Università degli Studi di "Roma Tre"

Dipartimento di Economia
Scuola Dottorale in "Istituzioni, Ambiente e Politiche per lo Sviluppo Economico"
XXII Ciclo

Il ruolo della biodiversità agricola sul benessere e la sicurezza alimentare degli agricoltori: studio di caso del Miglioramento Genetico Partecipativo dell'orzo in Siria

Candidato: **CALOGERO DI GLORIA**

Supervisor: Prof.ssa Maria Fonte Università di Napoli

_____

Coordinatore: Prof. Pasquale De Muro

_____

Anno accademico
2010-2011

INTRODUZIONE **6**

CAPITOLO 1. IL VALORE ECONOMICO E LO STATUS GIURIDICO DELLE RISORSE GENETICHE PER L'AGRICOLTURA **13**

1.1 L'USO DELLE RISORSE GENETICHE IN AGRICOLTURA 13

1.1.1 L'importanza della conservazione delle risorse genetiche *13*

1.2 I VALORI SU CUI SI FONDA LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE GENETICHE 16

1.2.1. Il Valore Economico Totale *20*

1.2.2 Metodologie per la valutazione economica della biodiversità *23*

1.2.3 La valutazione economica della conservazione in situ *26*

Il metodo delle preferenze dichiarate e delle preferenze rivelate *29*

1.3 IL DIBATTITO INTERNAZIONALE RIGUARDANTE I DIRITTI SULLE RISORSE GENETICHE 32

- *L'Impegno Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche* *32*
- *La Convenzione sulla Biodiversità* *35*
- *I Trips e gli Accordi Upov* *37*
- *Il Trattato Internazionale sulle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura* *40*

1.4 INTERPRETAZIONE ECONOMICA DEI DIRITTI DEGLI AGRICOLTORI 45

1.4.1 La teoria delle esternalità di Coase *47*

- I diritti degli agricoltori come diritti di proprietà intellettuale sui generis *47*

- I diritti degli agricoltori come diritti di accesso *48*

1.4.2 Il sistema di tassazione pigouviana *50*

1.4.3 Un approccio alternativo alla gestione dei diritti degli agricoltori *51*

- la mancata valorizzazione dei sistemi informali *55*

1.4.4 L'attuazione dell'approccio di stewardship *55*

CAPITOLO 2. LA GESTIONE DELLE RISORSE GENETICHE VEGETALI **59**

2.1 LA NASCITA DEI PROGRAMMI DI CONSERVAZIONE DELLE RISORSE GENETICHE 60

2.2 IMPATTO DELLA RIVOLUZIONE VERDE 63

2.2.1. Evoluzione dei finanziamenti al CGIAR *64*

2.2.2. Il trend degli investimenti complessivi per la ricerca di base *65*

2.2.3 Tendenze degli investimenti CGIAR per tipologie di attività *67*

2.2.4. Gli investimenti effettuati per tipologie di centro *68*

2.2.5 La natura degli investimenti: da svincolata a condizionale *69*

2.3 DIFFUSIONE E IMPATTO DELLA RICERCA E DELLA GENERAZIONE DI TECNOLOGIA DEL CGIAR 70

2.3.1 Il miglioramento genetico varietale *70*

2.3.2. La gestione delle risorse genetiche in termini di impatto *73*

2.4 OPPORTUNITÀ E LIMITI DELLA RICERCA AGRICOLA 75

2.4.1. Offerta e prezzi dei beni alimentari *75*

2.4.2 Effetti sulla povertà e la sicurezza alimentare *77*

2.5 IL MIGLIORAMENTO GENETICO INDIRIZZATO AGLI AMBIENTI MARGINALI E ALLA LOTTA ALLA POVERTÀ 80

2.6 L'APPROCCIO PARTECIPATIVO ALLA RICERCA AGRICOLA 81

2.7 OPPORTUNITÀ PER UNA VISIONE COMPLEMENTARE SUL MIGLIORAMENTO GENETICO 82

CAPITOLO 3. IL RUOLO DELLA CONOSCENZA E DEI PROCESSI DI INNOVAZIONE NELLA CONSERVAZIONE, VALORIZZAZIONE E USO DELLE RISORSE GENETICHE 85

INTRODUZIONE 85

3.1 UN PROCESSO DOMINANTE DELLA CONOSCENZA: IL TRASFERIMENTO DI TECNOLOGIA 86

3.2 ALTRI MODELLI PER I PROCESSI DI CONOSCENZA 88

Definizione della conoscenza scientifica e indigena 88

3.3 IL PARADIGMA SOTTOSTANTE AL MIGLIORAMENTO GENETICO 91

L'approccio oggettivista 95

L'approccio costruttivista 97

L'approccio olistico 98

3.4 RENDIMENTO E STABILITÀ PRODUTTIVA 99

Genotipo e Ambiente 99

Adattamento regionale e specifico nei programmi di selezione 101

La stabilità produttiva in agricoltura e nel miglioramento genetico 104

3.5 LA STABILITÀ PRODUTTIVA E IL RAPPORTO TRA AMBIENTE DI SELEZIONE E DI DESTINAZIONE 105

L'impatto delle varietà moderne sulle località di destinazione 107

Criteri di definizione degli ambienti ottimali e marginali 110

3.6 IL RUOLO DELLA CONOSCENZA DEGLI AGRICOLTORI NEL MIGLIORAMENTO GENETICO 111

Il ruolo dell'approccio partecipativo nella conoscenza scientifica 113

3,7 SCALING-UP DEL PPB 114

CAPITOLO 4. IL RISCHIO IN AGRICOLTURA **117**

4.1 INTRODUZIONE 117

4.2 LA RELAZIONE TRA DIVERSITÀ E PRODUTTIVITÀ 120

4.3 BACKGROUND 121

4.4 IL PROGRAMMA DI CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ IN SIRIA 123

4.5 DATI 124

4.6 DEFINIZIONE DEL MODELLO 125

4.7 ANALISI EMPIRICA 125

BIBLIOGRAFIA **133**

Introduzione

Per migliaia di anni gli agricoltori hanno selezionato le piante seguendo un processo di domesticazione che rispondeva a una serie di criteri quali il sapore, il valore alimentare dei semi, la loro non dispersione a terra, la velocità di sviluppo delle piante, o la resa per ettaro, ma soprattutto la loro capacità di modificarsi adattandosi a specifici ecosistemi.

Molti sistemi di coltivazione sviluppatisi localmente hanno sperimentato pratiche per adattare le colture alla variabilità dell'ambiente naturale e per proteggerle da fenomeni di predazione e competizione. Questi sistemi fanno uso di input rinnovabili disponibili localmente, in cui il processo agricolo coinvolge la gestione di risorse diverse dalla coltura principale. Tale processo permette di diminuire i rischi ambientali ed economici e mantenere la base produttiva dell'agricoltura nel corso del tempo.

Il fatto che quest'eredità di conoscenze abbia avuto un ruolo relativamente poco importante nella scienza ufficiale è il risultato di processi storici che hanno contribuito a sottovalutare la conoscenza agronomica sviluppata dalle popolazioni locali e dalle società non occidentali. Miguel Altieri[1] ne individua tre in particolare:

1) La distruzione di mezzi di codificazione, regolazione e trasmissione delle pratiche di coltivazione;
2) La drammatica trasformazione di molte società indigene non occidentali e dei sistemi di produzione su cui esse erano basate, come risultato del collasso demografico e di fenomeni quali lo schiavismo, il colonialismo e i processi di mercato;
3) La nascita della scienza positivista.

A partire dal 1946, il piano Marshall e la ricostruzione del dopoguerra furono l'occasione per sviluppare la meccanizzazione agricola su larga scala e l'utilizzo di prodotti chimici per la fertilizzazione e la lotta contro malattie e parassiti delle piante e degli animali. Attualmente, più del 90% del mercato mondiale dei prodotti agrochimici è controllato da una decina di grandi gruppi internazionali.

Il processo di modernizzazione dell'agricoltura è fondato su un'industrializzazione forzata dei processi di produzione alimentare e su una specializzazione nella coltivazione intensiva di monocolture (zucchero, caffè, mais, soia). Tale modello è in netto contrasto con l'agricoltura tradizionale, caratterizzata invece da un'ampissima varietà di produzioni e di specie.

Per mantenere livelli normali di produttività, sia a breve che a lungo termine, gli agroecosistemi moderni richiedono un maggior controllo ambientale rispetto ai sistemi agricoli tradizionali o organici. I sistemi moderni richiedono grandi quantità di energia per espletare il lavoro normalmente svolto dai processi ecologici dei sistemi diversificati. Così, sebbene con una produzione per coltura minore rispetto alle

[1] Miguel Altieri, Agroecologia

monocolture moderne, i sistemi policolturali sono tradizionalmente più stabili e con un'efficienza energetica maggiore (Cox e Atkins, 1979). Nonostante la nuova tecnologia abbia aumentato notevolmente la produttività a breve termine, essa ha anche ridotto la sostenibilità, l'equità e la stabilità del sistema agricolo.

Anche i paesi del Sud del mondo sono stati incoraggiati a utilizzare prodotti chimici che garantissero rese strepitose. Molti sostenitori della Rivoluzione Verde mettono in evidenza gli ottimi risultati raggiunti in termini di aumento nella produzione mondiale di riso, mais e grano, grazie all'applicazione di un pacchetto tecnologico composto da: 1) l'utilizzo di input chimici (pesticidi, erbicidi, fertilizzanti), irrigazione e meccanizzazione; 2) l'adozione di varietà moderne ad alta resa (*High Yielding Varieties* – HYV) ed alto assorbimento di input chimici.

L'implementazione della Rivoluzione Verde ha avuto come risultato quello di accelerare il processo di erosione della diversità genetica. Nella produzione agricola attuale, infatti, 12 specie di piante rappresentano più dell'80% dei raccolti: grano, mais, orzo, sorgo, soia, patata, manioca, patata dolce, canna e barbabietola da zucchero, banana[2].

Tale modello di sviluppo ha suscitato perplessità e critiche sin dagli albori a causa dei notevoli danni ambientali che l'alto input energetico comporta. Quando nel 1962 il *New Yorker* pubblicò *Silent Spring*, il saggio della madre dell'ambientalismo, la biologa statunitense Rachel Carson, i danni delle tecniche in agricoltura divennero di dominio pubblico aprendo un ampio dibattito sul loro utilizzo. Il libro denunciava espressamente la contaminazione delle acque, la perdita di fertilità dei suoli e la perdita di diversità genetica animale, vegetale e microbica a causa del modello di produzione agricola intensiva.

L'agronomo David Tilman ha fatto notare come l'uso massiccio di pesticidi e fertilizzanti chimici negli ultimi 35 anni hanno portato a raddoppiare la produzione mondiale di grano, attraverso gli incrementi di 6,9 e 3,5 volte nell'uso di azoto e fosfati, e al raddoppio delle terre irrigate. Inoltre, si sono registrate forme di resistenze multiple ai pesticidi negli insetti parassiti e nei funghi patogeni che vanificano l'impiego dei pesticidi stessi.

L'altro elemento caratteristico della Rivoluzione Verde è l'introduzione di varietà ad alta resa per le principali colture. I risultati, dal punto di vista della sostenibilità della biodiversità agricola, sono stati: a) l'uso intensivo di poche varietà di piante, ognuna omogenea al suo interno, che ha comportato la perdita della variabilità inter e intra-specie; b) la pratica delle monocolture, con la conseguente riduzione della diversità genetica: oggi solo 14 specie ci forniscono il 90% del cibo di origine animale e solo 4 specie di piante rappresentano il 50% delle nostre risorse genetiche: grano, mais, riso, patate. E di queste si coltivano poche varietà ottimali che corrispondono al concetto di "ideotipo" sviluppato da Mendel. Tuttavia, qualsiasi ideotipo garantisce

---

[2] Piano d'Azione Globale per la Conservazione e l'Uso Sostenibile delle Risorse Genetiche delle Piante per l'Alimentazione e l'Agricoltura" adottato alla IV° Conferenza Tecnica Internazionale della FAO sulle risorse fitogenetiche.
M. Giovannetti, *Agrobiodiversità e Beni Comuni* in Modenesi C. e Tamino G., *Biodiversità e Beni Comuni*. Jaca Book, 2009.

ottime rese produttive solo con il supporto dei concimi chimici e degli input esterni, in sostituzione delle caratteristiche di adattamento alle diverse condizioni del suolo, ai cambiamenti climatici e agli elementi patogeni caratteristici dell'ambiente in cui saranno coltivati. La diffusione di varietà altamente produttive in condizioni ambientali ottimali, ma essenzialmente artificiali, ha comportato la sparizione di gran parte della diversità biologica agricola e delle altre risorse naturali, senza tuttavia risolvere il problema dell'insicurezza alimentare dei contadini delle aree marginali che si basano su una agricoltura a scarsissima capitalizzazione e forte intensità di lavoro, la quale tenta di valorizzare al massimo gli agroecosistemi, in cui la selezione delle piante viene effettuata adattando le piante alle condizioni climatiche e ambientali in cui crescono. In questi casi la variabilità genetica e l'adattabilità naturale permettono alle piante di sviluppare radici profonde, fusti solidi, e capacità di competere con gli elementi patogeni.

