7.7	La progettazione di un agroecosistema sostenibile	"	89
7.7.1	Diversificazione di campi di cipolla nel Michigan	"	89
7.7.2	Linee guida di progettazione e gestione dell'agroecosistema	"	90
8.	L'agricoltura tradizionale	"	93
8.1	Caratteristiche ecologiche dell'agricoltura tradizionale	"	94
8.1.1	Diversità e continuità spaziale e temporale	"	94
8.1.2	Impiego ottimale dello spazio e delle risorse	"	96
8.1.3	Riciclo degli elementi nutritivi	"	96
8.1.4	Uso efficiente dell'acqua	"	96
8.1.5	Protezione integrata delle colture	"	96
8.2	Vantaggi della diversità colturale	"	96
8.2.1	Rese	"	96
8.2.2	Uso efficiente delle risorse	"	97
8.2.3	Disponibilità di azoto	"	97
8.2.4	Riduzione di malattie ed insetti dannosi	"	97
8.2.5	Soppressione delle infestanti	"	97
8.2.6	Minor rischio di fallimento della coltura	"	97
8.2.7	Altri vantaggi	"	97
8.3	La natura del sapere agricolo tradizionale	"	97
8.3.1	Conoscenza dell'ambiente	"	98
8.3.2	Classificazione del suolo e dei suoi usi	"	98
8.3.3	Tassonomie popolari	"	98
8.4	La conoscenza etnobotanica tradizionale	"	99
8.4.1	La natura sperimentale del sapere tradizionale	"	99
8.5	Esempi di pratiche agricole tradizionali	"	99
8.5.1	Gestione della fertilità del terreno	"	99
8.5.2	Gestione del microclima	"	100
8.5.3	Metodi indigeni per il controllo di insetti fitofagi dannosi	"	100
8.6	Gestione delle malattie delle piante in agricoltura tradizionale	"	103
8.7	Conservazione e gestione <i>in situ</i> delle risorse genetiche vegetali agrarie	"	104
8.8	Esempi di sistemi colturali tradizionali	"	105
8.8.1	La coltura del riso in Asia sud-orientale	"	105
8.8.2	L'agricoltura tradizionale giavanese	"	106
8.8.3	Colture arboree miste in Messico	"	107
8.8.4	L'agricoltura nomade	"	107
8.8.5	Il sistema <i>nkomanjila</i> degli agricoltori nomadi <i>Nyhia</i>	"	109
8.8.6	Il sistema <i>nkule</i>	"	109
8.8.7	I sistemi disboscamento/pacciamatura ed il sistema "Frijol Tapado" in America centrale	"	110
8.8.8	Sistemi agropastorali	"	111
8.8.9	Integrazione di agricoltura e acquacoltura	"	111
8.8.10	L'agricoltura delle Ande	"	112
8.8.11	Sistemi agricoli tradizionali del Cile a clima mediterraneo	"	113

Indice generale

8.8.12	L'agricoltura a campi rialzati	Pag.	114
8.9	Conclusioni	"	115
9.	Programmi di sviluppo agricolo dotati di razionalità ecologica	"	117
9.1	Approccio dal basso allo sviluppo rurale	"	118
9.1.1	Valutare l'impatto dell'approccio agroecologico	"	121
9.2	Esempi di programmi	"	121
9.2.1	La coltivazione a viali in Africa	"	121
9.2.2	Promozione di sistemi di agricoltura integrata in Bangladesh	"	124
9.2.3	Impiego del letame nell'agricoltura delle Ande boliviane	"	124
9.2.4	Il progetto Minka in Perù	"	125
9.2.5	Diffusione di tecnologie IPM in piccole aziende risicole	"	125
9.2.6	Un progetto di agricoltura biologica per la Sierra Peruviana	"	125
9.2.7	Un sistema sostenibile per i piccoli agricoltori in Cile	"	126
9.2.8	Il sistema modulare nelle pianure di Tabasco	"	129
9.2.9	Sistemi di agricoltura/acquacoltura a Veracruz	"	131
9.3	Impatto dei programmi di conservazione del suolo sulle colline dell'America Latina	"	131
9.3.1	America centrale	"	131
9.3.2	Regione delle Ande	"	131
9.3.3	Repubblica Dominicana	"	132
9.3.4	Il ritorno dell'agricoltura Inca sulle Ande peruviane	"	133
9.3.5	Organizzare gli agricoltori per conservare <i>in situ</i> varietà autoctone di patata in Cile	"	133
9.4	Implicazioni per il futuro	"	135
10.	L'agricoltura biologica	"	137
10.1	Caratteristiche dell'agricoltura biologica	"	137
10.2	Sistemi colturali	"	140
10.2.1	Pratiche colturali	"	140
10.2.2	Elementi nutritivi e sostanza organica nel suolo	"	141
10.3	Esempi di agricoltura biologica in California	"	142
10.3.1	Risicoltura biologica	"	142
10.3.2	Viticultura biologica	"	143
10.3.3	Conversione di fragoletti alla gestione biologica	"	143
10.4	Conversione all'agricoltura biologica	"	144
10.5	Agricoltura biologica e fauna selvatica	"	146
10.6	Limitazioni all'agricoltura organica	"	147
10.7	Implicazioni dell'agricoltura biologica su vasta scala negli Stati Uniti	"	147
10.8	Cuba: una conversione all'agricoltura biologica su scala nazionale	"	148

Parte terza

Sistemi colturali alternativi

11.	Policolture	"	155
11.1	Diffusione delle policolture nel mondo	"	155
11.1.1	Vantaggi per le rese	"	156
11.1.2	Stabilità delle rese	"	157
11.1.3	Uso delle risorse	"	157
11.2	Influssi delle policolture	"	159
11.2.1	Effetto delle policolture sugli insetti fitofagi dannosi	"	159
11.2.2	Effetto delle policolture sui patogeni vegetali	"	160
11.2.3	Effetto delle policolture sulle malerbe	"	160
11.3	Indicazioni per il futuro	"	162

12. Colture di copertura e pacciamature vive	Pag.	165
12.1 Benefici delle coltivazioni di copertura nei frutteti	"	165
12.1.1 Effetti sulla fertilità del terreno	"	166
12.1.2 Effetti sulle popolazioni d'insetti	"	167
12.2 Strategie di gestione delle colture di copertura	"	169
12.2.1 Sistemi di non lavorazione	"	169
12.2.2 Sfalcio frequente	"	170
12.2.3 Sfalcio non frequente	"	170
12.2.4 Sistemi con lavorazione del terreno	"	171
12.2.5 Colture di copertura annuali a semina autunnale	"	171
12.2.6 Colture di copertura annuali invernali autoriseminanti	"	171
12.2.7 Nessuna copertura invernale	"	171
12.2.8 Decomposizione della coltura di copertura	"	171
12.2.9 Caratteristiche agronomiche delle colture di copertura	"	171
12.3 Pacciamature vive	"	172
12.4 Sistemi colturali con leguminose di copertura	"	172
12.4.1 Sovrasemina di leguminose	"	172
12.4.2 Rotazioni basate su leguminose di copertura	"	173
12.4.3 Consociazione a strisce con leguminose di copertura	"	173
12.4.4 Sistemi orticoli con pacciamatura viva	"	174
12.5 Effetti delle pacciamature vive sulle popolazioni di insetti	"	175
13. Rotazione delle colture e lavorazione minima	"	177
13.1 Benefici della rotazione colturale	"	178
13.2 Sistemi di lavorazione minima	"	181
13.2.1 Effetti su caratteristiche del suolo e crescita delle piante	"	181
13.2.2 Effetti sugli organismi dannosi	"	183
13.2.3 Resa della coltura	"	185
13.2.4 Fabbisogni energetici	"	185
13.2.5 Progettare sistemi di lavorazione conservativa o di eco-maggese	"	186
14. Agroselvicoltura	"	187
14.1 Caratteristiche dell'agroselvicoltura	"	187
14.2 Classificazione dei sistemi agroforestali	"	188
14.3 Il ruolo potenziale degli alberi	"	188
14.3.1 Caratteristiche del suolo	"	188
14.3.2 Microclima	"	191
14.3.3 Idrologia	"	191
14.3.4 Componenti biologiche associate	"	191
14.3.5 Ruolo produttivo	"	191
14.4 Vantaggi dei sistemi agroforestali	"	191
14.4.1 Vantaggi ambientali	"	191
14.4.2 Vantaggi socioeconomici	"	192
14.4.3 Alcuni limiti dei sistemi agroforestali	"	192
14.5 Effetto degli alberi su insetti fitofagi e relativi nemici naturali in agroselvicoltura	"	193
14.5.1 Influenza dell'ombreggiamento	"	193
14.5.2 Attrazione esercitata dalla coltura	"	195
14.5.3 Effetto delle colture di copertura	"	195
14.5.4 Biodiversità delle piante e nemici naturali	"	195
14.6 Progettazione dei sistemi agroforestali	"	196
14.6.1 Disposizione delle piante	"	197
14.6.2 Esempi di agroselvicoltura	"	198
14.7 Opzioni gestionali per l'agroselvicoltura	"	199
14.7.1 Consociazione a viali in aree ad alto potenziale produttivo	"	199
14.7.2 Impianto a girapoggio	"	199

Indice generale

14.7.3	“Banca del foraggio” associata a foraggiamento verde	Pag.	199
14.7.4	“Banca del foraggio” associata a pascolamento.....	“	199
14.7.5	Miglioramento delle specie da frutto	“	199
14.7.6	Siepi e recinzioni vive	“	199
14.7.7	Consociazioni a miscuglio	“	200
14.7.8	Impianti multistrato di colture arboree domestiche e industriali	“	200
14.7.9	Impianti arborei intorno a punti di abbeverata e dighe	“	200
14.7.10	Disboscamento selettivo	“	200
14.7.11	Impianto di boschetti per ottenere legna da ardere e pali	“	201