Il riconoscimento della progressiva erosione della diversità biologica ha portato ad un ampio dibattito sui valori delle risorse genetiche e ciò ha giocato un ruolo chiave nell'adozione di accordi istiuzionali in materia di biodiversità, in particolare la Convenzione sulla diversità biologica (CBD) e il Trattato Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche per l'Alimentazione e Agricoltura (ITPGRFA). La CBD ha menzionato esplicitamente la conservazione *in situ* della diversità come priorità delle politiche nazionali e globali per il raggiungimento dell'obiettivo della conservazione della biodiversità. Le politiche di conservazione *in situ* sono una componente complementare importante per i programmi di conservazione che puntino non solo alla conservazione, ma anche ai processi evoluzionari delle specie[3]. Tuttavia, il supporto politico della scienza alle pratiche di conservazione *in situ* è molto indietro rispetto all'impegno previsto dalla Convenzione.

Nel frattempo, il modello di ricerca centralizzato fondato sul trasferimento top-down di un pacchetto tecnologico ha generato per gli agricoltori gravissimi indebitamenti, spesso insostenibili. In generale, la sostituzione delle varietà locali con varietà moderne ha funzionato bene solo nelle zone agricole più fertili. Tuttavia, nelle aree marginali soggette a stress ambientali, la tecnologia basata sul principio "*one size fits all*" non è stata adeguata a garantire benefici per i più poveri, per i quali la trasformazione non è mai avvenuta. Per far fronte a questo problema, gli scienziati naturali hanno iniziato a coinvolgere gli agricoltori e definire congiuntamente gli obiettivi del miglioramento genetico e la successiva selezione e sperimentazione varietale (sia nelle stazioni di ricerca che nei campi degli agricoltori).

Come sottolineato dallo IAASTD, è cresciuta l'esigenza di rivalutare le conoscenze "dinamiche" degli agricoltori nello sviluppo di tecnologie e saperi appropriati ai fabbisogni sociali e ai vincoli locali posti dagli ecosistemi, traendo esperienza dai fallimenti insiti nelle tecnologie impiegate nel passato e nelle modalità con cui queste sono state trasferite e adottate.

---

[3] P.Munyi P, Grum M e Ndungu-Skiton J. 2008, *Framework for transforming best practices for landrace conservation to policies.* Bioversity International, Rome, Italy. 28 pp.

Partendo dal presupposto che la diversità genetica è una risorsa di fondamentale importanza per l'adattamento alle condizioni locali di stress ambientale e alle preferenze dei consumatori, ritorano a rivestire un ruolo importante quegli agricoltori che ancorano continuano a sviluppare la diversità attraverso la gestione dei sistemi sementieri informali. Per gli agricoltori custodi della biodiversità, la riproduzione delle sementi è un metodo per minimizzare la dipendenza dal settore privato e far fronte agli effetti negativi del cambiamento climatico. Tali considerazioni hanno contribuito all'emergere di nuovi schemi di selezione, riproduzione e distribuzione delle sementi, in cui il target diviene quello di individuare quelle varietà che si adattano meglio alla produzione di piccola scala, sia convenzionale che biologica.
L'obiettivo della tesi è quello di studiare l'impatto del miglioramento genetico partecipativo a confronto con il modello convenzionale di miglioramento genetico, in termini di benessere e di sicurezza alimentare dei contadini. L'idea sottostante è che il modello di ricerca agronomica dominante ha ottenuto inizialmente successi straordinari in termini di incremento della produzione globale per le principali colture, grano, riso e mais, grazie all'adozione di un pacchetto tecnologico che implica l'adozione di varietà migliorate, caratterizzate da uniformità genetiche, e l'utilizzo di input esterni, principalmente irrigazione, fertilizzanti e pesticidi chimici e meccanizzazione dell'agricoltura. A differenza dei programmi di miglioramento convenzionale, il miglioramento genetico partecipativo si fonda sulla selezione varietale direttamente in azienda, per valorizzare il ruolo dell'interazione esistente tra genotipo e ambiente, ritornando quindi ad un processo di selezione in cui sono direttamente gli agricoltori a giocare un ruolo primario, partecipando attivamente lungo tutte le fasi del programma di miglioramento. Recentemente il miglioramento genetico partecipativo ha guadagnato sempre maggiore attenzione grazie al fatto che permette l'individuazione delle varietà più adatte alle differenti condizioni agro climatiche del territorio. Inoltre, all'interno del quadro normativo internazionale, sia la CBD che l'ITPGRFA individuano in maniera specifica le strategie di conservazione *in situ* come misure ad hoc per affrontare l'erosione genetica e garantire la tutela della biodiversità.

Per tale motivo, nel primo capitolo si presenta il quadro economico e giuridico necessario per comprendere l'importanza delle risorse genetiche in l'agricoltura, ed in particolare per quei sistemi di produzione di piccola scala che, fino al 19° Secolo, hanno contribuito in modo significativo alla conservazione delle diversità genetica presente negli ecosistemi. L'obiettivo è quello di comprendere l'importanza della conservazione ed utilizzo delle risorse genetiche.

Per fare ciò si traccerà brevemente il dibattito politico ed istituzionale tenutosi sull'argomento a partire dagli anni '60 e si presenterà un quadro della letteratura sulle questioni legate al valore economico complessivo delle risorse genetiche e sull'importanza della conservazione *in situ* nel quadro delle politiche e delle strategie di sviluppo. Particolare attenzione verrà data alla regolamentazione che la comunità internazionale ha voluto darsi per la conservazione e la gestione delle risorse genetiche. Si ripercorreranno le tappe che hanno portato all'adozione di un Trattato Internazionale, l'ITPGRFA, che ha permesso di realizzare un Sistema Multilaterale di

accesso e trasferimento della tecnologia di cui, attualmente, fanno parte 126 paesi. Inoltre, un'attenzione approfondita verrà data all'articolo 6 e all'articolo 9 del Trattato, in cui si affermano le condizioni per la realizzazione dei diritti dei contadini, quale riconoscimento del contributo dato nel processo millenario di conservazione e selezione del patrimonio genetico vegetale ed animale. Per presentare un quadro il più completo possibile si approfondiranno anche i contenuti espressi dalla CBD, la portata e l'impatto delle regolamentazioni in tema di protezione varietale (UPOV) ed in tema di regime di proprietà intellettuale (TRIPS Agreement firmato nel 1994 alla nascita dell'Organizzazione Mondiale del Commercio), cercando di sottolineare l'impatto che questi accordi hanno possono avere sui sistemi sementieri, formali ed informali, e sui modelli di produzione agricola.

Nel secondo capitolo si presenta il quadro evolutivo dei programmi di conservazione delle risorse genetiche, cercando di comprenderne l'impatto economico, sociale ed ambientale. Naturalmente, l'argomento centrale sarà la filosofia sottostante la Rivoluzione Verde, e il relativo pacchetto tecnologico offerto agli agricoltori. Si vuole così cercare di mettere in luce i risultati e i limiti ormai evidenti del modello dominante. stilizzato Sebbene venga ampiamente documentato che la diversità delle risorse genetiche vegetali è stata fortemente influenzata dai programmi di miglioramento genetico che hanno proposto varietà ad alta resa, (anche dette moderne, o migliorate) grazie al fatto che promettevano di aumentare le rese per ettaro di ogni contadino, queste varietà si sono diffuse rapidamente in diverse zone dell'Asia Orientale e dell'America Latina, spazzando via il patrimonio genetico custodito dai contadini nel corso dei millenni. Tuttavia, l'ampia sostituzione delle varietà tradizionali con un piccolo numero di varietà moderne omogenee, ha avuto l'effetto di incrementare la vulnerabilità genetica e contribuire notevolmente alla perdità di biodiversità e all'inquinamento ambientale. Particolare attenzione sarà data ai flussi di investimento del *Consultative Group on International Agricultural Research* (CGIAR), principale promotore dei programmi di miglioramento genetico basati sull'ampia adattabilità, ovvero sull'idea che qualsiasi territorio avrebbe potuto "adattarsi" ad accogliere le varietà moderne grazie all'uso di input esterni, quali l'irrigazione, i fertilizzanti e i pesticidi chimici.

Verrà quindi preso in considerazione sia l'impatto delle attività del CGIAR sul tasso di adozione delle varietà moderne e sul processo di erosione genetica, sia il contributo in termini produttivi delle varietà rilasciate dai programmi di miglioramento genetico. Una particolare attenzione verrà data a comprendere qual è stato il contributo dei programmi di miglioramento all'agricoltura di piccola scala, specialmente nei paesi in via di sviluppo, in termini di povertà, intesa nell'aspetto multdimensionale del termine, e quindi di sicurezza alimentare.

Verranno quindi presentati i risultati raggiunti dalle strategie politiche adottate dal CGIAR negli ultimi cinquant'anni per la lotta alla povertà e il raggiungimento della sicurezza alimentare, delineando gli eventuali limiti dell'attuale modello di ricerca, e tentando di individuare quali sono le alternative in grado di promuovere uno sviluppo agricolo sostenibile che abbia effetti positivi per l'agricoltura familiare, finora rimasta esclusa dai processi decisionali della comunità internazional

Poichè l'organizzazione dei processi di conoscenza è il punto cruciale per considerare l'adeguatezza di un modello teorico in grado di rispondere ai molteplici fattori che incidono su un'agricoltura in continuo cambiamento" (Borlaug e Dowswell[4], 1995), è allora necessario effettuare una valutazione ed un confronto dei principali modelli di produzione, tenendo conto delle modalità di applicazione dei sistemi di produzione e del contesto istituzionale in cui vengono negoziati e ratificati gli accordi di carattere nazionale e internazionale. Il terzo capitolo mette quindi in evidenza le caratteristiche del modello di ricerca scientifica fondato sul trasferimento delle innovazioni scientifiche e tecnologiche a livello internazionale. Tale modello ha ampiamente regolato l'organizzazione dei processi di conoscenza nei paesi in via di sviluppo, e non solo, attraverso il cosiddetto trasferimento di tecnologia (*Transfer of Technology* – ToT). Il modello assume un flusso lineare di prodotti tecnologici e delle informazioni. Anche se in pratica vi è una forte interazione tra attori economici, agricoltori e specialisti della ricerca, la tesi alla base del modello è che gli agricoltori sono meri beneficiari dei messaggi e delle tecnologie sviluppate e comunicate da parte di esperti, senza alcun ruolo attivo per la tradizione e la conoscenza locale. Il loro dovere è solo quello di eseguire un modello ben definito di pratiche agricole.

Uno dei primi risultati del moderno miglioramento varietale è stata la separazione tra agricoltore, costitutore e il sistema di approvvigionamento delle sementi. Generalmente l'enfasi dei genetisti è posta sullo sviluppo di un numero relativamente limitato di varietà moderne geneticamente più uniformi che puntano ad un ampio adattamento geografico, in ambienti relativamente ottimali (ossia con basso stress e produzione uniforme), caratterizzate da un'alta resa e stabilità di rendimento.

Tuttavia, le varietà, e le tecnologie proposte, difficilmente vengono raccomandate sulla base di una valutazione approfondita in merito alle condizioni di adattamento e alla stabilità produttiva, nonostante negli ultimi anni le tecniche di investigazione dei due fenomeni siano relativamente semplici, anche grazie allo sviluppo di software poco costosi.

Recentemente, diversi programmi dei centri di ricerca internazionali hanno modificato la loro strategia di miglioramento genetico per la produzione di germoplasma adatto al rilascio di varietà indirizzate alle zone meno favorevoli. Una strategia di adattamento specifico è stato perseguita nel miglioramento varietale dell'orzo presso il Centro internazionale per la ricerca agricola nelle zone aride (Icarda) del CGIAR, con procedure di selezione analoghe a quelle dell'ambiente di destinazione (favorevoli o soggette a siccità), e con implicazioni anche per alcuni elementi della strategia di miglioramento genetico, come la scelta delle risorse genetiche e delle varietà tipo (Ceccarelli, 1994). Per questo motivo, il miglioramento genetico dell'orzo all'Icarda ha iniziato la produzione di materiale specifico per diversi paesi mediorientali e del Nord Africa soggetti a siccità.

---

[4] Borlaug, N.E., and C.R. Dowswell. (1995). The importance of agriculture and a stable adequate food supply to the well-being of humankind. In R.A. Goldberg (ed.) Research in domestic and international agribusiness management. Vol. 11. JAl Press, Greenwich, CT.

Inoltre, in tutto il mondo i contadini stanno rivalutando il sapere tradizionale come fonte di innovazione, e propongono vie di sviluppo indipendenti da quelle suggerite dai sistemi di conoscenza ufficiali. Alcune correnti di pensiero vicine ai temi dell'agroecologia e sostenitrici dell'*empowerment* degli agricoltori sostengono la necessità di trovare forme di interscambio tra sapere tradizionale e i sistemi di conoscenza moderni. Partendo da questo punto di vista, è cresciuta l'attenzione verso il ruolo del sapere tradizionale in nuovi modelli di produzione basati su sistemi alimentari locali.

Il coinvolgimento degli agricoltori aumenterebbe l'efficacia della selezione varietale e permetterebbe di ampliare le modalità di accesso degli agricoltori alla ricerca che finora ha prevalentemente trascurato le loro esigenze. In tale contesto, Il PPB è un approccio che si è evoluto partendo da modelli originari in grado di evolversi al momento opportuno. Come sottolineato da Vernooy (2003), il PPB prevede una stretta collaborazione tra ricercatori e agricoltori, e potenzialmente di altre parti interessate, per realizzare il miglioramento genetico all'interno delle specie vegetali. L'obiettivo, primario rimane quello di garantire alla ricerca una coerenza con le esigenze degli agricoltori.

Le risorse genetiche vegetali sono la materia prima del moderno miglioramento genetico, nella resistenza agli stress biotici e abiotici, così come per l'aumento della produttività e il raggiungimento della stabilità. Diversi studi nella letteratura agro-ecologica suggeriscono che la variabilità genetica dentro e tra le specie permette di far fronte agli stress e permette la copertura dalle condizioni avverse, aumentando così la resistenza e la sostenibilità delle agroecosistemi. Il quarto capitolo vuole studiare la relazione esistente tra biodiversità e produttività, e utilizzare tale argomento come chiave di lettura delle differenze ontologiche esistenti tra i programmi di miglioramento genetico convenzionale, in cui si punta l'ampia adattabilità di varietà moderne uniformi nel pedigree genetico, e il programma di miglioramento genetico partecipativo, in cui il cambio di paradigma si fonda essenzialmente sull'adattamento allo specifico territorio, e quindi alle contestuali caratteristiche agroclimatiche, e sul coinvolgimento diretto dei contadini nel processo di selezione, attraverso la conservazione e uso *on farm* dele risorse genetiche. L'analisi utilizza dati a livello di azienda agricola per studiare l'impatto della biodiversità delle colture sulla media e la varianza dei rendimenti. A tal fine, si utilizza la funzione di produzione stocastica di Just e Pope. I risultati dimostrano che la biodiversità è positivamente correlata con la media della produzione e negativamente correlata alla varianza dei rendimenti. Pertanto, la biodiversità ha un ruolo importante nella gestione del rischio ambientale e quindi sul benessere dei contadini.

Capitolo 1

Il valore economico e lo status giuridico delle risorse genetiche per l'agricoltura

1.1 L'uso delle risorse genetiche in agricoltura

Le risorse genetiche per l'alimentazione e l'agricoltura si sono sviluppate nel corso degli ultimi 10 mila anni grazie al costante impegno degli agricoltori che identificarono specie di piante commestibili e all'interno di queste selezionarono le piante che più si adattavano al loro contesto ambientale. Il processo derivante dal lavoro degli agricoltori e dalla selezione naturale negli agro-ecosistemi ha portato alla domesticazione delle colture (Zeven & de Wet, 1982; Harris & Hillman, 1989).

La domesticazione delle colture si è verificata indipendentemente in regioni geograficamente distanti: almeno sei regioni di domesticazione sono state identificate, comprendendo America centrale, le Ande meridionali, il Vicino Oriente, l'Africa (probabilmente il Sahel e gli altipiani Etiopi), il Sudest Asiatico, e la Cina. Da queste regioni, l'agricoltura si diffuse progressivamente in altre regioni, comprese Europa e Nord America. (vedi i centri vivilov ed la tregione mediterranea che è quella che ha dato origine a oltre 80 specie di cui ci nutriamo- bioveristy doc)

Una caratteristica comune nelle pratiche agronomiche scelte dagli agricoltori è quella di ridurre il rischio associato alla produzione in condizioni difficili usando varie combinazioni di tre livelli di biodiversità: colture diverse, varietà diverse della stessa coltura, e/o varietà eterogenee per antenere l'adattabilità e massimizzare l'adattamento nel tempo (stabilità o affidabilità), non il sempliceadattamento nello spazio. Diversità ed eterogeneità servono a disperdere o attutire il rischio dim fallimento totale del raccolto dovuto a imprevedibili variazioni ambientali (Di Falco and Chavas 2006). Come vedremo in seguito ciò è in netto contrasto con la tendenza del moderno miglioramento genetico verso l'uniformità nello spazio.

Con l'inizio della genetica, il miglioramento genetico divenne un'attività di laboratorio e fu tolto dalle mani degli agricoltori con due conseguenze importanti: la prima fu che il lavoro svolto in passato da tantissimi agricoltori cominciò ad essere fatto da pochi ricercatori in relativamente pochi posti (le stazioni sperimentali dei Centri nazionali e internazionali di ricerca agraria); la seconda, con importanti ricadute sulla biodiversità, fu che la selezione per adattamento specifico, implicita nel modo di fare miglioramento genetico da parte degli agricoltori – ognuno dei quali mirava a massimizzare l'adattamento alle proprie condizioni, fu sostituita dalla selezione per adattamento ampio, molto piú rispondente agli interessi delle ditte sementiere con il risultato di incentivare il processo di privatizzazione del miglioramento genetico.

1.1.1 L'importanza della conservazione delle risorse genetiche

Il termine risorse genetiche è abbastanza recente e segue la ricerca globale per l'origine geografica delle specie vegetali di de Candolle (1882) e la raccolta sistematica di diversità genetica effettuata da Vavilov (1926, 1951). Essi hanno mostrato che le risorse genetiche non sono distribuite uniformemente in tutto il mondo. La mappa dei centri di origine di Vavilov, in seguito definiti centri primari di diversità (Harlan & de Wet, 1971), ha mostrato che la maggior parte di queste aree geografiche si trova nei paesi in via di sviluppo. In seguito al lavoro svolto da Vavilov, furono istituite le banche nazionali del germoplasma in Unione Sovietica e negli Stati Uniti. Ma la collezione sistematica a livello di specie di piante domestiche e selvatiche è molto più antica e ha portato alla creazione di giardini botanici in piena era coloniale L'importanza delle risorse genetiche per la produzione agricola è stato identificata nel 1890 da Ritter von Proskewetz e Schindler (citato da Louwaars[5], 2008) che ha aperto la discussione sul valore delle varietà locali in relazione alle varietà migliorate. Fu suggerito l'istituzione di centri di risorse genetiche in quelle regioni in cui poter raccogliere, caratterizzare e documentare. Harlan & Martini (1936) evidenziarono la loro preoccupazione che i progressi ottenuti nel miglioramento dell'orzo avrebbero potuto incontrare un limite dovuto all'indisponibilità di diversità genetica:

> Nel grande laboratorio dell'Asia, dell'Europa e dell'Africa, per migliaia di anni si è avuta una selezione non guidata dell'orzo. Varietà innumerevoli sono cresciute su aree enormi e le migliori sono sopravvissute. Molte di queste sono vecchie: le spighe di orzo ritrovate nelle rovine egizie spesso sono uguali a quelle che ancora crescono nel bacino del Nilo. L'Egitto delle Piramidi, tuttavia, è probabilmente una fase recente nella lunga storia dell'orzo…Nelle regioni inesplorate dell'Asia c'erano probabilmente campi d'orzo all'alba della storia dell'uomo. La progenie di questi campi con tutte le varietà sopravvissute costituisce le riserve più importanti al mondo di germoplasma. Ha aspettato per molti secoli. Sfortunatamente, dal punto di vista del selezionatore, è ora messa in pericolo…Oggi, negli anni in cui il cibo manca, la Francia alimenta le popolazioni dipendenti con semi della California. I contadini arabi…importano i semi dalla Palestina. In questo modo anche nelle zone più remote stanno lentamente prendendo piede trasformazioni del genere. Quando il nuovo orzo avrà preso il posto di quello coltivato dai contadini in Etiopia e in Tibet, il mondo avrà perso qualcosa di insostituibile. Quando verranno questi giorni le nostre collezioni, che costituiscono una piccola frazione dell'orzo del mondo, assumeranno un'importanza oggi difficile da immaginare[6].

Il valore delle risorse genetiche divenne evidente al grande pubblico durante l'epidemia di "southern corn leaf blight" che colpì gli Stati Uniti nel 1972, azzerando i risultati raggiunti sulle varietà ibride di mais, cioè tutti gli ibridi che contenevano una fonte comune di sterilità maschile collegata alla mancanza di resistenza (Ullstrup, 1972; Tanksley & McCouch, 1997). L'epidemia fu causata da una nuova razza del fungo

---

[5] N.Louwaars, *Seeds of confusion. The impact of Policies on seed systems*. Ph.D Dissertation, Wageningen University, 2008. (http://library.wur.nl/wda/dissertations/dis4307.pdf).

[6] Citato da Fowler C. e P. Mooney. *Shattering, Food, Politics and the Loss of Genetic Diversity*. The University of Arizona Press, 1990.

Helminthosporium maydis, che ridusse il raccolto di mais negli USA del 15% a livello nazionale. L'uso diffuso di un unico tipo di citoplasma nella produzione di ibridi fu il fattore più importante nella gravità e diffusione dell'epidemia perché rendeva tutti gli ibridi egualmente suscettibili. Le perdite furono di oltre 18 milioni di tonnellate. Le riserve di mais e altri cereali attutirono l'impatto sull'economia e le scorte alimentari, Inoltre, l'industria sementiera fu molto veloce nel produrre semi alternativi da mettere a disposizione degli agricoltori, ma il rischio associato all'epidemia ebbe un impatto significativo sulla comunità dei contadini.

Un esempio attuale è l'Ug99, un ceppo virulento del fungo della ruggine nera dello stelo del grano (*Puccinia graminis*), scoperto per la prima volta in Uganda nel 1999. La malattia è stata segnalata in Kenya nel 2001 e in Etiopia nel 2003. Nel Gennaio 2007 le spore si sono diffuse in Yemen, e in Sudan. Le spore, portate dal vento, l'anno successivo erano già state segnalate in Iran.

L'importanza della conservazione delle risorse genetiche a livello mondiale ricevette ulteriore enfasi dalla consapevolezza che uno degli effetti collaterali della rivoluzione verde fu la sostituzione massiccia delle varietà locali geneticamente diverse presenti nei centri di origine con varietà uniformi provenienti da una ristretta base genetica collezionata nei centri di ricerca agricola internazionali. Il primo gruppo internazionale di esperti in materia di esplorazione e introduzione delle piante fece capo alla Food and Agriculture Organisation (FAO) nel 1965, a cui fece seguito nel 1967 la prima Conferenza Internazionale tecnica sulle risorse fitogenetiche (PGR) (Esquinas-Alcázar[7], 2005). Tale processo portò alla creazione del Consiglio internazionale sulle risorse genetiche vegetali (International Board on Plant Genetic Resources) presso la FAO, nel 1974, divenuto poi l'International Plant Genetic Resources Institute del Gruppo Consultivo sulla Ricerca Agricola Internazionale (Consultative Group on International Agricultural Research - CGIAR), recentemente rinominato 'Bioversity International' con sede presso Maccarese (Rm).