Parte quarta

Gestione su base ecologica di insetti fitofagi, patogeni e malerbe

15.	Gestione dei fitofagi su base ecologica	“	205
15.1	Controllo culturale degli insetti fitofagi	“	206
15.2	Biodiversità vegetale e problemi di fitofagi	“	207
15.3	Monocolture negli Stati Uniti	“	208
15.4	Biodiversità e popolazioni di insetti	“	208
15.4.1	Teoria ecologica	“	208
15.4.2	Diversificazione dell’agroecosistema e controllo biologico dei fitofagi	“	209
15.4.3	Impianto di corridoi di vegetazione per i nemici naturali	“	218
15.4.4	Scelta oculata delle piante fiorifere	“	219
15.4.5	Approntare una strategia di gestione dell’habitat	“	219
15.4.6	Mettere in pratica la strategia	“	219
15.5	Biodiversità e malattie delle piante	“	220
15.6	Diversità biologica e nematodi	“	220
15.7	Biodiversità e popolazioni di malerbe	“	221
16.	Ecologia delle malerbe e loro gestione	“	223
16.1	Competizione coltura/malerbe	“	223
16.2	Allelopatia	“	228
16.3	Gestione delle malerbe	“	229
16.4	Il ruolo ecologico delle malerbe	“	232
16.4.1	Malerbe come fonte di insetti fitofagi negli agroecosistemi	“	233
16.4.2	Ruolo delle malerbe nell’ecologia dei nemici naturali	“	233
16.4.3	Gestione delle malerbe per il controllo degli insetti fitofagi	“	237
17.	Patogeni delle piante: ecologia e gestione	“	241
17.1	Epidemiologia e gestione dei patogeni	“	241
17.2	Controllo culturale dei patogeni vegetali	“	242
17.3	Controllo biologico dei patogeni vegetali	“	244
18.	Qualità e gestione del terreno	“	251
18.1	Qualità del terreno	“	251
18.2	La natura della sostanza organica del terreno	“	252
18.2.1	Gli organismi del suolo	“	252
18.2.2	La diversità biologica degli organismi del terreno	“	253
18.2.3	Sostanza organica attiva	“	254
18.2.4	Sostanza organica ben decomposta	“	254
18.3	Ruolo della sostanza organica nella qualità del terreno	“	255
18.3.1	Effetti fisici	“	255
18.3.2	Effetti chimici e nutrizionali	“	255
18.3.3	Altri effetti di tipo biologico	“	255
18.4	Riciclo e flusso degli elementi nutritivi	“	256

18.4.1	Strategie di gestione atte a promuovere la qualità del terreno.....	Pag.	258
18.4.2	Migliore utilizzazione di residui colturali ed altri residui organici	"	258
18.4.3	Rotazioni ben congegnate	"	258
18.4.4	Uso di colture di copertura	"	259
18.5	Integrare gli animali nei sistemi colturali	"	259
18.5.1	Impiego di letame	"	259
18.5.2	Lavorazioni ridotte	"	259
18.5.3	Controllo dell'erosione	"	259
18.5.4	Maggiore efficienza nel riciclo degli elementi nutritivi	"	260
18.6	Gestione della fertilità del terreno ed insetti fitofagi	"	260
18.6.1	Terreno sano – piante sane	"	261
18.6.2	Interazioni tra la biodiversità sopra il suolo e quella sotterranea	"	262
18.6.3	Fertilità del terreno e resistenza della piante agli insetti fitofagi	"	263
18.6.4	Effetto indiretto dell'azoto presente nel terreno sui danni da artropodi alle colture	"	264
18.6.5	Dinamica degli insetti fitofagi in sistemi colturali sottoposti a concimazione organica	"	265
18.6.6	Conclusioni	"	267

Parte quinta: Guardare avanti

19.	Agroecologia su vasta scala: nuove prospettive di sovranità alimentare e resilienza	"	271
19.1	Perché l'agricoltura industriale non è più praticabile?	"	271
19.1.1	L'impronta ecologica dell'agricoltura industriale	"	271
19.1.2	Agricoltura industriale e fame nel mondo	"	272
19.1.3	La concentrazione della produzione alimentare mondiale	"	272
19.2	Agricoltura contadina: la base per la nuova agricoltura del XXI secolo	"	273
19.3	Come reagisce la comunità internazionale?	"	273
19.4	Cosa sono i sistemi di produzione agroecologici?	"	274
19.5	In cosa l'agroecologia differisce da altri approcci alternativi all'agricoltura?	"	276
19.6	Valutare le prestazioni di progetti agroecologic i.....	"	277
19.7	Potenziale dei sistemi agroecologici in termini di diffusione, produttività e sicurezza alimentare	"	278
19.7.1	Africa	"	279
19.7.2	Asia	"	280
19.7.3	America Latina	"	281
19.8	Agroecologia e capacità di recupero da stress climatici estremi	"	282
19.9	Diffusione progressiva delle innovazioni agroecologiche	"	283
19.9.1	Iniziative promosse da ONG	"	284
19.9.2	Collaborazione tra organizzazioni	"	284
19.9.3	Sviluppo di mercati locali	"	284
19.9.4	Politiche governative	"	284
19.9.5	Sostegno politico e azione	"	285
19.10	La via da percorrere	"	286
	Bibliografia	"	291

PARTE PRIMA
Presupposti
dell'agricoltura ecologica

1 Crisi ecologica dell'agricoltura moderna

1.1 Agricoltura industriale e biodiversità

L'agricoltura comporta la semplificazione della biodiversità presente in natura e raggiunge una forma estrema nelle monoculture. Il risultato finale è un ecosistema artificiale che per sussistere richiede un costante intervento umano. Nella maggior parte dei casi tale intervento corrisponde agli input agrochimici, i quali, oltre che dare un temporaneo impulso alle rese, si traducono in una serie di costi ambientali e sociali (Altieri, 1995).

Le minacce globali nei confronti della biodiversità non possono considerarsi estranee agli interessi di chi si occupa di agricoltura, dal momento che l'agricoltura, coprendo circa il 25-30% delle terre emerse, è probabilmente l'attività umana che influenza maggiormente la diversità biologica. Si stima che l'estensione globale delle terre coltivate sia aumentata da circa 265 milioni di ettari nel 1700 fino agli attuali 1,5 miliardi di ettari, prevalentemente a spese di ambienti forestali (Thrupp, 1997; Jason, 2004). Solo aree molto limitate sono rimaste del tutto esenti dai mutamenti ambientali indotti dall'agricoltura nell'uso del territorio (McNeely e Scherr, 2003).

Non vi sono dubbi riguardo al fatto che l'agricoltura comporti una semplificazione strutturale dell'ambiente su vaste aree, sostituendo alla biodiversità naturale degli ecosistemi un numero limitato di piante coltivate e di animali domestici (Andow, 1983). Nei paesaggi agrari, infatti, su scala mondiale ritroviamo solo 12 specie di colture da granella, 23 specie orticole e circa 35 specie da frutto (Flower e Mooney, 1990). Questo equivale a non più di 70 specie di piante diffuse sui circa 1.440 milioni di ettari coltivati attualmente nel mondo (Brown e Young, 1990). Situazione in netto contrasto con le oltre 100 specie arboree che solitamente si ritrovano in un ettaro di foresta pluviale tropicale (Myers, 1984). Delle 7.000 specie di piante coltivate nel

mondo, solo 120 sono importanti a livello nazionale negli Stati Uniti. Si stima che il 90% delle calorie ingerite dall'uomo a livello mondiale provenga da appena 30 colture, un ristretto campione dell'ampia varietà di specie coltivate disponibili (Jackson e Jackson, 2002). Inoltre, se è vero che le monoculture possono portare agli agricoltori dei vantaggi economici immediati, nel lungo periodo esse non rappresentano un vantaggio ecologico. Anzi, la drastica riduzione della varietà delle piante coltivate ha messo in grave pericolo la produzione di cibo a livello mondiale (National Academy of Sciences, 1972; Robinson, 1996).

Il processo della semplificazione ambientale in agricoltura giunge ad una forma estrema nelle monoculture, le quali modificano la biodiversità in diversi modi:

- Espansione dei terreni coltivati con perdita di habitat naturali.
- Costituzione di paesaggi agrari omogenei dotati di un basso valore come habitat per le specie selvatiche.
- Scomparsa di specie selvatiche e riduzione di biodiversità funzionale come conseguenza diretta degli input chimici e di altre pratiche colturali.
- Erosione di risorse genetiche preziose, dovuta ad un maggiore ricorso a poche varietà con alte rese.

Con l'introduzione del modello industriale nei paesi in via di sviluppo, la biodiversità agraria ha subito una notevole erosione genetica imputabile al dominio delle monoculture. Nel Bangladesh, ad esempio, la diffusione del riso della "Rivoluzione Verde" ha comportato una perdita di biodiversità comprendente quasi 7.000 varietà tradizionali di riso e molte specie ittiche. Una situazione simile si è verificata nelle Filippine, dove la varietà di riso introdotta HYV ha sostituito più di 300 varietà tradizionali. Perdite di biodiversità simili si sono registrate anche

1. Crisi ecologica dell'agricoltura moderna

nel Nord del mondo. L'86% delle 7.000 varietà di mele in uso tra il 1804 ed il 1904 negli Stati Uniti non sono più coltivate, e l'88% delle 2.683 varietà di pere utilizzate nello stesso periodo non è più reperibile. In Europa migliaia di varietà tradizionali di lino e grano sono scomparse, sostituite da quelle moderne (Thrupp 1998, Lipton e Longhurst 1989).

1.2 Agricoltura moderna, omogeneizzazione genetica e vulnerabilità ecologica

È semplicemente sbalorditivo come l'agricoltura moderna dipenda da una manciata di varietà per le colture più diffuse. Per esempio, vent'anni fa negli Stati Uniti sul 60-70% della superficie totale investita a fagiolo, si coltivavano da due a tre varietà, mentre il 72% della superficie a patata era occupato da quattro varietà e appena tre si estendevano sul 53% della superficie a cotone (National Academy of Sciences, 1972). I ricercatori hanno ripetutamente lanciato ammonimenti sull'estrema vulnerabilità associata ad una tale uniformità genetica. Forse il più eclatante esempio della vulnerabilità legata ad un'agricoltura omogenea è stato il drammatico collasso della produzione della patata in Irlanda, dove nel 1845 era presente una sola varietà di patate, particolarmente suscettibile alla *Peronospora (Phytophthora infestans infestans)*. Durante il XIX secolo in Francia la produzione di vino fu annientata da un insetto dannoso particolarmente aggressivo come la *Fillossera (Viteus vitifoliae)*, che eliminò quattro milioni di ettari di vitigni caratterizzati da una notevole uniformità genetica. Le piantagioni monocolturali di banana in Costa Rica sono state a più riprese messe in serio pericolo da patogeni quali *Fusarium oxysporum* e *Mycosphaerella musicola*. Negli Stati Uniti durante i primi anni '70 gli ibridi di mais ad alta resa, geneticamente uniformi, costituivano circa il 70% delle varietà di mais presenti; il 15% della produzione totale andò persa in quella decade a causa di un seccume fogliare (Adams *et al.*, 1971). E lo stesso fungo che nel 1845 causò la ben nota carestia in Irlanda, continua ad insidiare le monocolture commerciali di patata dei paesi occidentali industrializzati. La *Peronospora* della patata, infatti, è una seria minaccia per un'industria della patata come quella statunitense che ha un indotto di 160 miliardi di dollari, e causa perdite di resa che arrivano al 30% nelle aree a patata del Terzo Mondo, specialmente laddove la diversità genetica di questa coltura è andata persa. Di recente, preoccupa la tendenza all'espansione delle monocolture di mais e soia transgenici: queste piante possiedono infatti

una base genetica ristretta e nel 2004 sono arrivate ad occupare circa 70 milioni di ettari nel mondo. Non è che la fase più recente dell'inquietante trend verso la semplificazione del paesaggio (Marvier, 2001).

Gli agroecosistemi moderni sono instabili e le situazioni di collasso si manifestano in molti sistemi colturali con forti e ricorrenti esplosioni demografiche di fitofagi. Nella gran parte dei casi, l'aggravamento dei problemi dovuti alle avversità biotiche è stato sperimentalmente collegato con l'espansione delle monocolture a spese della varietà della vegetazione. Tale varietà rappresenta una componente chiave del paesaggio, in grado di fornire servizi ecosistemici fondamentali, atti a promuovere la protezione delle piante (Altieri, 1994). Il 91% degli 1,5 miliardi di ettari di terre coltivate a livello planetario è investito a colture annuali, principalmente monocolture di grano, riso, mais, cotone e soia. Uno dei problemi principali derivanti dall'omogeneizzazione dei sistemi agricoli è la maggiore vulnerabilità delle colture agli insetti fitofagi e alle malattie, che possono essere devastanti su una coltura uniforme, in special modo quando questa si estende su un'ampia superficie. Per la difesa di tali colture, un ingente quantitativo di fitofarmaci sempre meno efficaci e selettivi viene immesso nella biosfera, con costi umani ed ambientali considerevoli. Segnali inequivocabili indicano che l'approccio al controllo degli organismi dannosi basato sui fitofarmaci ha raggiunto il proprio limite. È necessario un approccio alternativo, basato su principi ecologici, al fine di progettare sistemi agricoli più sostenibili che traggano pieno beneficio dalla biodiversità agraria.

1.3 L'espansione delle monocolture nel Nord America

Oggi su scala mondiale le monocolture hanno un'estensione incredibilmente vasta, soprattutto se si considerano le superfici annualmente adibite a singole colture. I dati disponibili indicano che è diminuita la diversità colturale per unità di superficie a seminativo e che le terre coltivate tendono a concentrarsi. Inoltre, ci sono forze politiche ed economiche che spingono ad investire vaste superfici a monocoltura. Tali sistemi colturali vengono infatti premiati dalle economie di scala e contribuiscono significativamente ad accrescere la competitività delle agricolture nazionali nel mercato internazionale.

Le tecnologie che hanno permesso il passaggio alla monocoltura sono state la meccanizzazione ed il miglioramento genetico vegetale, nonché lo sviluppo di agrochimici utilizzati per la fertilizzazione del-

le colture ed il controllo di parassiti e malerbe. Per anni, politiche statali accomodanti hanno incoraggiato l'accettazione e l'impiego di queste tecnologie. E così oggi le aziende sono meno numerose, più grandi, più specializzate ed hanno una maggiore intensità di capitale. A livello regionale, l'incremento delle monoculture ha portato ad una maggiore specializzazione di tutte le infrastrutture di supporto all'agricoltura (cioè ricerca, assistenza tecnica, fornitori di mezzi tecnici, stoccaggio, trasporto, commercializzazione, ecc.).

In una prospettiva ecologica, le conseguenze su scala regionale della specializzazione monocolturale sono molteplici:

- La maggior parte dei sistemi agricoli caratterizzati da dimensioni elevate mostra una cattiva combinazione delle componenti aziendali, con scarsi collegamenti o relazioni complementari fra le diverse colture da una parte, e fra terreno, colture ed animali dall'altra.
- I cicli degli elementi nutritivi, dell'energia e dell'acqua risultano tendenzialmente aperti, anziché chiusi come negli ecosistemi naturali. Malgrado la quantità notevole di residui colturali e di liquami prodotti nelle aziende, il riciclo degli elementi nutritivi è sempre più difficoltoso, anche se si considera l'intero comprensorio agricolo. Le deiezioni animali non possono essere restituite al terreno a costi accettabili, perché le attività che le producono sono geograficamente distanti da quelle che completerebbero il ciclo. I residui dell'attività agricola diventano sempre più spesso un peso piuttosto che una risorsa. Il flusso degli elementi nutritivi dalle zone urbane verso i campi coltivati risulta parimenti difficoltoso.
- L'instabilità degli agroecosistemi e la loro suscettibilità alle avversità biotiche, possono in parte essere collegate all'adozione di grandi monoculture, che determinano la concentrazione delle risorse utili ai fitofagi specializzati ed aumentano la superficie disponibile per l'immigrazione degli stessi. Tale semplificazione colturale riduce inoltre le possibilità di sopravvivenza dei nemici naturali. Di conseguenza, le infestazioni di fitofagi si verificano di frequente, poiché nelle monoculture sono contemporaneamente presenti i seguenti fattori: un gran numero di fitofagi, popolazioni di entomofagi inibite, tempo favorevole e fasi fenologiche della coltura vulnerabili.
- Quando poi determinate colture si espandono al di là della loro distribuzione geografica "naturale", verso zone con alto potenziale di fitofagi, limitate risorse idriche, o terreni di bassa fertilità, per superare questi vincoli si rende necessaria un'in-

tensificazione degli input chimici. Tali espansioni dell'areale di coltivazione postulano che il livello di intervento umano e gli input energetici necessari possano essere sostenuti indefinitamente.

- Gli agricoltori che devono fare i conti col mercato sono testimoni della comparsa di una serie ininterrotta di nuove varietà, poiché il rinnovamento varietale procede a velocità senza precedenti, spinto dagli stress biotici e dai cambiamenti di mercato. In genere, una nuova cultivar dotata di una certa resistenza a fitofagi o malattie viene impiegata con successo per alcuni anni (in genere 5-9 anni), per poi essere sostituita da un'altra varietà quando le rese cominciano a diminuire, la produzione è messa in pericolo o si rende disponibile una cultivar più promettente. La traiettoria di una varietà è caratterizzata da una fase di decollo, quando comincia ad essere impiegata dagli agricoltori, da una fase centrale, quando la superficie investita a tale cultivar si stabilizza, ed infine da una fase di contrazione della superficie coltivata. La stabilità nell'agricoltura moderna dipende quindi da un continuo apporto di nuove cultivar, piuttosto che da un insieme di varietà differenti piantate nella stessa azienda.
- La necessità di sovvenzioni economiche per le monoculture è associata ad un input più elevato di fitofarmaci e fertilizzanti, ma l'efficienza nell'impiego di questi input sta diminuendo e le rese della maggior parte delle colture chiave si stanno stabilizzando. In alcuni casi le rese sono persino in diminuzione. Ci sono opinioni differenti quanto alle cause di questo fenomeno. Alcuni ritengono che le rese si stiano stabilizzando perché le varietà correnti si stanno avvicinando al potenziale massimo di resa, e quindi l'ingegneria genetica deve trovare posto nella ri-progettazione della coltura. Gli agroecologi, invece, ritengono che tale stabilizzazione delle rese sia dovuta all'erosione costante delle basi della produzione agricola da parte di pratiche agricole insostenibili.

1.4 Scienza moderna, Rivoluzione Verde e diversificazione culturale contadina

L'ostacolo maggiore alla comprensione delle modalità di mantenimento, difesa e gestione della biodiversità in agricoltura tradizionale, probabilmente risiede nella difficoltà di riconoscere la complessità di tali sistemi produttivi. Parte della percezione di questa complessità è infatti legata alla consapevolezza che le risorse genetiche agrarie non siano solo un inventario di alleli e genotipi di varietà locali e spe-

1. Crisi ecologica dell'agricoltura moderna

cie spontanee a queste affini. Tali risorse comprendono anche interazioni ecologiche, quali il flusso di geni mediante impollinazione incrociata tra piante coltivate e spontanee, ma anche processi gestionali guidati dal corpus di conoscenze e pratiche legato alla diversità genetica, tassonomie popolari particolarmente complesse e selezione genetica mirata all'adattamento ad ambienti eterogenei. È ormai opinione comune che i sistemi di conoscenza indigeni siano una risorsa preziosa, dotata di dignità autonoma e complementare alla conoscenza scientifica occidentale. D'altra parte, agronomi ed altri uomini di scienza, nonché esperti di politiche di sviluppo, si sono sempre sforzati di comprendere la complessità dei metodi di coltivazione autoctoni ed i principi sui quali essi si basano. Purtroppo, i principi dell'agricoltura tradizionale sono stati in genere ignorati, imponendo condizioni e tecnologie che hanno danneggiato l'integrità dell'agricoltura autoctona. Agli albori della Rivoluzione Verde, Carl Sauer (geografo dell'Università della California, Berkeley) mise in evidenza tale fenomeno in maniera profetica di ritorno da un viaggio in Messico per conto della Fondazione Rockefeller:

“Un bel gruppo aggressivo di agronomi e genetisti vegetali americani sarebbe realmente in grado di distruggere le risorse locali e basterebbe la sola promozione dei loro prodotti commerciali americani ...e non si può tentare di standardizzare l'agricoltura messicana secondo un ristretto numero di tipologie commerciali senza danneggiare irrimediabilmente l'economia e la cultura locali. Prendere esempio dall'Iowa è quasi la cosa peggiore che possa capitare al Messico. Finché gli americani non lo capiscono, è meglio che stiano fuori da questo paese. Si deve partire dal riconoscere che i sistemi socioeconomici autoctoni sono di per sé sostanzialmente validi”.

Il problema sta in parte nel fatto che il connubio tra diversità genetica e agricoltura tradizionale viene in genere percepito come negativo dagli ambienti politici e scientifici, e pertanto associato a sottosviluppo, bassa produttività e povertà. Molte persone che si occupano di agricoltura a livello internazionale vedono la conservazione delle cultivar autoctone in azienda agraria come il contrario dello sviluppo agricolo (Brush, 2000). I promotori della Rivoluzione Verde davano per scontato che l'arrivo del progresso e dello sviluppo negli agroecosistemi tradizionali avrebbe portato inevitabilmente alla sostituzione delle varietà locali con altre migliorate. Un altro postulato era che l'integrazione economica e tecnologica dei sistemi agricoli tradizionali nel sistema globale fosse un processo positivo che avrebbe incrementato produzione, reddito e benes-

sere sociale (Wilkes e Wilkes, 1972). Nonostante ciò, la Rivoluzione Verde ha evidenziato che tale integrazione può produrre numerosi effetti negativi (Tripp, 1996; Lappe *et al.*, 1998):

- La Rivoluzione Verde implicava la promozione di un pacchetto costituito da varietà moderne (VM), fertilizzanti ed irrigazione, cosa che ha emarginato un gran numero di contadini poveri di risorse, i quali non potevano permettersi tale pacchetto tecnologico.
- Laddove l'adozione di tale pacchetto tecnologico era spinta da programmi governativi di assistenza tecnica e credito, la diffusione delle VM ha incrementato notevolmente l'impiego di fitofarmaci, spesso con serie conseguenze per la salute e l'ambiente.
- La biodiversità rappresenta una risorsa alimentare importante per comunità povere, ma il diffondersi delle VM è andato di pari passo con una semplificazione degli agroecosistemi tradizionali verso la monocoltura, si da ridurre la varietà della dieta in maniera preoccupante dal punto di vista nutrizionale.
- La sostituzione delle varietà tradizionali è una perdita anche dal punto di vista della diversità culturale, poiché molte varietà sono parte integrante di cerimonie religiose o civili.