Il riconoscimento della progressiva erosione della diversità biologica ha portato ad un ampio dibattito sui valori della risorse genetiche e questo ha giocato un ruolo chiave nell'adozione di accordi istiuzionali in materia di biodiversità, in particolare la Convenzione sulla diversità biologica (CBD) e il Trattato Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche per l'Alimentazione e Agricoltura (ITPGRFA). . La CBD ha menzionato esplicitamente la conservazione *in situ* della diversità come priorità delle politiche nazionali e globali per il raggiungimento dell'obiettivo della conservazione della biodiversità. Le politiche di conservazione *in situ* sono una componente complementare importante per i programmi di conservazione che puntino non solo alla conservazione, ma anche ai processi evoluzionari delle specie[8]. Tuttavia, il supporto politico della scienza alle pratiche di conservazione *in situ* è molto indietro rispetto all'impegno previsto dalla Convenzione.

---

[7] J. Esquinas Alcazar, *Protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges*. Nature Reviews Volume 6 December 2005.

[8] P.Munyi P, Grum M e Ndungu-Skiton J. 2008, *Framework for transforming best practices for landrace conservation to policies.* Bioversity International, Rome, Italy. 28 pp.

Il bisogno di attività in conservazione *in situ* delle risorse genetiche è enfatizzato sia nella CBD che nella Agenda 21. L'articolo 2 della Convenzione include specificamente le varietà coltivate o domesticate. All'articolo 8 si richiede agli stati membri di preservare e mantenere la conoscenza, le innovazioni e le pratiche delle comunità indigene e locali, compresi gli stili di vita rilevanti per la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità. L'Agenda 21 ribadisce che la conservazione *in situ* è una componente essenziale dell'agricoltura sostenibile e per far ciò è necessario stabilire programmi e politiche che ne aumentino la portata e l'impatto.

Molti programmi nazionali sono incapaci di rispettare le obbligazioni previste dalla conservazione *in situ*, come stabilito dalla CBD o dal Piano di Azione Globale (GPA) a causa dell'inefficace supporto nazionale dei sistemi di agricoltura contadina e della conservazione *in situ*.

D'altra parte, l'ITPGRFA evidenzia il ruolo fondamentale delle comunità contadine locali nella conservazione ed evoluzione delle risorse genetiche agricole, grazie al lavoro di produzione e selezione svolto dai contadini stessi (cfr art.6 e art.9), la questione che verrà approfondita nell'ultimo paragrafo è se questo accordo possa sostenere i diversi sistemi che gli agricoltori applicano.

1.2 I valori su cui si fonda la conservazione delle risorse genetiche

Dalla seconda metà del 19° Secolo, si sono registrati cambiamenti storici nelle tecniche di coltivazione che hanno avuto forti ripercussioni sulla scelta delle popolazioni di piante da coltivare o degli animali da allevare. Per secoli, il lavoro di selezione degli agricoltori ha portato alla creazione di una incredibile pluralità di specie e razze adattatesi alle particolari condizioni ambientali in cui venivano insediate. Una biodiversità dunque generata dall'uomo, sempre più minacciata dallo sviluppo dall'agricoltura moderna, i cui aumenti nelle produzioni sono stati accompagnati dall'erosione di tutte le specie considerate poco produttive, o non corrispondenti agli standard di distinzione, uniformità e stabilità. I danni legati alla perdita delle risorse naturali hanno comportato una riduzione della diversità ecologica, economica e culturale. Infatti, l'abbandono di una produzione caratteristica del territorio è accompagnata dalla perdita di stili di vita che formano il nostro patrimonio economico e culturale.

E' noto che la grande quantità di diversità genetica ancora conservata dai contadini è nei paesi in via di sviluppo, e in particolare in quelle regioni dove ancora viene praticata un'agricoltura basata sull'adattamento e selezione delle varietà conformi ai diversi ambienti e alle diverse condizioni climatiche. Al contrario, nei paesi industrializzati, il paradigma sottostante all'agricoltura moderna si fonda sull'idea che non sia necessario adattare piante e animali domestici agli ambienti in cui vivono, ma anzi, il territorio deve adattarsi alle varietà cosiddette "ottimali"[9], attraverso l'uso di input chimici, irrigazione, meccanizzazione. Allo stesso tempo, molti contadini

[9] Buiatti M., *La Biodiversità*. Il Mulino, 2007.

continuano, per scelta o per mancanza di mezzi economici, a recuperare e coltivare varietà meglio adattate al territorio (locali, contadine,tradizionali), riproducendone il seme.

Tuttavia, nei paesi in via di sviluppo la conservazione della biodiversità è da ritenersi secondaria rispetto alla necessità di dover migliorare le proprie condizioni di vita, soprattutto a fronte in un'economia di mercato fortemente distorta da politiche di liberalizzazione commerciale imposte in sede WTO che difficilmente prendono in considerazione la sorte dei produttori agricoli e la volontà dei consumatori. E' quindi auspicabile una maggiore assunzione di responsabilità da parte dei paesi industrializzati nel sostegno e implementazione di processi di sviluppo indirizzati alla conservazione e alla valorizzazione della biodiversità restituendo alle aree rurali la funzione di supporto ad un contesto sociale coeso, ricco ed ecologicamente sostenibile[10].

La Convenzione sulla Biodiversità firmata nel 1992 a Rio de Janeiro in occasione del Vertice della Terra ha rappresentato un passo importante verso la protezione delle risorse biologiche dalla progressiva erosione. L'obiettivo dei paesi firmatari della Convenzione è stato quello di "anticipare, prevenire e attaccare alla fonte le cause di significativa riduzione o perdita della diversità biologica in considerazione del suo valore intrinseco e dei suoi valori ecologici, genetici, sociali, economici, scientifici, educativi, culturali, ricreativi ed estetici. Promuovere la cooperazione internazionale, regionale e mondiale tra gli stati e le organizzazioni intergovernative e non governative"[11].

Nonostante ciò, il problema dell'erosione della diversità genetica non sembra affatto in via di soluzione. Sulle tre principali colture, riso, grano e mais, il miglioramento genetico moderno ha avuto successi spettacolari, e il processo verso l'uniformità genetica è stato rapido La conseguenza principale è stata che le nostre fonti base di cibo sono diventate geneticamente più vulnerabili, mettendo a serio rischio la sicurezza alimentare mondiale.

Lo zoologo Edward Wilson[12] (1993) ha stimato che circa 70 specie viventi al giorno sono soggette ad estinzione. I dati non possono che sollevare una drammatica preoccupazione circa la necessità di adottare urgentemente politiche efficaci che fermino questa calamità.

In ambito economico, il dibattito pubblico iniziato a partire dagli anni '80 sul valore economico della biodiversità ha registrato visioni contrastanti. Le posizioni più critiche sostengono che è intrinsecamente immorale ricorrere a una disciplina come l'economia

---

[10] Colombo L. e A. Onorati, *Diritti al Cibo! Agricoltura sapiens e governance alimentare.* Jaca Book, 2009.

[11] Citato in A.Corrado (2010), *Il Paradigma dei semi. Crisi Agro-Alimentare e Reti per un'altra Agricoltura*. Jaca Book, 78.

[12] Professore ad Harvard, E. Wilson ha inoltre coniato il termine "biodiversità". Il neologismo venne in seguito utilizzato in occasione di un incontro del National Forum on Biodiversity (1986), voluto dalla National Academy of Sciences di cui lo stesso Wilson è membro. Ma il concetto di biodiversità divenne di uso comune dopo la pubblicazione del saggio *The diversity of life (1992)*, in cui Wilson documentava la situazione a rischio in cui versavano gli ecosistemi, addebitando le responsabilità del disastro ai sistemi capitalistici occidentali.

utilitaristica per valutare i relativi costi e benefici derivanti dalla sopravvivenza di specie (Ehrenfeld, 1988). Gli economisti ambientali, invece, evidenziano l'importanza della valutazione della biodiversità per garantire la conservazione di un bene comune considerato patrimonio dell'umanità (Randall, 1988).

Le precedenti ricerche economiche hanno trattato ampiamente la valutazione e gestione della biodiversità. I vantaggi economici di un aumento della produttività agricola attraverso la diffusione delle varietà selezionate dai *plant breeders* sono state diffusamente documentate (Morris e López-Pereira[13], 1999; Heisey et al.[14], 2002; Evenson e Gollin[15], 2002), cosi come lo stato dell'arte degli strumenti sviluppati per la relativa valutazione (Alston et al.[16], 1998). Anche le pubblicazioni sulle fonti del valore economico nella biodiversità agricola sono numerose, tra le quali vanno segnalati i lavori di Pearce e Moran[17] (1994) e Swanson[18] (1996). Diversi lavori hanno riguardato la modellizzazione teorica del valore della diversità nelle specie animali e vegetali (Weitzman[19], 1993; Polasky e Solow[20], 1995; Brock e Xepapadeas[21], 2003).

Un filone di ricerca si è concentrato sulla stima dei costi e benefici delle risorse genetiche vegetali conservate nelle banche del germoplasma e destinate principalmente alla produzione agricola per uso commerciale (Evenson e Gollin[22], 1997; Virchow[23], 1999; Gollin et al.[24], 2000). Un altro argomento di ricerca ha riguardato i valori globali delle risorse genetiche e dei servizi ecosistemici (Costanza et al.[25], 1997),

---

[13] Morris, M.L. and López-Pereira, M.A. (1999) *Impacts of Maize Breeding Research in Latin America, 1966–1997*, CIMMYT. Mexico.

[14] Heisey, P.W., Smale, M., Byerlee, D. and Souza, E. (1997) *Wheat rusts and the costs of genetic diversity in the Punjab of Pakistan*. American Journal of Agricultural Economics 76, 726–737.

[15] Evenson, R.E. and Gollin, D. (2002) *Crop Variety Improvement and its Effect on Productivity. The Impact of International Agricultural Research*. CABI Publishing. UK.

[16] Alston, J.M., Norton, G.W. and Pardey, P.G. (1998) *Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting*, CAB International, Wallingford, UK.

[17] Pearce, D. and Moran, D. (1994) *The Economic Value of Biodiversity*. Earthscan, London.

[18] Swanson, T. (1996) *Global values of biological diversity: the public interest in the conservation of plant genetic resources for agriculture*. Plant Genetic Resources Newsletter 105,

[19] Weitzman, M.L. (1993) What *to preserve? An application of diversity theory to crane conservation*. The Quarterly Journal of Economics 108, 157–183.

[20] Polasky, S. and Solow, A. (1995) *On the value of a collection of species*. Journal of Environmental Economics and Management 29, 298–303.

[21] Brock, A.N. and Xepapadeas, A. (2003) *Valuing biodiversity from an economic perspective: a unified economic, ecological and genetic approach*. The American Economic Review 93, 1597–1614.

[22] Evenson, R.E. and Gollin, D. (1997) *Genetic resources, international organizations, and improvement in rice varieties*. Economic Development and Cultural Change 471, 471–500.

[23] Virchow, D. (1999) *Conservation of Genetic Resources: Costs and Implications for a Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Springer, Heidelberg, Germany.

[24] Gollin, D., Smale, M. and Skovmand, B. (2000) *Searching an ex situ collection of wheat genetic resources*. American Journal of Agricultural Economics 82, 812–827.

[25] Costanza, R., d. Arge, R., d. Groot, R., Farber, S.C., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. and v. d. Belt, M. (1997) *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature 387, 253–260.

così come la valutazione delle risorse fitogenetiche e delle loro diversità nelle colture in allevamento (Evenson et al.[26], 1998).

La letteratura economica individua come causa principale dell'erosione della biodiversità la disparità esistente tra la valutazione individuale e sociale dei costi e benefici derivanti dall'uso e conservazione della biodiversità (Dixon e Sherman, 1990; Perrings e Pearce, 1992). La percezione privata dei costi e benefici si riferisce a quelle perdite e guadagni derivanti dall'uso della risorsa da parte dei singoli soggetti interessati: l'agricoltore, l'imprenditore e il consumatore. La valutazione dal punto di vista collettivo fa riferimento invece ai costi e benefici che riguardano l'intera società a livello sia locale, che nazionale e internazionale.