Va però ricordato che gli agricoltori tradizionali/indigeni spesso non rimangono totalmente isolati dall'agricoltura industriale, anzi sembrano ben disposti a provare le VM, adottandole o meno in base criteri complessi che includono, oltre al semplice incremento delle rese, anche l'adattamento alle condizioni pedoclimatiche locali ed il valore culturale. Dopo opportuna sperimentazione, può accadere che gli agricoltori integrino alcune VM nel gruppo delle varietà tipiche del luogo, come nel caso dei contadini di Cuzalapa nello stato messicano di Jalisco. Essi hanno piantato varietà esotiche di mais su superfici limitate, evitando di sostituire completamente le varietà locali, le quali anzi continuano a dominare l'agroecosistema. Inoltre, le varietà introdotte hanno spesso utilizzi e cure colturali che le rendono complementari e non alternative alle varietà locali dominanti (Brush, 2000).

1.5 La prima ondata di problemi ambientali

La specializzazione delle unità produttive ha portato ad una rappresentazione dell'agricoltura come

miracolo moderno di produzione degli alimenti. È stato tuttavia dimostrato che un ricorso eccessivo alle monoculture e agli input agroindustriali, quali le tecnologie ad elevata intensità di capitale, i fitofarmaci ed i fertilizzanti di sintesi, hanno avuto un impatto negativo sull'ambiente e sulla società rurale. La maggior parte degli agricoltori pensava che la dicotomia tra ecosistema naturale ed agroecosistema non conducesse necessariamente a conseguenze indesiderabili; tuttavia, purtroppo, l'intensificazione della produzione agricola si è portata dietro un certo numero di "malattie ecologiche". Queste "malattie" possono essere raggruppate in due categorie: da un lato le malattie del biotopo, che includono erosione, perdita di fertilità del terreno, impoverimento delle riserve di elementi nutritivi, salinizzazione ed alcalinizzazione, inquinamento dei sistemi acquiferi, e perdita di terreni coltivabili fertili a beneficio dello sviluppo urbano; dall'altro le malattie della biocenosi, che includono perdita di risorse genetiche vegetali (riferita a piante coltivate e spontanee) ed animali, eliminazione dei nemici naturali, comparsa di nuovi fitofagi dannosi, resistenza genetica ai fitofarmaci, contaminazione chimica ed eliminazione dei meccanismi di controllo biologico naturale. In presenza di una gestione agricola intensiva, la cura di dette "malattie" richiede un incremento degli input esterni così elevato, che in alcuni sistemi agricoli la quantità di energia impiegata per ottenere una determinata produzione, supera l'energia presente nel raccolto stesso (Altieri, 1995).

Le perdite di resa dovute ai fitofagi osservabili in molte colture (che nella maggior parte dei casi raggiungono il 20-30% circa), nonostante un notevole incremento dell'impiego di fitofarmaci (circa 500 milioni di kg di principio attivo su scala mondiale), sono un sintomo della crisi ambientale che interessa l'agricoltura. È ben noto che le piante coltivate in monoculture geneticamente omogenee non possiedono i meccanismi ecologici di difesa necessari a tollerare l'impatto delle infestazioni di fitofagi. Gli agronomi moderni hanno selezionato colture con rese elevate e sapore gradevole, rendendole più suscettibili ai fitofagi e sacrificando alla produttività la resistenza naturale alle avversità. Inoltre, i nemici naturali dei fitofagi vengono influenzati negativamente dalle pratiche agricole moderne, poiché essi nelle monoculture non trovano le risorse e le condizioni ambientali necessarie per effettuare un efficace controllo biologico dei fitofagi. Questo deficit di controllo biologico naturale rende gli agroecosistemi fortemente dipendenti dall'uso di fitofarmaci il cui impiego in agricoltura è aumentato vistosamente negli ultimi 50 anni a livello mondiale, tanto da raggiungere gli attuali 2,56 miliardi kg

l'anno. All'inizio del XXI secolo il mercato globale dei fitofarmaci era stimato intorno ai 25 miliardi di dollari (Pretty, 2005). Negli Stati Uniti si impiegano annualmente circa 324 milioni di kg di 600 tipi diversi di fitofarmaci ad un costo non inferiore ai 4,1 miliardi di dollari (Pimentel e Lehman, 1993; Pretty, 2005) ed i benefici del loro uso vanno considerati a fronte dei loro costi indiretti in termini di salute umana e dell'ambiente. In base ai dati disponibili, i costi ambientali (impatto su animali e piante selvatiche, impollinatori, nemici naturali, pesci, ecc.) e sociali (avvelenamenti e malattie) dovuti all'uso dei fitofarmaci, raggiungono circa gli 8 miliardi di dollari all'anno (Pimentel, 1980). Ciò che preoccupa maggiormente è che il loro impiego è in crescita: in California, dal 1991 al 1995 l'impiego annuale di fitofarmaci è aumentato da 73 a 96 mila tonnellate di principio attivo. Tale incremento non è imputabile ad un'espansione delle superfici coltivate, in quanto nel periodo considerato esse sono rimaste invariate. Colture quali vite e fragola sono in gran parte responsabili di ciò: tra i fitofarmaci si annoverano molecole particolarmente tossiche e collegate allo sviluppo di tumori. In più, 540 specie di artropodi sono divenuti resistenti a più di 1.000 principi attivi differenti, fattore questo che rende questi ultimi inutili per il controllo chimico di dette specie (Bills *et al.*, 2003). Durante gli anni '90 l'impiego di principi attivi ai quali uno o più artropodi sono ora resistenti, è cresciuto del 38%, mentre le specie di artropodi resistenti ad una o più molecole sono aumentate del 7%.

La presenza di fitofarmaci nelle falde acquifere, nelle acque superficiali nonché nell'acqua potabile, è in preoccupante crescita e rappresenta un effetto collaterale sull'ambiente dell'impiego di queste sostanze. I fertilizzanti, dal canto loro, vengono sempre elogiati per la loro forte associazione con l'incremento temporaneo della produzione agricola osservato in molti paesi. Le medie nazionali della quantità di azoto distribuita sui seminativi oscillano perlopiù fra i 120 ed i 550 kg di N/ha. Ma le rese abbondanti, attribuibili almeno in parte all'uso dei fertilizzanti chimici, hanno dei costi associati e spesso nascosti. Vi sono due motivi essenziali per cui i fertilizzanti chimici inquinano l'ambiente: il primo è che se ne fa un uso eccessivo, il secondo è che le colture li utilizzano in maniera poco efficiente. Il fertilizzante che non viene assorbito dalla coltura, finisce nell'ambiente, principalmente nelle acque superficiali e in quelle sotterranee. La contaminazione da nitrati delle falde acquifere è diffusa e pericolosamente elevata in molte zone rurali del pianeta. Negli Stati Uniti si stima che più del 25% dei pozzi di acqua potabile contengano livelli di azoto superiori al livello

1. Crisi ecologica dell'agricoltura moderna

di sicurezza pari a 45 parti per milione (Conway e Pretty, 1991). Tali livelli di azoto sono pericolosi per la salute umana. Ci sono infatti studi che hanno collegato l'ingestione di azoto alla metaemoglobinemia infantile e a tumori dello stomaco, della vescica e dell'esofago negli adulti (Conway e Pretty, 1991).

Gli elementi nutritivi presenti nei fertilizzanti, una volta arrivati nelle acque superficiali (fiumi, laghi, baie, ecc.), possono promuovere l'eutrofizzazione. Questo fenomeno è caratterizzato dall'iniziale esplosione demografica delle alghe fotosintetizzanti. La proliferazione di queste alghe rende l'acqua di un colore verde intenso ed impedisce alla luce di penetrare sotto gli strati superficiali, provocando la morte delle piante che vivono sul fondo. Tale vegetazione morta funge da alimento per altri microrganismi acquatici, che presto esauriranno l'ossigeno contenuto nell'acqua, inibendo la decomposizione dei residui organici che si accumulano sul fondale. Alla fine, tale arricchimento di elementi nutritivi negli ecosistemi d'acqua dolce conduce alla distruzione di tutta la vita animale negli stessi. Si stima che negli Stati Uniti circa il 50-70% di tutti gli elementi nutritivi che raggiungono le acque superficiali derivi dai fertilizzanti i quali possono anche trasformarsi in sostanze inquinanti dell'aria e recentemente sono stati implicati nella distruzione dello strato di ozono e nel riscaldamento globale. Il loro uso eccessivo inoltre è stato collegato all'acidificazione e/o salinizzazione del terreno e ad una più alta incidenza di malattie e fitofagi, mediata da cambiamenti nutrizionali indotti dai fertilizzanti stessi nelle piante coltivate.

È chiaro quindi che questa prima ondata di problemi ambientali ha radici profonde in un sistema socioeconomico prevalente che promuove le monoculture e l'uso di tecnologie ad input elevato e di pratiche agricole che portano al degrado delle risorse naturali. Tale degrado non è soltanto un processo ecologico, ma anche sociale e politico-economico. Ecco perché il problema della produzione agricola non può essere considerato soltanto come tecnologico. Infatti, mentre si riconosce che le questioni di produttività sono parte del problema, è fondamentale porre attenzione alle questioni sociali, culturali ed economiche che sono alla base della crisi. Ciò è particolarmente vero oggi, poiché l'agroindustria esercita un dominio politico ed economico quasi incontrastato sulle agende di sviluppo rurale, a scapito degli interessi dei consumatori, degli agricoltori, delle piccole aziende a conduzione familiare, della flora e fauna selvatiche, dell'ambiente e delle comunità rurali.

1.6 La seconda ondata di problemi ambientali

Malgrado vi sia una maggiore consapevolezza degli effetti delle tecnologie moderne sull'ambiente, grazie al fatto che sappiamo come i fitofarmaci passino attraverso la catena alimentare e come i fertilizzanti possano inquinare le falde acquifere e le acque superficiali, c'è ancora chi, di fronte alle sfide del XXI secolo, si dice favorevole ad un'ulteriore intensificazione dell'agricoltura per fare fronte alle richieste di produzione agricola. È in questo contesto che i sostenitori dell'agricoltura "status-quo" celebrano l'avvento delle biotecnologie moderne come l'evento che rivoluzionerà l'agricoltura con prodotti basati su metodi propri della natura stessa, rendendo l'agricoltura meno dannosa per l'ambiente e più redditizia per l'agricoltore. Va detto che certe forme di biotecnologia non-trasformativa sono promettenti in termini di miglioramento dell'attività agricola. Tuttavia, dato l'attuale orientamento di questa tecnologia ed il fatto che essa è controllata da aziende multinazionali, essa si presenta piuttosto come fonte di pericoli per l'ambiente, derivanti da un'ulteriore industrializzazione dell'agricoltura e da un'eccessiva intrusione dell'interesse privato in settori di ricerca di interesse pubblico.

Per ironia della sorte, questa "biorivoluzione" viene portata avanti dagli stessi interessi (Monsanto, Novartis, DuPont, ecc.) che avevano promosso la prima ondata di agricoltura basata sugli agrochimici. Questa volta ogni coltura viene dotata di nuovi "geni insetticidi" e si promette l'avvento di fitofarmaci più sicuri, insieme ad un'agricoltura meno dipendente dalla chimica e più sostenibile. Malgrado ciò, siccome le colture transgeniche seguono lo stesso paradigma tecnologico dei fitofarmaci, tali prodotti biotecnologici non faranno altro che rinforzare il circolo vizioso instaurato dai fitofarmaci negli agroecosistemi, legittimando in tal modo le preoccupazioni che molti scienziati hanno espresso riguardo i potenziali rischi ambientali legati all'impiego in agricoltura di organismi transgenici.

Per ora, indagini di campo e previsioni basate sulla teoria ecologica indicano che i principali rischi ambientali legati all'utilizzo di colture geneticamente modificate possono essere sintetizzati come segue (Rissler e Mellon, 1996; Marvier, 2001):

- Le aziende multinazionali tendono a creare vasti mercati internazionali per un singolo prodotto, determinando i presupposti per l'uniformità genetica dei paesaggi rurali. La storia ha indicato ripetutamente che un'ampia superficie investita ad

una singola cultivar è molto suscettibile a nuovi patogeni o fitofagi.

- La diffusione delle colture transgeniche minaccia la diversità genetica della coltura, poiché riduce la complessità dei sistemi di coltivazione e determina erosione genetica.
- È possibile il trasferimento non intenzionale di “transgeni” a piante botanicamente affini, con effetti ecologici imprevedibili. Il trasferimento di geni da piante transgeniche resistenti ai diserbanti verso piante affini spontanee o semidomestiche, può condurre alla creazione di super-malerbe.
- Molto probabilmente gli insetti fitofagi svilupperanno rapidamente resistenza alle colture in grado di sintetizzare la tossina ad azione insetticida del batterio *Bacillus thuringiensis* (Bt). Sono già state segnalate parecchie specie di Lepidotteri con resistenza alla tossina del Bt, sia in campo che in prove di laboratorio, e ciò indica che, in futuro, con queste colture si avranno, verosimilmente, grossi problemi di resistenza: con l’espressione continua della tossina si crea una forte pressione di selezione.
- L’uso massiccio della tossina del Bt nelle colture può avere interazioni negative con i processi ecologici e gli organismi utili. Studi effettuati in Scozia suggeriscono che gli afidi sono in grado di sequestrare la tossina delle colture Bt e di trasferirla ai loro predatori coccinellidi, influenzando negativamente riproduzione e longevità di queste utili coccinelle.
- Tramite i residui della coltura, le tossine del Bt possono anche essere incorporate nel terreno, dove rimangono intatte fino a 2-3 mesi, poiché resistono alla degradazione per mezzo di legami con le argille, pur conservando la loro tossicità: in tal modo le tossine influenzano negativamente gli invertebrati presenti nel terreno ed il riciclo degli elementi nutritivi.
- Un rischio potenziale delle piante transgeniche che esprimono sequenze virali deriva dalla possibilità che si formino nuovi genotipi virali dalla ricombinazione fra RNA genomico del virus infettante e RNA trascritto dal “transgene”.
- Un altro importante rischio per l’ambiente legato alla coltivazione su vasta scala di piante modificate con geni di provenienza virale, è il possibile trasferimento mediante polline di questi “transgeni” virali in piante spontanee botanicamente affini alla coltura.

Anche se ci sono molte domande senza risposta sui possibili effetti del rilascio di piante e microrganismi transgenici nell’ambiente, è prevedibile che questa biotecnologia aggraverà i problemi dell’agricoltu-

ra convenzionale ed inoltre, promuovendo le monoculture, minaccerà i sistemi di coltivazione basati su principi ecologici, quali le rotazioni e le policolture. Sviluppate per il controllo di organismi dannosi, le colture transgeniche danno risalto all’uso di un singolo meccanismo di controllo; approccio dimostrato ripetutamente fallimentare con insetti, patogeni e malerbe. È quindi probabile che le colture transgeniche non faranno che incrementare l’uso dei fitofarmaci ed accelerare lo sviluppo di “super-malerbe” e ceppi di fitofagi resistenti. Queste prospettive sono particolarmente preoccupanti se si considera che durante il periodo 1986-97 sono state condotte a livello mondiale circa 25.000 sperimentazioni di campo su colture transgeniche, riguardanti più di 60 colture e 10 caratteri, in 45 paesi diversi. L’industria delle biotecnologie ed i suoi partner di ricerca hanno celebrato nel 2004 il nono anno consecutivo di espansione della superficie a colture transgeniche; espansione avvenuta al ragguardevole tasso del 20% rispetto al 15% del 2003. Sempre nel 2004, la superficie complessiva investita a colture transgeniche era stimata in 81,0 milioni di ettari distribuiti tra 22 nazioni, anche se la maggior parte di queste colture si trova negli Stati Uniti, in Canada ed in Argentina.

Nella maggioranza delle nazioni, le misure di sicurezza atte a controllare il rilascio delle colture transgeniche nell’ambiente non esistono oppure sono inadeguate alla valutazione dei rischi ecologici. Nei paesi industrializzati dal 1986 al 1992 il 57% di tutti gli studi di campo effettuati sulle colture transgeniche hanno riguardato la tolleranza ai diserbanti; pioniere del settore sono state 27 società di capitale, comprese le 8 più grandi aziende produttrici di fitofarmaci al mondo. Così, man mano che il Roundup ed altri erbicidi ad ampio spettro vengono impiegati in zone agricole sempre più ampie, le possibilità di effettuare un’agricoltura diversificata saranno sempre più limitate.

1.7 Che impatto possono avere le colture transgeniche sulle piccole aziende agrarie dei paesi in via di sviluppo?

Ci si è chiesti con preoccupazione se l’introduzione delle colture transgeniche nei loro areali d’origine, caratterizzati da notevole diversificazione colturale, possa comportare un fenomeno di erosione genetica simile o peggiore a quello prodotto dalle VM nei confronti delle varietà locali e delle specie spontanee botanicamente affini a queste ultime, andando

1. Crisi ecologica dell'agricoltura moderna

quindi ad incidere negativamente anche sul tessuto culturale delle comunità del luogo. Tale dibattito è scaturito da un controverso articolo apparso su "Nature" a proposito della presenza di DNA transgenico nelle varietà autoctone di mais coltivate in regioni montane remote nei pressi di Oaxaca, in Messico (Quist e Chapela, 2001). Anche se è molto probabile che l'introduzione delle colture transgeniche accelererà ulteriormente la perdita di diversità genetica e di sapere e cultura locali attraverso meccanismi simili a quelli della Rivoluzione Verde, i due fenomeni differiscono sostanzialmente quanto alla magnitudine del rispettivo impatto. La Rivoluzione Verde ha incrementato la velocità alla quale le varietà tradizionali vengono sostituite da quelle moderne, senza per questo incidere sull'integrità genetica delle prime. L'erosione genetica comporta sì perdita di varietà tradizionali, ma può essere rallentata e persino fermata mediante la conservazione *in situ*, la quale è in grado di preservare non solo dette varietà e le specie spontanee ad esse affini, ma anche le relazioni agroecologiche e culturali caratterizzanti l'evoluzione e la gestione di una coltura in una determinata località. Gli esempi di conservazione *in situ* ben riusciti sono ampiamente documentati.

Invece, l'introduzione delle colture transgeniche in zone caratterizzate da elevata biodiversità comporta il trasferimento di caratteristiche delle varietà transgeniche nelle varietà tradizionali dei piccoli agricoltori e questo potrebbe intaccare la naturale sostenibilità di queste ultime. Molti fautori delle biotecnologie agricole ritengono che il flusso genico accidentale proveniente da mais transgenico non sia in grado di compromettere la biodiversità del mais (e quindi anche i relativi sistemi di conoscenze e pratiche agricole, nonché i processi ecologici ed evolutivi che tali sistemi implicano) e non sia più pericoloso dell'impollinazione incrociata con il mais convenzionale (non transgenico). Alcuni ricercatori afferenti all'industria biotecnologica sono infatti convinti che il DNA proveniente da mais transgenico non dovrebbe costituire un vantaggio evolutivo e che, se anche tali transgeni dovessero persistere, essi potrebbero dimostrarsi vantaggiosi sia per gli agricoltori messicani che per la biodiversità culturale. Ma ora si pone una questione fondamentale: è possibile che le piante transgeniche, oltre ad aumentare le rese, possano allo stesso tempo essere resistenti a fitofagi ed erbicidi, nonché possedere adattabilità ai notevoli fattori di stress così comuni nelle zone caratterizzate da agricoltura di sussistenza? La termodinamica ci dice di no: i caratteri importanti per l'agricoltura di sussistenza (resistenza alla siccità, qualità alimentare o foraggera, epoca di maturazione, competitività, resa in consociazione, attitudine

alla conservazione, proprietà sensoriali e culinarie, compatibilità con la forza lavoro disponibile, ecc.) potrebbero andare perduti in cambio di quelli transgenici, magari non altrettanto importanti per gli agricoltori (Jordan, 2001). Lo scenario si fa così più rischioso e gli agricoltori perdono sia la capacità di adattarsi ad ambienti caratterizzati da mutevoli condizioni biofisiche, sia la possibilità di ottenere rese relativamente stabili quasi senza input esterni, a scapito della sicurezza alimentare delle loro comunità.