Tuttavia, l'interesse privato spesso non coincide con l'interesse collettivo. Ciò implica che l'azione percepita da un individuo come vantaggiosa, può generare degli effetti negativi o positivi (costi o benefici) a carico della collettività: in questi casi si parla dunque di esternalità negative o positive. Un'altra ipotesi è che quanto ritenuto positivo per la collettività lo sia anche per il singolo individuo solo se esistano istituzioni capaci di catturare questo "valore globale" (Pearce Moran, 1994; Swanson, 1996). In questo casi, può essere vantaggioso per la società trovare delle modalità tramite le quali realizzare un utilizzo sostenibile della biodiversità o una protezione totale della stessa (Pearce Moran, 1994).

Le cause alla base di questa divergenza tra visione privata e sociale meritano una particolare attenzione: il fattore più importante è il cd. "fallimento di mercato": poiché il libero mercato è fondato sull'interesse personale non vi è alcun incentivo a considerare gli effetti, siano essi negativi o positivi, delle proprie azioni nei confronti di terzi: si manifestano quindi le esternalità sia sul fronte della produzione che del consumo e derivano dall'incapacità del mercato di tenerne in considerazione nella fase decisionale. Una soluzione a tale problema è la regolamentazione del mercato in modo tale da assorbire le esternalità e fornire in questo caso di uno strumento adeguato per la conservazione della biodiversità.

Se ciò non avviene, si parla di fallimento degli interventi regolatori (*intervention failure*). La mano invisibile è fondamentalmente un'astrazione in quanto i mercati sono soggetti alla regolamentazione pubblica: le esternalità sono proprio uno dei casi in cui è richiesto l'intervento dei governi per rimuoverne o ridurne l'entità. Alcuni esempi possono essere gli interventi finanziari pubblici alla produzione, per l'acquisto di macchinari o fertilizzanti, oppure gli sgravi fiscali e i crediti agevolati.

In ambito agricolo gli aiuti pubblici hanno avuto un ruolo fondamentale nell'orientamento dei processi di sviluppo rurale. In ambito europeo, la Politica Agricola Comune, introdotta intorno agli anni '60 del secolo scorso, aveva come duplice obiettivo dichiarato quello di contenere i prezzi dei beni alimentari ed evitare la fuga dalle campagne attraverso il sostegno dei redditi agricoli. Verosimilmente, è servita a produrre materie prime agricole a basso costo per la rinascente industria agroalimentare. La PAC ha trasformato la UE da una zona a deficit alimentare nella più

---

[26] Evenson, R.E., Gollin, D. and Santaniello, V. (eds) (1998) *Agricultural Values of Plant Genetic Resources*. CAB International, Wallingford, UK.

garnde potenza agroalimentare del paineta (primo importatore di materie prime e primo esportatore di prodotti agroalimentari). Entrambe hanno legato i sussidi alla dimensione aziendale e così, al crescere delle erogazioni percepite, è aumentato anche il peso di tali contributi sul conto economico aziendale, determinando economie di scala che hanno favorito la concentrazione industriale nel settore agricolo.

C'è un'ulteriore forma di fallimento del mercato: il fallimento dell'appropriazione globale. Molte attività di conservazione forniscono dei benefici globali: ad esempio la biodiversità ha una caratteristica "locale" perché sono le comunità presenti nel territorio i custodi, ma la sua conservazione è capace di generare benefici alla popolazione mondiale (come nel caso dei principali cereali: grano e mais). L'attività di conservazione è quindi in grado di produrre esternalità positive a livello globale, ma se il paese interessato non riceve alcun beneficio monetario, non avrà alcun incentivo alla salvaguardia delle risorse biologiche. Pearce e Moran (1994) hanno identificato questo caso come un "global missing market", ossia la mancanza di un mercato globale che permetta di contabilizzare i benefici globali. Occorre però distinguere

Poiché la maggior parte dei beni riconducibili alla biodiversità fanno parte del patrimonio comune dell'umanità, essi presentano le caratteristiche specifiche di beni pubblici[27]. In questo caso, la conflittualità tra ottimo sociale e interesse privato è riconducibile al problema della non escludibilità[28](Hardin, 1968): ogni individuo decide solo in riferimento ai benefici e/o costi privati senza tener conto del valore di scarsità, ossia del costo sociale: questo processo crea tensioni molto forti, con conseguenze ambientali, climatiche e sociali profonde, tra i vantaggi goduti da alcuni e i costi sostenuti dall'intera società. Tali conflitti sono alla base di fenomeni estremamente attuali quali il cambiamento climatico o la catastrofe ecologica avvenuta nel mari del Golfo del Messico, dovuta alla rottura di un impianto di estrazione petrolifera della British Petroleum, che ha finora causato danni per oltre 20 miliardi di dollari.

1.2.1. Il Valore Economico Totale

La biodiversità indica la varietà di forme di vita e i livelli ai quali viene classificata la diversità biologica sono tre:

- la diversità a livello genetico;
- la diversità a livello degli organismi viventi;
- la diversità a livello ecosistemico.

---

[27] I beni pubblici non includono solo l'acqua, la terra, l'aria e le foreste, ma anche i semi sviluppati nei secoli dalle comunità locali, il pool genetico, la conoscenza (tradizionale e scientifica), gli usi civici e i diritti collettivi d'uso da parte di una determinata comunità a godere dei frutti di quella risorsa (si veda sull'argomento l'articolo di G. Ricoveri, *Il Passato che non Passa. Uno Sguardo d'insieme*. CNS – Ecologia Politica. EMI, 2005).

[28] La non escludibilità implica che, una volta che il bene è a disposizione, è impossibile o alquanto difficile escludere gli individui dal godimento del bene stesso. L'altra caratteristica dei beni pubblici è la non rivalità, ossia l'uso del bene da parte di un individuo non ne pregiudica l'utilizzo da parte di terzi (M. Fonte, *Organismi Geneticamente Modificati. Monopolio e Diritti*. Franco Angeli, 2004).

Il concetto di biodiversità include, quindi, la diversità genetica all'interno di una popolazione, il numero e la distribuzione delle specie in un'area, la diversità all'interno di un ecosistema e i differenti ecosistemi esistenti sulla Terra.

Secondo tale definizione la biodiversità tende a coincidere con quello che viene definito il capitale naturale; nell'analisi degli aspetti ambientali ed economici, è importante, quindi, precisare, di volta in volta, di quale segmento ci si occupa. In questa sede si farà riferimento alla biodiversità essenzialmente legata agli agroecosistemi, gli ecosistemi naturali modificati dall'uomo al fine di renderli produttivi attraverso l'agricoltura. Un'attenzione specifica va posta sulle risorse genetiche vegetali o animali, ossia il patrimonio genetico delle specie, razze e varietà utilizzate in agricoltura e zootecnia, di cui risultano particolarmente ricche i paesi in via di sviluppo dove hanno origine i centri di diversità primaria. Nelle sue diverse componenti la biodiversità, fornisce comunque un flusso di beni e di servizi molto articolato. Per quanto riguarda la dimensione ecologica, in generale, la conservazione della diversità delle risorse biologiche risponde ai principi della sostenibilità ambientale dello sviluppo. Infatti, le risorse genetiche, considerati tutti i livelli e le relative funzioni cui presiedono, sono centrali per la continuazione dei cicli vitali del pianeta e per la sostenibilità dello sviluppo dell'uomo.

Il livello di diversità biologica, inteso sia come numero sia come varietà delle popolazioni di piante ed animali, è peraltro anche il parametro che influenza maggiormente la produttività di un ecosistema. Questo per le relazioni inter- e intra-specifiche che si stabiliscono, soprattutto in termini di interdipendenza tra le sue componenti. Al livello di diversità genetica è legata anche un'altra, fondamentale, proprietà degli ecosistemi precedentemente accennata, ossia la resilienza, termine con il quale si indica la capacità di un sistema di superare uno shock recuperando le condizioni di stabilità iniziale. In altri termini, la diversità biologica influenza positivamente la resilienza degli ecosistemi e, quindi, la capacità di carico dell'ambiente riguardo ai fattori di disturbo. Inoltre, la conservazione di popolazioni, ad esempio, di piante nei loro habitat naturali o negli agro ecosistemi, consente di mantenere il processo di evoluzione garantendo un continuo adattamento delle specie, delle popolazioni e degli ecosistemi alle mutate condizioni ambientali. La conservazione della biodiversità assicura, quindi, un alto grado di resilienza a fronte delle incertezze ambientali, in particolare ai cambiamenti ecologici dovuti all'inquinamento. Oltre a ciò la diminuzione della variabilità genetica riduce la possibilità di innovare le tecniche produttive per un'agricoltura sostenibile di fronte al più che probabile incremento della domanda di generi alimentari nei prossimi decenni ed ai cambiamenti di tipo ecologico.

A molte di queste funzioni ecologiche corrispondono benefici di ordine economico. La dimensione economica della biodiversità è, infatti, direttamente connessa ai benefici derivanti dal valore d'uso e non uso del capitale naturale. Tali valori sono compresi nel cosiddetto Valore Economico Totale (Turner et al., 1994; Pearce e Moran, 1994).

Sulla base del lavoro di Pearce e Moran, è possibile definire il valore della biodiversità con la seguente equazione:

VET = VU + NUV = (VUD + VUI + VO) + (VX + VB)
dove:
VET = Valore Economico Totale;
VU = Valore d'Uso;
NUV = Valore di Non Uso;
VUD = Valore d'Uso Diretto;
VUI = Valore d'Uso Indiretto;
VO = Valore d'Opzione;
VX = Valore d'Esistenza;
VB = Valore di Lascito.

I valori d'uso diretto fanno riferimento al loro effettivo utilizzo, ossia al valore derivante dalla produzione e dal consumo, che comprende l'adeguamento dei metodi di trasformazione dei prodotti alimentari locali ai gusti dei consumatori (Brush, 1992). Il valore d'uso diretto costituisce il principale riferimento nella scelta degli agricoltori di mantenere le diverse specie e varietà locali (Bellon, 1996).

Per valori d'uso indiretto si intendono i servizi ambientali resi da varietà specifiche, come ad esempio la loro capacità di incrociarsi con altre specie, e il potenziale contributo per la realizzazione di sistemi sostenibili di produzione agricola (Brush, 2000).

Il valore d'opzione si ispira all'uso potenziale che le risorse genetiche possono avere nel futuro ed è legato alla capacità di contribuire alla selezione vegetale quando sorgono nuovi obiettivi di miglioramento genetico quali, per esempio, la resistenza a nuove patologie, l'adattamento a condizioni ambientali mutevoli, o il contributo a nuove caratteristiche di consumo. Generalmente, il valore d'opzione è illustrato portando un esempio dei primi anni 1970 in cui la grande epidemia di mais che ha colpito il Nord America si è risolta grazie all'utilizzo di una varietà proveniente dall'Africa, la *Mayorbala* (Fowler e Mooney, 1990).

Il valore di esistenza e il *bequest value* sono stati inseriti da Birol (2002). Il primo è il valore che deriva dalla pura e semplice esistenza: la soddisfazione di sapere che esiste una particolare attività, che include anche il valore derivato dal legame esistente tra conoscenza locale e risorse genetiche, il quale è molto stretto per alcune colture e culture. Il valore di lascito è definito come il 'vantaggio derivante ad ogni individuo dalla consapevolezza che altri potrebbero beneficiare della risorsa. Questa è la base del valore per cui i semi sono oggetto di regalo in varie culture e comunità locali (Louwaars, 2008).

Ovviamente, passando dai valori d'uso diretto, a quelli indiretti e d'opzione, fino ad arrivare al valore di eredità e di esistenza, aumentano le difficoltà di stimarne i benefici sotto il profilo quantitativo. Tali valori esprimono, infatti, un sistema di preferenze che può entrare a far parte del benessere solo adottando un approccio etico, che assegna importanza al fatto di lasciare alle generazioni future la possibilità di disporre delle risorse (valore di eredità) o assegna alle specie e alla loro organizzazione biologica un

valore intrinseco, indipendentemente dall'uso umano (valore di esistenza)[29]. In questo senso è possibile spiegare la biodiversità secondo uno dei principi fondamentali del concetto di sostenibilità, ossia l'equità intergenerazionale: lasciare alle generazioni future un capitale naturale, non inferiore a quello attuale è, infatti, un aspetto centrale del concetto di sostenibilità.