Gran parte dei ricercatori concorda sul fatto che mais e teosinte (un progenitore del mais) siano interfertili: il loro incrocio costituirebbe un problema se tali ibridi tra coltura e progenitore spontaneo acquisissero tolleranza ai fitofagi (Ellstrand, 2001). Detti ibridi potrebbero diventare temibili malerbe che complicherebbero la vita agli agricoltori oltre a sopprimere le specie affini spontanee mediante competizione. Un problema ulteriore è che il flusso genico dalla coltura alle piante affini può causare l'estinzione di piante spontanee dovuta a "inondazione genetica" e depressione da outbreeding (Stabinsky e Sarno, 2001).

L'impatto della contaminazione transgenica dei genotipi locali può andare oltre i mutamenti di fitness da introgressione riscontrabili in colture autoctone e specie spontanee affini. L'introduzione di colture transgeniche potrebbe incidere anche sulla stabilità delle comunità di insetti degli agroecosistemi tradizionali. È noto infatti che il mais transgenico che esprime la tossina insetticida del batterio *Bacillus thuringiensis* (Bt) può avere effetti negativi sui nemici naturali dei fitofagi, poiché tale tossina passa ai livelli trofici superiori. La possibilità della tossina Bt di muoversi attraverso le catene alimentari degli insetti costituisce così una grave minaccia per il controllo biologico naturale nei campi coltivati. Studi recenti hanno evidenziato che la tossina Bt può recare danno ad insetti che predano fitofagi del mais transgenico che esprime la tossina. Ricercatori svizzeri hanno osservato che la mortalità totale media di larve di Crisopa (*Chrysopidae*) allevate su preda che aveva ingerito la tossina Bt era del 67%, contro il 37% di quelle allevate su preda senza tossina. Le larve di Crisopidi allevate con prede intossicate mostravano anche uno sviluppo rallentato durante gli stadi preimmaginali (Hilbeck *et al.*, 1998).

Queste osservazioni destano preoccupazione soprattutto nel contesto della piccola agricoltura, poiché essa per il controllo degli insetti fitofagi si affida al ricco complesso di predatori e parassitoidi associati ai sistemi di coltivazione misti che la caratterizzano (Altieri, 1994). Il fatto che gli effetti della tossina Bt possano estendersi a livelli trofici superiori a quello

dei fitofagi, costituisce in questo senso un elemento da considerare con attenzione, poiché esso è potenzialmente in grado di impedire il controllo naturale dei fitofagi. I predatori polifagi, muovendosi per l'intera stagione vegetativa dentro e tra le diverse colture di sistemi misti soggetti ad inquinamento transgenico, incontreranno di sicuro delle prede non bersaglio della tossina Bt (e quindi non suscettibili) contenenti la tossina stessa. Pertanto, il malfunzionamento dei meccanismi di controllo biologico naturale potrebbe aumentare le perdite di produzione dovute a fitofagi o indurre gli agricoltori ad un maggiore impiego di fitofarmaci, con ovvie conseguenze su salute ed ambiente.

Peraltro, le conseguenze negative per l'ambiente non si limitano a colture ed insetti. Le tossine Bt possono arrivare nel terreno quando i residui della coltura transgenica vengono interrati con l'aratura successiva al raccolto: esse possono rimanere nel terreno per due o tre mesi, poiché sono in grado di resistere alla degradazione legandosi ad argille ed acidi umici, pur mantenendo la propria tossicità. Così, a partire da residui colturali delle colture transgeniche, tossine Bt dotate di attività biologica si accumulano nel terreno dove possono influenzare negativamente gli invertebrati ed i processi di riciclo delle sostanze nutritive che essi promuovono. Per gli agricoltori che non possono permettersi i costosi fertilizzanti di sintesi, non è una bella notizia che la tossina Bt mantenga le sue proprietà insetticide nel terreno dove è protetta dai processi degradativi, rimanendo in tal modo inalterata per almeno 234 giorni in diversi tipi di suolo. Tali agricoltori affidano infatti il mantenimento della fertilità del terreno a residui colturali, sostanza organica e microrganismi del suolo (diverse specie chiave di invertebrati, funghi e batteri), e questi ultimi possono essere danneggiati dalla presenza della tossina. La perdita dei servizi ecosistemici forniti dai microrganismi del terreno renderebbe gli agricoltori di cui sopra totalmente dipendenti dai fertilizzanti di sintesi, con gravi implicazioni di ordine economico (Altieri, 2000).

1.8 Costruire baluardi contro l'omogeneizzazione transgenica

Nella realtà odierna improntata alla globalizzazione, la modernizzazione tecnologica delle piccole aziende agricole mediante monoculture, nuove varietà coltivate e input agrochimici, è percepita come requisito indispensabile per incrementare rese, produttività del lavoro e reddito aziendale. Man mano

che l'economia agricola di sussistenza si trasforma orientandosi sempre più al mercato, in molte società rurali la perdita di biodiversità avanza a ritmi allarmanti. Mentre i contadini stringono legami diretti con l'economia di mercato, le forze economiche favoriscono in maniera sempre più accentuata modalità produttive caratterizzate da uniformità genetica delle colture e pacchetti tecnologici che includono la meccanizzazione e/o agrochimici. Parallelamente all'adozione di nuove varietà, le colture locali e le specie spontanee botanicamente affini vengono progressivamente abbandonate, divenendo relitti biologici o andando incontro ad estinzione. Il fenomeno della perdita di varietà locali è tuttavia molto più accentuato in zone di pianura vicino a centri abitati e mercati, rispetto ad aree meno accessibili (Brush, 1986). In certe zone, inoltre, la scarsa disponibilità di terra (indotta principalmente da una cattiva distribuzione) ha imposto cambiamenti nella destinazione d'uso e nelle pratiche colturali. Ciò ha comportato la scomparsa di habitat a vegetazione spontanea utile, ivi compresi i progenitori e le forme spontanee delle specie coltivate (Altieri *et al.*, 1987). La situazione non può che peggiorare con l'avvento di un'agricoltura basata sulle biotecnologie moderne: sviluppo e commercializzazione di queste ultime sono infatti andati di pari passo con concentrazione della proprietà, controllo da parte di un ristretto numero di società di capitale e ridotta presenza del settore pubblico nella ricerca e nell'assistenza tecnica alle comunità rurali (Jordan, 2001). L'impatto sociale di un calo locale delle rese, dovuto all'uniformità genetica o all'inquinamento genetico delle varietà locali, può essere notevole nelle aree marginali dei paesi in via di sviluppo. Alla periferia estrema, infatti, un calo di resa si traduce nel perpetuarsi di degrado ecologico, povertà e persino carestia. Ed è proprio in simili condizioni di fallimento sistemico del mercato e mancanza di assistenza pubblica che le comunità rurali dovrebbero avere accesso ad abilità e risorse associate alla diversità biologica, in maniera da riuscire a mantenere in vita o recuperare i propri processi produttivi.

La diversificazione dei sistemi agricoli e del materiale genetico conferisce un elevato livello di tolleranza a condizioni socioeconomiche ed ambientali mutevoli, risultando perciò particolarmente preziosa per contadini poveri di risorse, giacché i sistemi diversificati sono capaci di tamponare mutamenti di origine naturale o umana nelle condizioni produttive (Altieri, 1995).

Le comunità rurali che versano in condizioni di povertà devono mantenere agroecosistemi a basso rischio che siano progettati innanzitutto per garantire la sicurezza alimentare locale. Perciò, gli agri-

1. Crisi ecologica dell'agricoltura moderna

coltori che si trovano in aree marginali devono continuare a produrre cibo per le proprie comunità in assenza di input moderni, e tale obiettivo può essere raggiunto conservando *in situ* una biodiversità ecologicamente integra ed adattata alle condizioni locali. A tal fine, sarà necessario mantenere dei pool di materiale genetico diversificato, geograficamente isolati da ogni possibilità di incrocio o inquinamento genetico da parte di colture transgeniche uniformi. Tali isole di germoplasma tradizionale inserite in paesaggi agroecologici ben determinati, fungeranno così da baluardi contro il fallimento ecologico derivante dall'imposizione di una seconda rivoluzione verde alle aree agricole marginali.

Un modo per isolare le varietà tradizionali dal contatto con le colture transgeniche è bandire a livello nazionale sperimentazione in campo e commercializzazione delle colture transgeniche. Ma questo può non essere sufficiente, poiché molti paesi in via di sviluppo ricevono aiuti alimentari che sono una fonte di ingresso primaria di semente transgenica. Nel 2001, ad esempio, gli Stati Uniti donarono 500 mila tonnellate di mais e derivati per programmi di aiuto internazionali, e l'allora presidente Clinton stanziò 300 milioni di dollari americani per un programma chiamato "Cibo Globale per l'Educazione", con i quali 680 mila tonnellate di eccedenze di soia, mais, grano e riso sarebbero poi state esportate in America Latina, Africa, Asia e Europa Orientale.

1.9 Impatto della soia resistente al Roundup in Brasile ed Argentina

L'espansione delle superfici investite a soia in Argentina e Brasile è imputabile ai prezzi, al supporto di governo ed agroindustria, nonché alla domanda da parte di paesi importatori, in particolare la Cina; quest'ultima rappresenta il maggiore importatore di soia e derivati a livello mondiale: un mercato che incoraggia una rapida proliferazione della coltura. L'espansione delle superfici a soia è accompagnata dall'allestimento di poderose infrastrutture di trasporto, le quali innescano a loro volta una catena di eventi che sfociano nella distruzione di habitat naturali su vaste zone, senza contare la deforestazione causata direttamente dalla messa a coltura della soia. In Brasile, i profitti prospettati dalla soia hanno giustificato il miglioramento o la costruzione di 8 corsi d'acqua navigabili, 3 linee ferroviarie e un'ampia rete stradale necessaria a fornire gli input e prelevare il prodotto. Tutto ciò ha attratto investimenti privati in attività di disboscamento, estrazio-

ne e allevamento al pascolo, che producono gravi danni alla biodiversità ma che nessuna valutazione di impatto ambientale tiene mai in considerazione (Feranside, 2001). In Argentina l'agglomerato industriale per la trasformazione della soia in olio e farina di estrazione è situato nella regione Rosario sul fiume Parana e costituisce il più grande impianto di trasformazione della soia al mondo, con tutto ciò che questo comporta in termini di infrastrutture e impatto ambientale (Pengue, 2005).

1.9.1 Deforestazione

In Brasile la superficie investita a soia è cresciuta al tasso del 3,2% l'anno ed oggi tale coltura è la più estesa a livello nazionale, con il 21% della superficie coltivata totale che è cresciuta di 2,3 milioni di ettari dal 1995, alla media di 320 mila ettari l'anno; rispetto al 1961, inoltre, essa è aumentata di 57 volte mentre il volume della produzione si è accresciuto di 138 volte (Feranside, 2001). In Paraguay più del 25% della superficie agraria è coltivata a soia ed in Argentina tale coltura nel 2000 ha sfiorato i 15 milioni di ettari, con una produzione di 38,3 milioni di tonnellate. Il dramma di questa espansione si consuma a spese di foreste ed altri habitat naturali. Mentre in Paraguay è in corso il taglio di gran parte della foresta atlantica (Jason, 2004), in Argentina gli ettari di foresta abbattuta per far posto alla soia ammontano a 118 mila nello stato di Chaco, circa 160 mila nello stato di Salta ed un record di 223 mila nello stato di Santiago del Estero. In Brasile il Cerrado e le savane subiscono l'attacco incessante dell'aratro a ritmi elevati (Pengue, 2005).

1.9.2 Degrado del terreno

La coltivazione della soia ha sempre comportato erosione del suolo, specialmente in aree dove questa coltura non è inserita in ampie rotazioni. La perdita di suolo raggiunge infatti una media di 16 t/ha nella parte centro-occidentale degli Stati Uniti, tasso già non sostenibile, mentre si stima che in Brasile ed Argentina la perdita media di terreno oscilla tra le 19 e le 30 t/ha in base a gestione del suolo, pendenza e clima. È vero che le tecniche di non lavorazione associate alla soia transgenica possono ridurre la perdita di suolo, ma attualmente tale coltura è spesso coltivata in zone altamente soggette all'erosione. Gli agricoltori hanno la falsa convinzione che applicando sistemi di non lavorazione si possa evitare l'erosione. La ricerca ha però dimostrato che, nonostante una migliore copertura del suolo, l'erosione e i danni alla struttura possono essere ancora notevoli in terreni particolarmente soggetti all'erosione (Pengue, 2005).

Le monoculture di soia su vasta scala hanno reso i terreni amazzonici inutilizzabili. In aree caratterizzate da terreni poveri, infatti, dopo solo due anni di coltivazione sono necessarie elevate somministrazioni di fertilizzanti e calce. In Bolivia la coltivazione della soia si sta espandendo verso est e molte di queste nuove aree messe a coltura soffrono già di un eccessivo compattamento associato ad un grave degrado del suolo (Jason, 2001).

1.10 Una strategia alternativa: l'agroecologia

1.10.1 Iniziative agroecologiche nel Terzo Mondo

Sin dai primi anni '80, organizzazioni non governative (ONG) hanno promosso centinaia di progetti d'ispirazione agroecologica che univano elementi dei saperi tradizionali alle moderne scienze agrarie. Molti di questi progetti riguardano sistemi di coltivazione rispettosi delle risorse ma anche altamente produttivi, quali policolture, agroselvicultura e sistemi integrati colture-allevamenti. Approcci alternativi come quelli appena citati vengono comunemente descritti come tecnologie a basso input, ma ciò si riferisce solo alla richiesta di input esterni. In termini di lavoro, abilità e gestione, l'input richiesto per incrementare la produttività della terra e degli altri fattori è invece considerevole. Quindi, anziché focalizzare l'attenzione su ciò che non viene impiegato in tali sistemi, sarebbe più appropriato concentrarsi su ciò che è più importante per aumentarne l'output alimentare, ossia lavoro, conoscenza e gestione (Uphoff e Altieri, 1999).

Gli approcci agroecologici alternativi si basano sul massimo utilizzo possibile delle risorse locali, anche se il ricorso ad input esterni non viene escluso a priori. Nondimeno, gli agricoltori non possono trarre giovamento da tecnologie che non siano disponibili, a buon mercato o idonee alle loro condizioni. In questo senso, gli input che vengono acquistati comportano problematiche e rischi particolari per gli agricoltori che operano in condizioni di maggiore incertezza, specialmente laddove la fornitura degli input ed il credito necessario per acquistarli siano inadeguati.

Dall'analisi di dozzine di progetti agroecologici promossi da ONG emerge in maniera convincente che i sistemi agroecologici non sono relegati a bassi output produttivi, come a volte si è affermato in maniera critica. Incrementi di produzione che vanno dal 50 al 100% sono piuttosto comuni nella maggior parte delle metodologie produttive alternative. In alcuni di detti sistemi, la resa delle colture più

importanti per la sicurezza alimentare (come riso, fagioli, mais, cassava, patata, orzo) è aumentata di diverse volte. Un simile processo innovativo fa leva su lavoro e know-how più che sull'acquisto di input costosi, capitalizzando su meccanismi di intensificazione e sinergia.

In una recente analisi riguardante 208 progetti e/o iniziative basati su principi agroecologici, Pretty e Hine (2000) hanno documentato un chiaro incremento della produzione alimentare su un'area di circa 29 milioni di ettari, dove quasi 9 milioni di famiglie contadine hanno beneficiato di una maggiore varietà e sicurezza alimentare. La promozione di pratiche agricole sostenibili ha determinato aumenti tra il 50 ed il 100% della produzione alimentare per ettaro (circa 1,71 tonnellate l'anno per nucleo familiare) sul seminativo asciutto tipico delle piccole aziende poste in ambienti marginali; tutto ciò si riferisce ad una superficie di 3,58 milioni di ettari coltivata da circa 4,42 milioni di agricoltori. Simili incrementi di resa sono davvero una svolta in termini di sicurezza alimentare per agricoltori isolati dalle istituzioni agricole più eminenti.

Ma ancor più che le singole rese, gli interventi agroecologici aumentano in maniera significativa la produzione totale mediante la diversificazione dei sistemi agricoli, come nel caso dell'allevamento di pesci nelle risaie, della consociazione delle colture erbacee con quelle arboree o dell'inserimento dell'allevamento di capre o polli nell'attività familiare. Gli approcci agroecologici aumentano inoltre la stabilità produttiva, come è evidente dalla riduzione dei coefficienti di variazione delle rese in conseguenza di una migliore gestione di terreno e acqua (Francio, 1988). Dati provenienti da prove di campo agroecologiche indicano che le combinazioni tradizionali di colture e animali si prestano spesso ad un adattamento finalizzato all'incremento produttivo, a condizione di un miglioramento della struttura biologica dell'azienda e di un uso efficiente delle risorse locali e del lavoro (Altieri, 1999). In definitiva i dati indicano che nei sistemi agroecologici la produzione totale per unità di superficie è più stabile nel tempo rispetto a sistemi caratterizzati da input elevati, ed inoltre il rendimento economico è favorevole e la remunerazione del lavoro e degli altri fattori assicura condizioni di vita accettabili per i piccoli agricoltori e le loro famiglie. Detti sistemi, infine, garantiscono la protezione del suolo e la promozione della biodiversità.

1.10.2 Agricoltura biologica

L'agricoltura biologica viene praticata in quasi tutte le nazioni e cresce la porzione di superficie coltiva-

1. Crisi ecologica dell'agricoltura moderna

ta e di aziende agrarie ad essa ascrivibili. A livello mondiale la superficie totale ad agricoltura biologica è superiore ai 24 milioni di ettari. La maggior parte di questa superficie si trova in Australia/Oceania (42%), alla quale seguono l'America Latina (24,2%) e l'Europa (23%): come si può notare, gran parte della superficie ad agricoltura biologica è concentrata in Oceania ed America Latina, ma questo è dovuto ai sistemi di allevamento biologici estensivi che dominano in Australia (circa 10 milioni di ettari) ed in Argentina (circa 3 milioni di ettari). Europa ed America Latina hanno invece il numero più elevato di aziende biologiche. È infine il caso di ricordare che anche in Asia e in Africa l'agricoltura biologica è in crescita e che entrambe le regioni sono caratterizzate da piccole aziende.

In Europa l'agricoltura biologica sta crescendo rapidamente. In Italia, ad esempio, ci sono circa 56 mila aziende biologiche che occupano 1,2 milioni di ettari; in Germania, poi, ce ne sono circa 8 mila che insistono sul 2% della superficie coltivabile, mentre in Austria le circa 20 mila aziende biologiche presenti forniscono il 10% della produzione agricola nazionale. In Gran Bretagna, inoltre, il mercato del biologico cresce ad un tasso annuo del 30-50%.

La ricerca ha dimostrato che le aziende biologiche, pur non utilizzando agrochimici, possono essere produttive come quelle convenzionali: esse infatti consumano meno energia e conservano suolo ed acqua. Prove convincenti indicano che mediante metodi biologici è possibile produrre cibo a sufficienza per tutti e continuare a farlo di generazione in generazione, senza intaccare le risorse naturali o danneggiare l'ambiente. Nel 1989 il National Research Council ha redatto casi di studio su otto aziende biologiche che andavano da un'azienda ad indirizzo zootecnico-cerealicolo di circa 160 ettari nell'Ohio, fino ad un'azienda viticola di circa 560 ettari in California. Le rese medie delle aziende biologiche risultavano in genere pari o superiori a quelle delle aziende convenzionali intensive circostanti, fornendo un'ulteriore prova che esse sono economicamente valide anche senza input sintetici costosi (National Research Council, 1984).

Di sicuro interesse risultano recenti studi a lungo termine come il Farming Systems Trial condotto presso il Rodale Institute, un centro di ricerca senza fini di lucro sito nelle vicinanze di Kutztown in Pennsylvania. Tale studio ha confrontato tre tipi di parcelle sperimentali per circa due decenni. Il primo tipo era l'ordinaria rotazione intensiva mais-soia dove venivano impiegati fertilizzanti e fitofarmaci disponibili in commercio. Il secondo tipo era un sistema biologico dove la rotazione prevedeva anche graminacee e leguminose foraggere: il forag-

gio prodotto era utilizzato per alimentare bovini, il cui letame veniva poi restituito alla terra. Il terzo tipo era anch'esso un sistema biologico dove però la fertilità del suolo veniva mantenuta solo mediante colture leguminose di copertura incorporate nel terreno con l'aratura. Al termine della prova, i tre tipi di parcelle risultarono ugualmente redditizi sul piano economico. Gli scarti tra le rese del mais nei tre trattamenti erano infatti inferiori all'1%. La rotazione che prevedeva apporto di letame, sorpassava di gran lunga le altre come miglioratrice della fertilità organica ed azotata, e mostrava anche una minor lisciviazione di elementi nutritivi in falda acquifera. Il decennio compreso tra il 1988 ed il 1998 ha fatto registrare 5 annate con meno di 350 mm di pioggia, ben al di sotto dei 500 mm di media della località. In quegli anni di siccità la resa media del mais nelle parcelle biologiche fu significativamente più elevata (del 28 e del 34%) che in quelle convenzionali: 6.938 kg/ha nel sistema biologico letamato e 7.235 kg/ha in quello biologico sovesciato, rispetto ai 5.333 kg/ha del sistema convenzionale. Inoltre, durante la grave siccità del 1999 (224 mm di pioggia tra aprile e agosto) la produzione di mais fu significativamente maggiore nel sistema biologico letamato (1.511 kg/ha) rispetto sia a quello biologico sovesciato (421 kg/ha) che a quello convenzionale (1.100 kg/ha). In quell'anno le rese del sistema biologico sovesciato furono così basse poiché la coltura di copertura invernale di veccia aveva consumato molta dell'acqua immagazzinata nel terreno. Sempre durante la siccità del 1999, nei sistemi letamato, sovesciato e convenzionale le rese della soia furono rispettivamente di 1.400, 1.800 e 900 kg/ha. Confrontando dal punto di vista economico le rotazioni biologiche comprendenti mais e soia con il sistema mais-soia convenzionale, emerge che il reddito netto annuo fu simile se si escludono gli incentivi per la rotazione biologica: 184 dollari/ha per il sistema convenzionale e 176 dollari/ha per quello biologico sovesciato (Pimentel *et al.*, 2005).