Inoltre, nelle tradizionali comunità agricole in cui ancora avviene il libero scambio di semi, il valore che viene dato alle risorse genetiche non è espresso in termini monetari. L'argomento sarà trattato in maniera più approfondita nel prossimo paragrafo, è importante sottolineare però che, mentre il seme, inteso come bene privato che viene fisicamente piantato, è di per sé rivale e il suo uso può essere facilmente esclusivo, le risorse genetiche(le informazioni genetiche o patrimonio immateriale: cfr Legegr Regionale Lazio n. 15 del 2000. Introduzione a cura del crocevia) insite nel seme hanno invece un carattere di bene pubblico e quindi, giuridicamente, sono coperte da diritti collettivi – il suo utilizzo da parte di un agricoltore non è in competizione con il loro uso da parte di altri. L'esclusione è molto difficile da realizzare (tranne forse in alcune forme di ibridi commerciali). Questa caratteristica delle risorse genetiche come bene pubblico, in combinazione con il loro immenso valore in agricoltura, ha portato alla consuetudine profondamente radicata del libero scambio che si è protratta in agricoltura fino ai giorni nostri. Infatti, il principio del libero scambio fu intenzionalmente applicato anche durante la rivoluzione verde con l'obiettivo di espandere il più possibile i successi ottenuti nel miglioramento varietale grazie alla scienza. Il sistema di diffusione adottato si basava su un meccanismo in grado di promuovere lo scambio da contadino a contadino delle varietà migliorate al fine di raggiungere gli agricoltori più lontani e poveri di risorse (Vervoorn, 1996). Si basava inoltre, da uno stretto punto di vista giuridico occidentale, sulla presunzione che le risorse genetiche fossero un bene di libero accesso gratuito,se non ricoperte da Diritti di Proprietà intellettuale codificati (catalogo e diritti di attenzione del selezionatore)

Inoltre, sin dagli anni Trenta, i *Plant Breeders' Rights* (PBR) furono sistemi che, sviluppatisi negli Stati Uniti e in Europa, prevedevano anche alcuni aspetti di libero scambio. Fu permesso l'uso di seme protetto per le successive fasi di miglioramento, includendo anche esenzioni volte a favorire la conservazione e lo scambio di semi di varietà protette. Queste caratteristiche sono sconosciute nel sistema dei brevetti industriali adottato in sede Wto anche per le "living forms". A livello internazionale, questo meccanismo tradizionale fu codificato nell'Impegno internazionale sulle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura del 1983, confermando che le risorse genetiche sono patrimonio dell'umanità.

1.2.2 Metodologie per la valutazione economica della biodiversità

La biodiversità presente e futura è una conseguenza delle scelte umane, non solo nelle politiche di conservazione *ex* situ, che include tutte quelle specie e varietà gestite

[29] INEA, *Biodiversità e Sviluppo Rurale*, Quaderno informativo n. 11. Programma d'Iniziativa Comunitaria LEADER II, Comunicazione CEE 94/C/180/12 dell'1/7/1994.

nelle banche del germoplasma e nei programmi di miglioramento genetico per la produzione delle varietà moderne, ma anche nell'interazione tra i processi di selezione naturale e le decisioni degli agricoltori sulle risorse genetiche vegetali da produrre in azienda (*in situ*). Rispetto ad altri pilastri della politica pubblica, l'economia solo recentemente ha contribuito al dibattito sul valore delle risorse genetiche. A riguardo, Brown (1990) ha spiegato che la principale difficoltà sta nel fatto che gran parte delle risorse genetiche non hanno un mercato ufficiale in cui effettuare lo scambio, e dunque non esistono prezzi a cui fare riferimento. Infatti, le difficoltà insite nella misurazione del valore di beni non di mercato sono notevoli, nonostante i continui progressi nella teoria e nelle applicazioni di economia ambientale.

I dati disponibili sui prezzi delle risorse genetiche vegetali rimangono scarsi, come per molte altre risorse pubbliche di rilevanza economica; ciò è dovuto alla loro caratteristica di non escludibilità. Le risorse genetiche vegetali sono beni misti con più tratti o attributi, alcuni dei quali non sono "visibili" nella fase di conservazione, gestione e commercializzazione. Tali asimmetrie informative non contribuiscono alla buona performance del mercato.

Tuttavia, la privatizzazione della ricerca biologica per l'agricoltura, la concentrazione nell'industria biotecnologica e l'integrazione verticale dell'industria sementiera avvenuta negli anni '90, sono segnali che mostrano l'espansione di nuovi mercati sulle risorse genetiche vegetali. I cambiamenti economici che hanno caratterizzato il settore agro-alimentare sono stati realizzati grazie all'estensione del regime dei diritti di proprietà intellettuale sulla materia vivente iniziato a partire dagli anni '80 negli Stati Uniti e alla fine degli anni '90 nell'Unione Europea. Le pressioni internazionali per introdurre la questione dei regimi di proprietà intellettuale nell'agenda delle negoziazioni multilaterali trovano successo nell'accordo Trips (*Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights*), firmato a Marrakech il 15 aprile 1994.

La teoria economica prevede che regimi più stringenti di proprietà intellettuale permettono all'innovatore di recuperare i costi e di stimolare l'innovazione, inducendo così i soggetti privati ad investire nella ricerca e nello sviluppo. La tesi sostenuta in sede Wto a favore della protezione intellettuale brevettuale considera i brevetti come il presupposto per l'incremento del benessere collettivo e per il migliore funzionamento dei meccanismi di regolamentazione del mercato.

Alcuni movimenti contadini, Le organizzazioni non governative e la società civile in generale hanno contrastato fortemente l'adozione dei diritti di proprietà intellettuale nell'ambito del Wto, rivendicando l'importanza dei diritti umani, quali il diritto alla libertà, all'uguaglianza, alla vita, alla sicurezza, alla giustizia così come al lavoro, all'assistenza e all'associazione. Questi principi di base della Dichiarazione Universale dei Diritti Fondamentali dell'Uomo si intrecciano necessariamente con le considerazioni legate al diritto al cibo e all'alimentazione degli agricoltori e dei consumatori, e sono messi in serio pericolo dall'adozione di un regime di proprietà intellettuale internazionale che nega ai paesi in via di sviluppo la possibilità di gestire i processi di innovazione in modo autonomo, come avvenuto in passato da parte dei paesi occidentali.

Un ulteriore problema che viene portato in evidenza per sottolineare i danni economici e sociali derivanti dai regimi di proprietà intellettuale è che gli agricoltori, in qualità di custodi *in situ* delle risorse genetiche vegetali, e a differenza dei costitutori e degli innovatori, usano i semi come input della ri-produzione. Solitamente vivono in luoghi che hanno beneficiato in scarsa misura delle rivoluzioni verdi. Sebbene sia generalmente accettato che la Rivoluzione verde abbia generato notevoli benefici nei sistemi irrigui di produzione asiatici, gran parte delle famiglie contadine che vivono nelle aree marginali della regione, rimangono a forte rischio di insicurezza alimentare, malnutrizione e povertà estrema. D'altro canto, sono proprio questi i contadini che continuano a conservare e riprodurre le risorse genetiche vegetali, a fronte di una forte volatilità e imprevedibilità per i mercati dei loro prodotti, che li spinge ad affidarsi all'auto-consumo.

Vi è un crescente riconoscimento del fatto che molti di questi agricoltori sono i custodi *de facto* di risorse socialmente preziose. Partendo da questo presupposto, l'Impegno Internazionale sulle risorse fitogenetiche, approvato dall'organo di governo della della Fao (la Conferenza) nel 1983, ha richiamato il concetto di 'diritti degli agricoltori' nell'arena pubblica durante gli anni '80. Essi sono definiti come quei diritti da attribuirsi agli agricoltori di tutte le regioni del mondo, specialmente dei centri di origine e di diversità, per aver conservato, migliorato e reso liberamente disponibili ai ricercatori le piante agricole coltivate, il loro germoplasma, le tecniche di coltivazione e le informazioni sulle loro caratteristiche (ITPGRFA, Preambolo e art. 9). Dopo un tentativo di annullare, nel 1992, a seguito dell'approvazione della CBD, l'Impegno Internazionale sulle risorse fitogenetiche, i governi decisero di avviare un nuovo ciclo negoziale basato sul principio della "sovranità nazionale" sulle risorse genetiche dando vita ad uno specifico trattato per le risorse genetiche agricole. Ratificato da oltre 123 stati membri, il Trattato Internazionale sulle risorse genetiche vegetali per l'agricoltura e l'alimentazione (ITPGRFA) è entrato in vigore nel 2004. Il Trattato istituisce un sistema multilaterale di condivisione delle risorse genetiche per 64 colture alimentari chiave e 29 specie foraggere, mediante un modello di accordo che riduce i costi delle transazioni bilaterali sulle linee scambiate per lo sviluppo di varietà migliorate – soprattutto costitutori.

La Convenzione sulla diversità biologica (CBD), entrata in vigore nel 1993 e firmata da 191 paesi, permette ai governi nazionali di determinare le modalità di accesso alla biodiversità[30], al fine di promuovere la conservazione, l'uso sostenibile e l'equa condivisione dei benefici. Secondo l'art 8(j) ciascun Paese firmatario "rispetterà, preserverà e manterrà le conoscenze, le innovazioni e la prassi delle comunità indigene e locali che incarnano stili di vita tradizionali rilevanti per la conservazione e l'uso sostenibile della diversità biologica e favorirà la loro più ampia applicazione con l'approvazione ed il coinvolgimento dei detentori di tali conoscenze, innovazioni e prassi, incoraggiando un'equa ripartizione dei benefici derivanti dalla utilizzazione di

[30] Per un quadro generale delle leggi adottate a livello nazionale sula questione sementiera, si veda Grain, *Seed Laws*, Seedling, Luglio 2005. http://www.grain.org/seedling/?id=344

tali conoscenze, innovazioni e prassi". La CBD riconosce dunque il contributo degli agricoltori 'per il miglioramento delle colture e sollecita la condivisione equa dei benefici come incentivi per gli agricoltori a conservare le loro risorse biologiche. Sebbene il privilegio degli agricoltori a conservare le sementi è riconosciuto da tempo, i diritti degli agricoltori fanno ora esplicitamente riferimento al diritto a riprodurre, conservare, utilizzare, scambiare e vendere le risorse genetiche. Hanno inoltre il diritto di essere ricompensati per l'uso di queste risorse genetiche da parte di terzi. Per esempio, l'evoluzione della legislazione sui diritti degli agricoltori e delle varietà in India illustra la complessità etica, politica e scientifica dell'argomento (Srinivasan, 2003; Louwaars, 2006). L'India, infatti, nel rispetto dell'art 27.3 dell'Accordo Trips, ha deciso di adottare nel 2001 un sistema *sui generis*[31], il *Protection of Plant Varieties and Farmers' Rights Act*, che ammette una clausola (39(1)) secondo cui:

> *"un agricoltore ha il diritto di conservare, usare, seminare e ri-seminare, scambiare, condividere o vendere il prodotto della sua azienda, compreso le sementi di una varietà protetta sotto questo Atto, mantenendo i diritti riconosciuti prima dell'entrata in vigore di quest'Atto"*[32].

1.2.3 La valutazione economica della conservazione in situ

Nel paragrafo precedente è stato presentato un quadro dei numerosi studi esistenti sulla valutazione e gestione della biodiversità. Un argomento che solo recentemente ha ricevuto notevole attenzione è stato quello riguardante il valore derivante dalla coltivazione *in situ* delle varietà locali. Questo filone di ricerca ha iniziato ad essere approfondito solo negli anni '90 al fine di analizzare gli incentivi economici che gli agricoltori e le comunità possono usufruire dalla gestione *in situ* dell'agro-biodiversità.