Nella stazione sperimentale inglese di Rothamsted (conosciuta anche come Institute of Arable Crops Research) è stato eseguito uno studio sulle colture biologiche lungo 150 anni, probabilmente il più lungo mai effettuato. Tale studio riferisce che nelle parcelle biologiche letamate la resa del grano era di 1,58 t/ha, contro le 1,55 t/ha nelle parcelle concimate con fertilizzanti di sintesi. Anche se questa differenza appare modesta, va ricordato che le parcelle letamate contenevano una quantità di sostanza organica sei volte maggiore rispetto a quelle trattate con concimi di sintesi (Stanhill, 1990). I ricercatori europei del FiBL hanno studiato per

21 anni successivi le prestazioni agronomiche ed ecologiche dei sistemi di coltivazione biodinamico, biologico e convenzionale. Le rese dei due sistemi biologici risultavano inferiori del 20%, anche se la riduzione dell'impiego di fertilizzanti ed energia andava dal 31 al 53% e quella di fitofarmaci era del 98%. I ricercatori concludevano che il miglioramento della fertilità del terreno e la maggiore biodiversità osservati nelle parcelle biologiche, rendevano questi sistemi meno dipendenti dagli input esterni (Mader *et al.*, 2002).

Nel nord America ed in Europa i ricercatori hanno dimostrato in maniera convincente che mediante la progettazione di agroecosistemi diversificati orientati al mercato e l'uso di tecnologie a basso input, è possibile ottenere contemporaneamente un ambiente in salute, rese elevate, fertilità biologica del suolo e controllo naturale di fitofagi e malerbe (Altieri e Rosset, 1996). A tal proposito sono stati sottoposti ad indagine molti sistemi alternativi di coltivazione, quali colture intercalari, consociazione a strisce, colture di copertura e consociazione a file. Ma ancor più significativi della ricerca sono gli esempi concreti forniti dagli agricoltori, che dimostrano come tali sistemi alternativi siano caratterizzati da riciclo degli elementi nutritivi e turnover della sostanza organica ottimali, cicli energetici chiusi, conservazione di suolo ed acqua, e popolazioni di fitofagi e nemici naturali in equilibrio. Un'agricoltura biologica diversificata trae infatti pieno vantaggio dalla complementarità ecologica che emerge da appropriate combinazioni spaziali e temporali di colture erbacee, alberi, ed animali. Ad esempio, l'impianto di colture di copertura in vigneti e frutteti migliora la fertilità del terreno, la sua struttura e l'infiltrazione dell'acqua, oltre a prevenire l'erosione, modificare il microclima e ridurre la competizione da parte delle malerbe. Studi entomologici indicano inoltre che nei frutteti inerbiti l'incidenza degli insetti fitofagi è minore che nei frutteti con terreno lavorato. Ciò è dovuto alla ricca fioritura dell'inerbimento che favorisce una maggiore densità di popolazione ed efficienza di predatori e parassitoidi. La sfida sta nel modulare la biodiversità funzionale azienda per azienda, in maniera tale da avviare interazioni sinergiche che sostengano i processi dell'agroecosistema mediante fornitura di servizi ecologici quali l'attivazione della biologia del suolo, il riciclo degli elementi nutritivi, l'incremento numerico di predatori e parassitoidi, e così via. Per raggiungere questo obiettivo, oggi è disponibile una certa varietà di pratiche facilmente applicabili ad aziende agrarie piccole, medie e grandi.

1.11 Diffondere gli approcci alternativi all'agricoltura

Migliaia di iniziative agroecologiche disseminate nei paesi industrializzati e in via di sviluppo hanno dimostrato di poter incidere positivamente sulle condizioni di vita di comunità agricole caratterizzate da piccole aziende (Pretty, 1995). Il successo dipende in questi casi da una molteplicità di miglioramenti, come previsto dall'approccio agroecologico. Oltre alla diversificazione dell'azienda, tesa a favorire un utilizzo più efficiente delle risorse locali, dette iniziative si concentrano infatti anche sul miglioramento del capitale umano e sull'*empowerment* (maggiore possibilità di controllare attivamente la propria vita) della comunità, attraverso formazione e metodi partecipativi non disgiunti da un più ampio accesso a mercato, credito ed attività che generano reddito. In genere gli agricoltori che adottano modelli agroecologici riescono poi ad incrementare in maniera significativa sicurezza alimentare e conservazione delle risorse. Una volta preso atto di benefici e vantaggi delle iniziative suddette, diventa fondamentale trovare modalità idonee a diffonderle, in maniera che il loro impatto benefico raggiunga un numero maggiore di agricoltori.

La diffusione progressiva di nuove strategie deve far tesoro di meccanismi che facilitano il trasferimento di conoscenze teoriche e pratiche, quali ad esempio:

- Rafforzamento delle organizzazioni di produttori mediante promozione di canali alternativi di commercializzazione. In pratica, la promozione di mercati alternativi gestiti dagli agricoltori è utile come meccanismo per rendere economicamente vantaggioso l'approccio agroecologico, aprendo in tal modo la strada alla diffusione di quest'ultimo.
- Sviluppo di metodi per recuperare, catalogare e valutare tecnologie agroecologiche promettenti messe a punto da agricoltori innovatori, in maniera da farle conoscere ad altri agricoltori e da favorirne la disseminazione. Per diffondere tecnologie con notevole ricaduta potenziale, sarebbe opportuno predisporre scambi di visite tra gli agricoltori, conferenze regionali o nazionali ad essi riservate, nonché pubblicazione di manuali sulle tecnologie stesse, ad uso dei tecnici impegnati nei programmi di sviluppo agroecologico.
- Insegnamento dell'agroecologia presso enti pubblici di ricerca ed assistenza tecnica, cosicché essi possano improntare la propria azione ai principi di questa disciplina.

1. Crisi ecologica dell'agricoltura moderna

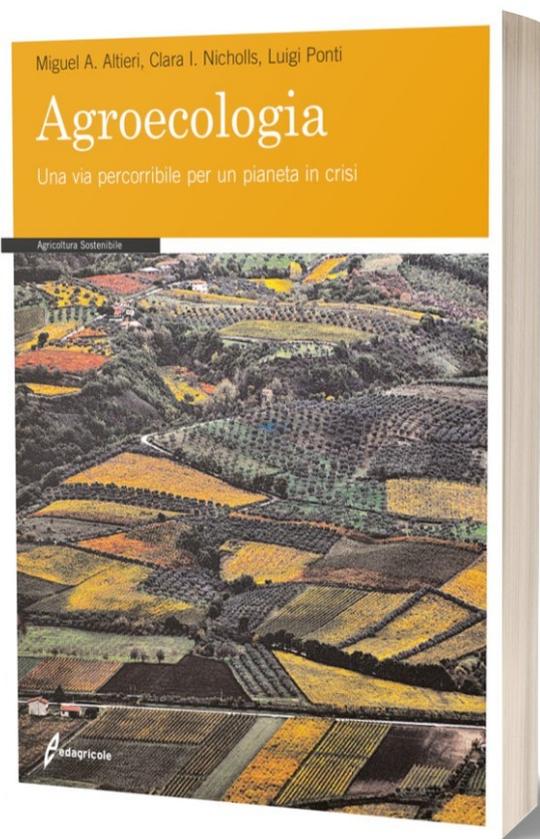
- Promozione della collaborazione tra ONG e organizzazioni di agricoltori. Questa alleanza tra tecnici ed agricoltori è un fattore chiave per diffondere sistemi di produzione agroecologica di successo basati sulla gestione della biodiversità e l'uso razionale delle risorse.

Altri elementi importanti nel processo di diffusione dell'innovazione agroecologica sono: rendere più efficienti le organizzazioni degli agricoltori, incentivare collaborazioni tra le istituzioni di ricerca e quelle di assistenza tecnica, ma anche attuare scambi e formazione, trasferire e convalidare le tecnologie nel contesto della comunità agricola, agevolare l'accesso dei piccoli agricoltori ai mercati di nicchia, e così via. In seguito ad un'indagine a livello mondiale sulle iniziative agroecologiche, Pretty e Hine (2000) concludevano che in futuro per portare l'agricoltura sostenibile ad un numero maggiore di agricoltori e comunità sarà necessario concentrare l'attenzione sui seguenti fattori:

1. implementare politiche economiche favorevoli anziché contrarie;
2. investire in infrastrutture per la commercializzazione, il trasporto e le comunicazioni;
3. assicurare il supporto delle agenzie governative, in particolare alle iniziative di agricoltura sostenibile a carattere locale;
4. sviluppare un capitale di relazioni umane all'interno delle comunità rurali e tra i soggetti esterni a queste ultime.

In sintesi, un processo di diffusione dovrebbe essenzialmente riuscire ad espandere i confini geografici delle istituzioni che vi partecipano e dei progetti che queste promuovono, consentendo nel contempo di valutare l'impatto delle strategie utilizzate. A questo proposito risulta prioritaria la messa a punto di una metodologia per l'analisi comparata delle esperienze accumulate, in maniera che i principi estrapolati possano essere applicati alla diffusione di altre iniziative locali, con evidente vantaggio complessivo in termini di sviluppo.

Agroecologia



**Clicca QUI per
ACQUISTARE il libro ONLINE**

**Clicca QUI per scoprire tutti i LIBRI
del catalogo EDAGRICOLE**

**Clicca QUI per avere maggiori
INFORMAZIONI**