I primi studi hanno applicato i modelli microeconomici alla scelta varietale nel tentativo di comprendere le motivazioni degli agricoltori ad adottare le varietà ad alta resa sviluppate durante la rivoluzione verde degli anni '70. I modelli implicitamente assumevano che le nuove varietà di sementi erano superiori a quelle degli agricoltori. Pertanto, la pratica di crescere contemporaneamente le varietà moderne e le *landraces* era associata ad inefficienze legate ai processi di apprendimento degli agricoltori (ad es Kislev e Shchori-Bachrach, 1973; Hiebert, 1974). L'ipotesi sottostante era che, in una situazione di equilibrio, gli agricoltori efficienti avrebbero adottato le varietà moderne per le rispettive aree di produzione. In una seconda fase, l'approccio teorico ammetteva che le scelte degli agricoltori non fossero efficienti perché motivati dalla loro propensione al rischio (ad esempio Feder, 1980; Just e Zilberman, 1983). Successivamente, gli economisti hanno sostenuto che l'adozione parziale delle varietà

---

[31] Dang R. e C. Goel, *Sui Generis Plant Variety Protection: The Indian Perspective*, American Journal of Economics and Business Administration 1 (4): 303-312, 2009.
http://www.scipub.org/fulltext/ajeba/ajeba14303-312.pdf

[32] Citato in M. Fonte, *Organismi Geneticamente Modificati Monopolio e Diritti*. Franco Angeli, 2004.

moderne andava attribuita a una serie di motivazioni tra loro contrastanti (Smale et al., 1994), tra le quali vanno menzionate il differenziale dei costi che gli agricoltori affrontano, dovuto anche agli elevati costi di transazioni derivanti dalla presenza di mercati imperfetti (de Janvry et al. , 1991), l'eterogeneità ambientale che porta a forti differenze nei tipi di suolo su cui le aziende coltivano (Bellon e Taylor, 1993).

Brush et al. (1992) hanno preso in considerazione un fatto stilizzato che diveniva sempre più evidente: le varietà moderne a rapida diffusione hanno portato inevitabilmente alla perdita di varietà locali potenzialmente preziose e complesse dal punto di vista genetico, come è stato osservato in Asia durante le prime fasi della rivoluzione verde (Frankel , 1970; Harlan, 1972; Hawkes, 1983). Il lavoro di Brush cerca di modellizzare l'introduzione delle varietà moderne in un sistema di produzione in cui le varietà locali rimangono comunque presenti. I dati empirici su cui si basa l'analisi confermano che l'adozione delle varietà ad alta resa per le patate ha ridotto solo inizialmente il tasso di adozione delle *landraces*. A differenza dei precedenti lavori, la loro analisi arriva a concludere che la sostituzione delle varietà locali con varietà moderne non è inevitabile e la coltivazione di entrambi i tipi può anche essere ottimale per gli agricoltori. (abbiamo lavorato insieme con brush…trovi qualcosa anche enlle carte di cic)

L'analisi effettuata ha rilevato inoltre che la maggiore frammentazione dell'unità aziendale è associata con un numero crescente di varietà locali per singola azienda. Invece, le opportunità di occupazione per il capo famiglia al di fuori della produzione agricola *(off-farm)*, sono negativamente associate con il numero di varietà locali coltivate in azienda, sostenendo l'ipotesi che il mantenimento di varietà locali di patate richiede un maggior contributo di lavoro. La ricchezza influisce sul numero di varietà locali coltivate solo indirettamente. Infatti, i ricchi hanno dedicato meno spazio alle varietà moderne, probabilmente a causa dello status di lusso di cui godono alcune varietà locali di patata, mentre i poveri sono meno propensi a farle crescere a causa di mercati del credito e assicurativi imperfetti.

In linea con l'impostazione di Brush et al., il lavoro di Meng et al. (1998b) individua una serie di ragioni, tra cui l'assenza di mercati perfetti, il ruolo fondamentale del rischio e le condizioni agro-climatiche, che giustificano la scelta degli agricoltori turchi di coltivare varietà locali di grano. Tutti questi elementi influenzano la probabilità che le famiglie coltivino *landraces* sul loro terreno. Quindi, durante i processi di sviluppo economico, è improbabile che il cambiamento di un singolo fattore induca gli agricoltori ad abbandonare le varietà locali che hanno custodito di generazione in generazione. Gli autori concludono che le variabili che incidono sulla probabilità di coltivare varietà locali sono indipendenti da quelli che influenzano l'indice di diversità delle *landraces*, il che implica la necessità di distinguere le politiche per il mantenimento delle varietà locali dalle politiche che influenzano l'indice di diversità delle stesse.

Nel lavoro di Meng la scelta delle varietà non è considerata come equivalente all'adozione, e nemmeno la diversità è sufficiente a motivare la coltivazione di varietà locali. L'obiettivo dell'analisi non riguarda la questione sulla sostituzione tra varietà moderne e varietà locali, ma su quali strumenti, in un programma di conservazione, sono efficaci per incentivare le famiglie a coltivare varietà locali geneticamente diverse.

In secondo luogo, Meng usa indici di diversità, calcolati con dati sperimentali, per valutare quali caratteristiche qualitative delle varietà locali di grano incidono sulla scelta varietale del campione di famiglie analizzato. Uno di questi, l'indice di Shannon, è tra i più utilizzati nella letteratura agronomica.

Secondo gli autori, gli agricoltori che possiedono più terra o più terra fertile, e quelli con gli indici di ricchezza più alti (frigoriferi, acqua ed elettricità) hanno maggiore probabilità di coltivare varietà locali di frumento. Le variabili che misurano la domanda per consumi delle famiglie contadine, la percentuale della produzione di grano destinata alla commercializzazione, la distanza di mercato e la qualità delle strade, supportano l'ipotesi che gli agricoltori situati in zone lontane dal mercato utilizzano la propria produzione per auto-consumo. Al contrario del lavoro di Brush, la frammentazione è negativamente associata con l'indice di diversità delle varietà locali, mentre, imprevedibilmente, un aumento della percentuale del livello di produzione commercializzato nella regione influenza positivamente l'indice di diversità.

Sulla base degli ultimi due studi, Van Dusen (2000) ha sviluppato un modello basato sulle aziende agricole familiari in assenza di mercati per spiegare l'indice di diversità inter-specie e intra-specie all'interno del sistema di produzione della milpa a Puebla, in Messico. Smale et al. (2001) hanno analizzato anche le quote di area ripartite tra varietà locali di mais da parte degli agricoltori, nello stato di Guanajuato, in Messico. Il lavoro di Smale combina inoltre le caratteristiche varietali con il concetto di beni pubblici impuri e include inoltre una variabile per rappresentare l'offerta di varietà locali distinte a livello di comunità.

Nel tentativo di individuare le regioni più adatte e il tipo di politiche di conservazione da adottare per una gestione efficace della biodiversità, Smale et al. (2005) partono dalla premessa che le risorse genetiche vegetali sono da considerare beni pubblici impuri, e quindi i loro costi e benefici hanno una dimensione sia pubblica che privata. Concettualmente, il più alto rapporto benefici/costi per la gestione *in situ* delle risorse genetiche vegetali (rispetto alla gestione *ex situ* nei programmi di miglioramento genetico o nelle banche del germoplasma) avverrà dove i contadini traggono maggiore utilità dalla gestione e il valore pubblico legato alla biodiversità è alto. Nelle situazioni in cui gli agricoltori già sostengono i costi di mantenimento della diversità in tali aree e dimostrano una preferenza nel farlo, i costi degli interventi pubblici a sostegno della conservazione sarebbero piuttosto ridotti. Nei casi in cui la diversità genetica viene considerata come molto limitata, e gli agricoltori traggono pochi benefici da una gestione diversificata delle risorse genetica, i vantaggi di investire in qualsiasi forma di conservazione *in situ* potrebbero essere minimi. Invece, quando il contributo alla biodiversità è grande ma gli agricoltori reputano uno scarso valore privato per esso, la conservazione *ex situ* è l'unica opzione. Se vi è poca diversità ma gli agricoltori tengono molto a questo proposito, potrebbe non esserci bisogno di un intervento pubblico dato che nessun valore globale è associato con la conservazione. Tuttavia, la comunità potrebbe decidere di pagare i contadini per continuare a coltivare alcune varietà locali (alcuni esempi di questo tipo si trovano in Toscana).

I risultati empirici dimostrano chiaramente che, in presenza di mercati imperfetti o incompleti, in alcune zone le popolazioni rurali dipendono dalla diversità delle loro

specie e varietà per affrontare i rischi climatici, le caratteristiche del suolo e delle acque e per soddisfare una serie di bisogni di consumo. In tali contesti i costi opportunità di mantenere la diversità rischiano di essere bassi perché le alternative di sviluppo sono limitate. Le opportunità di guadagni monetari possono essere limitate. Questi luoghi sono spesso caratterizzate per essere sfavorevoli o marginali (*unfavourbale* o *marginal areas*). Le persone che vivono in esse sono spesso considerate povere su scala globale. La soluzione del dilemma sociale richiede un po' di comprensione, tuttavia, su come cambia la distribuzione dei costi e dei benefici nella gestione dei cambiamenti della biodiversità al variare dei cambiamenti economici.

- ***Il metodo delle preferenze dichiarate e delle preferenze rivelate***

Il valore della conservazione *in situ* dell'agro-biodiversità è stato misurato utilizzando principalmente due approcci: il metodo delle preferenze dichiarate, detto anche metodo di valutazione diretta, e quello delle preferenze rivelate, detto anche metodo della valutazione indiretta.

I primi fanno riferimento ai metodi della valutazione contingente, i secondi si basano su tecniche di valutazione convenzionali (fattori di produzione, surplus del produttore, etc.) o non convenzionali (metodo del prezzo edonico; metodo del costo di viaggio) (Bockstael e McConnell, 2007).

Le due metodologie si differenziano per le fonti di informazione primaria utilizzate nelle rispettive analisi. Mentre nel caso di preferenze dichiarate i dati derivano da indagini campionarie ad hoc; nel metodo delle preferenze rivelate le fonti di informazione provengono dall'osservazione dei comportamenti di mercato riguardanti un certo bene o risorsa. Inoltre, dai due metodi si ottengono valutazioni diverse: con i metodi delle preferenze dichiarate si vuole stimare il valore economico totale di una risorsa naturale, invece con quelli basati sulle preferenze rivelate si stimano soltanto i valori d'uso (Mitchell e Carson 1989; Pearce e Turner 1990). Per tale ragione, le due metodologie di valutazione sono considerate complementari. Tuttavia, esistono alcune cornici di analisi in cui una metodologia può risultare più adatta dell'altra (Bateman et al. 2002).

In parte, i metodi delle preferenze dichiarate sono stati sviluppati per affrontare le limitazioni degli approcci di preferenze rivelate. Per esempio, il metodo dei prezzi edonici, un approccio di preferenza rivelata, sono stati applicati dagli economisti ambientali per stimare i valori di una caratteristica particolare della pianta o della razza di allevamento (Von Oppen e Rao, 1982; Unnevehr, 1986; Amat e altri 1997; Scarpa e altri, 2003b). I modelli edonistici interpretano i prezzi di mercato delle merci in termini degli attributi implicitamente negoziati. Ci sono due grandi vincoli per l'uso del metodo dei prezzi edonici nella valutazione della biodiversità agricola. In primo luogo, come per molti altri beni ambientali, non esistono mercati veri e propri per gli attributi insiti nel patrimonio genetico di un seme, e se anche fosse, il loro valore non potrebbe essere ben rappresentato dai prezzi poiché i mercati risultano imperfetti e/o incompleti. Ad esempio, i mercati delle singole varietà possono essere di nicchia e comunque

spesso mancano di standard che consentono ai consumatori di distinguere la qualità. In secondo luogo, ammettendo che esistano mercati perfetti, il prezzo di mercato potrebbe non essere una buona approssimazione del valore complessivo dei beni ambientali, poiché, per definizione, i valori di mercato tendono a riflettere solo i valori d'uso.

Al contrario, i metodi di preferenza dichiarate hanno il potenziale di rivelare il valore economico totale di un'innovazione in un bene di non mercato. La valutazione contingente è un metodo di elicitazione diretta. A tal proposito, Dyer (2002) ha combinato il metodo di valutazione contingente con il modello di equilibrio generale per studiare la risposta dell'offerta dei produttori di mais in Messico all'accordo Nafta per il libero commercio nell'America Settentrionale. Oltre a presentare il metodo di valutazione contingente, Dyer analizza l'impatto dell'accordo sui prezzi delle varietà locali di mais. Dall'analisi risulta che l'elasticità d'offerta delle varietà locali è positiva nel caso di una variazione positiva dei prezzi, mentre risulta nulla quando il prezzo diminuisce. In presenza di vincoli di liquidità e benefici non monetari, le simulazioni effettuate su un modello di equilibrio generale addirittura portano a sostenere che la diminuzione nel prezzo sposta le decisioni degli agricoltori verso una maggiore diversità varietale.

Le recenti critiche al metodo di valutazione contingente hanno portato allo sviluppo di alternative basate sui metodi di preferenze dichiarate, tra cui i modelli decisionali basati sulle caratteristiche e gli attributi, e le procedure di elicitazione indiretta. Tali modelli implicano una valutazione basata su classifiche o voti degli intervistati attraverso opzioni alternative, in cui a ciascuna delle quali è associata un insieme di attributi, comprensivi incluso il prezzo. In un'ottica simile alla valutazione contingente, tali modelli prevedono come strumento di applicazione la ricerca di indagine. Inoltre, come nel metodo dei prezzi edonici, essi sono concettualmente fondati sulla teoria della scelta del consumatore di Lancaster (1966).

E' importante ricordare anche due esempi tratti dalla letteratura sulla valutazione delle risorse genetiche animali in cui viene applicato il metodo di scelta basato su esperimenti. Scarpa et al. (2003a), hanno stimato il valore degli attributi dei suini creoli rispetto a quelli di maggiore produttività, ma meno adatti al territorio della penisola dello Yucatan in Messico, delle razze esotiche. In un altro lavoro Scarpa et al. (2003b), hanno applicato il metodo delle preferenze dichiarate nella valutazione di caratteristiche specifiche del bestiame di razze autoctone tra i Masai in Kenya. Birol (2004), invece, ha sviluppato un metodo di scelta sperimentale per stimare il valore degli orti casalinghi (*home gardens*) e i loro attributi sull'agrobiodiversità in Ungheria. Il modello di Birol combina l'approccio di utilità casuale con la teoria della scelta del consumatore di Lancaster (1966) per stimare il valore privato che gli agricoltori ungheresi assegnano agli attributi della biodiversità presente nei loro orti, e indica come tale informazione possa essere utilizzata per supportarne il loro mantenimento nel programma di sviluppo rurale nazionale, alla luce della loro importanza per la sicurezza alimentare e la qualità nutrizionale. Lo stesso approccio di Birol è adottato da Wale e Mburu (2006), i quali hanno scoperto che i coltivatori di caffè in Etiopia non danno un nome alle varietà, ma la distinzione tra i differenti tipi di caffè avviene in base agli attributi che le caratterizza. Nella loro inchiesta, essi propongono un indice di

diversità basato sugli attributi per valutare le decisioni dei produttori familiari anche in considerazione della vulnerabilità individuale al rischio.

Gli studi empirici che hanno applicato il modello delle preferenze rivelate partono dal presupposto che gli agricoltori delle regioni ad alto rapporto benefici-costi nella conservazione della diversità genetica possano decidere di non attuare una gestione diversificata risorse genetiche. Un incentivo a proseguire nel lavoro di conservazione e tutela della biodiversità avrà implicazioni in termini di efficienza ed equità a livello locale, regionale e globale. Un primo passo per la definizione di politiche adeguate sarà quello di identificare i fattori che influenzano la probabilità che gli agricoltori continuino a gestire la biodiversità *in situ* in un contesto economico e sociale estremamente dinamico.

Il modello di preferenze rivelate applica modelli econometrici di scelta varietale che derivano dal quadro teorico dell'agricoltura familiare (Singh et al., 1986; de Janvry et al., 1991). Una combinazione di teoria microeconomica, principi di genetica delle popolazioni ed ecologia permette di definire l'insieme di variabili esplicative da misurare empiricamente per la definizione del livello di biodiversità presente nelle singole aziende agricole. La misurazione, l'impatto e gli effetti previsti per ciascuna variabile sono contestualizzati al territorio oggetto di indagine poiché dipendono dal modello di produzione agricola adottato, dal sistema di riproduzione e dalle caratteristiche fisiche dell'ambiente. I test d'ipotesi permettono di validare l'importanza non solo dell'eterogeneità ambientale presente sia a livello territoriale sia nelle aziende agricole, ma anche delle infrastrutture di mercato, del capitale umano, del reddito e/o ricchezza e l'uso delle varietà moderne.

Una sintesi del modello teorico delle preferenze rivelate è sviluppato da Van Dusen (2000), il quale applica un modello econometrico per testare se il livello di diversità cambia quando si considera la variabilità inter-specie e la variabilità intra-specie. I risultati mostrano che la diversità genetica mantenuta dalle famiglie è influenzata da fattori ambientali, caratteristiche di mercato e familiari. La prossimità al mercato, l'uso di manodopera qualificata e la migrazione verso gli Stati Uniti sono negativamente correlate con la diversità genetica.

Edmeades (2003, 2006), invece, ha formulato un modello basato sulla molteplicità degli attributi (multi-attributes) per analizzare la domanda varietale nell'agricoltura familiare; il modello è stato poi applicato per analizzare la biodiversità delle banane nella zona orientale dell'Africa Sub-Sahariana.

Infine, è importante ricordare alcuni articoli recenti che potranno dare un forte contributo alla ricerca futura. Lipper et al. (2005) analizzano l'impatto dei programmi di riproduzione delle sementi in aree soggette a siccità dell'Etiopia orientale studiando la diversità inter-specie. Di Falco e Perrings (2005), partendo dall'articolo di Heisey et al. (1997), stimano la relazione diversità-produttività in Sicilia, dove i produttori di grano duro sono organizzati in cooperative di produzione e commercializzazione in un mercato molto articolato e fortemente controllato. L'analisi effettuata dagli autori suggerisce che il rischio di produzione è un fattore importante nella conservazione delle risorse genetiche. Un ulteriore elemento che, secondo gli autori, gioca un ruolo fondamentale nell'erosione della diversità genetica è l'integrazione di mercato.

1.3 Il dibattito internazionale riguardante i diritti sulle risorse genetiche

Il dibattito sulla tutela delle risorse genetiche è iniziato alla fine degli anni Settanta durante la prima fase di concentrazione nel settore della produzione sementiera (Mooney, 1979). Affinché i benefici arrivassero anche ai contadini protagonisti della conservazione ed evoluzione della diversità genetica, l'accesso alle risorse genetiche necessitava di una regolamentazione complessiva. I dibattiti hanno portato ad una regolamentazione a livello internazionale che mette in luce diversi aspetti legati alla biodiversità agricola, tra i quali i diritti degli agricoltori. Fowler e Hodgkin[33] (2004) hanno fatto notare che *"i dibattiti attuali si confondono tra rivendicazioni complesse dei diritti e l'apparentemente irresistibile richiamo all'idea che queste risorse abbiano un grande valore economico"*.

Negli ultimi anni, la comunità internazionale ha deciso di darsi uno strumento di governance a tutela delle risorse fitogenetiche, con l'obiettivo di perseguire la sostenibilità ambientale e la giustizia sociale. I suoi obiettivi sono la conservazione e l'uso sostenibile delle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura, e la distribuzione equa dei benefici derivanti dal loro uso. I paesi aderenti hanno optato per un regime di condivisione sia delle risorse sia dei benefici che ne possono discendere, invece di limitarsi a fissare dei meccanismi per la loro appropriazione. Cosi la distribuzione dei vantaggi derivanti dall'utillizzo delle risorse fitogenetiche di interesse agroalimentare si realizzerà attraverso scambi di informazioni, trasferimenti di tecnologie e una serie di altri strumenti volti ad assicurare l'accesso alle conoscenze e la giustizia sociale. Ripercorriamo l'evoluzione degli accordi internazionali partendo dall'Impegno Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche del 1983, che ha sancito l'impegno per un'azione congiunta di conservazione delle risorse genetiche e, per la prima volta, vennero enunciati i diritti dei contadini per il loro contributo millenario nella conservazione e selezione delle risorse genetiche per l'agricoltura e l'alimentazione.

- *L'Impegno Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche*

La percezione che le specie vegetali potessero essere una risorsa strategica si sviluppò già durante il periodo coloniale, quando le potenze emergenti a livello mondiale indirizzarono la propria attenzione verso le colture ad alto valore aggiunto dal punto di vista commerciale. Fino alla metà del secolo scorso, le aziende commerciali hanno controllato i mercati dei prodotti tropicali in modo esclusivo senza lasciare alcuna possibilità di accesso ai potenziali concorrenti. I metodi più recenti di controllo dei mercati hanno visto l'utilizzo di embarghi formali (Smale & Day-

[33] Fowler, C. and T. Hodgkin. 2004. *Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Assessing Global Availability*. Annual Review of Environment and Resources Vol. 29 (November 2004)

Rubinstein[34], 2002) e informali (Fowler e Mooney, 1990) per opporsi all'esportazione del materiale genetico.

Il dibattito globale sulla conservazione e la disponibilità di risorse genetiche nel settore agricolo emerse alla fine degli anni '50. Si iniziò a considerare le risorse genetiche come patrimonio dell'umanità. Allo stesso tempo, vennero sviluppati sistemi di diritti di proprietà intellettuale che garantissero gli investimenti privati effettuati nel miglioramento varietale. Nel 1983, la FAO creò una Commissione intergovernativa sulle risorse genetiche per l'alimentazione e l'agricoltura (*Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture* - CGRFA), con l'obiettivo di risolvere il problema dell'erosione della biodiversità e, allo stesso tempo, affrontare le questioni di insicurezza alimentare di oltre un miliardo di persone in povertà estrema.

La nascita della Commissione ha permesso l'apertura di una piattaforma internazionale sulla negoziazione, lo sviluppo e il monitoraggio degli accordi e delle regolamentazioni internazionali sulle risorse genetiche. L'obiettivo era quello di raggiungere un ampio consenso sui temi di interesse globale. Il lavoro della Commissione ha dato un forte impulso allo sviluppo di un'operazione mondiale di conservazione delle risorse genetiche, nel tentativo di assicurare la cooperazione internazionale ed evitare i tentativi di duplicazione degli sforzi. A tale scopo è stato lanciato il Piano Globale d'Azione per la conservazione e l'uso sostenibile delle risorse genetiche, di cui è parte integrante l'Impegno Internazionale (*International Undertaking on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture* IUPGRFA: http://www.fao.org/ag/cgrfa/IU.htm) approvato nel 1983, ma con carattere non vincolante. Esso ha permesso il coordinamento internazionale sulle principali specie vegetali collezionate nelle banche del germoplasma del Gruppo Consultivo per la ricerca agraria internazionale (*Consultative Group on International Agricultural Research* – CGIAR). Tuttavia, la natura volontaria dell'*International Undertaking*, in combinazione con la mancanza di meccanismi di conformità e con la difficoltà di attuare strumenti finanziari collegati al Piano d'Azione Globale, al fine di sostenere misure tangibili in favore dei diritti dei contadini, limitarono notevolmente l'impatto dell'*International Undertaking* a livello politico.

E' importante ricordare che il concetto di diritti dei contadini fu introdotto per la prima volta nell'Accordo Internazionale e fu ulteriormente definito nella Risoluzione 5/89 della Conferenza FAO[35]. I diritti dei contadini furono visti come un mezzo per riconoscere il contributo dei contadini, e delle loro comunità, nella conservazione e selezione delle risorse genetiche. Si voleva inoltre prevedere degli incentivi per continuare nel processo di conservazione e selezione, permettendogli inoltre di partecipare ai benefici potenziali, presenti e futuri, monetari e non, che potrebbero

---

[34] Smale, M. & Day-Rubenstein, K., 2002. "*The Demand for Crop Genetic Resources: International Use of the US National Plant Germplasm System*," World Development, Elsevier, vol. 30(9), pages 1639-1655, September

[35] Terza Sessione dell'Organo Direttivo dell'ITPGRFA, Tunisi, 1-5/06/2009. *Collection on views and experiences submitted by contracting parties and other relevant organizations on the implementation of article 9.*

derivare dall'uso delle risorse genetiche tramite il miglioramento genetico e gli altri metodi scientifici.

E' interessante notare che la negoziazione sull'IU è durata negli anni e può essere riassunta in tre risoluzioni, che sono state incorporate nel testo dell'IU come allegati:

- La Risoluzione 4/89 intitolata Agreed Interpretation of the International Undertaking, che riconosce i diritti dei contadini come Allegato I dell'IU.
- La Risoluzione 5/89 intitolata Farmers' Rights, che propone l'introduzione della nozione di diritti dei contadini nell'Allegato II all'IU.
- La Risoluzione 3/91, dove viene stabilito che il diritto degli agricoltori dovrebbe essere implementato attraverso un Fondo Internazionale per le PGR e inserito nell'IU come Allegato III.

La Risoluzione 5/89 definisce i diritti degli agricoltori come "diritti provenienti dal contributo passato, presente e futuro dei contadini nel conservare, migliorare e rendere disponibile le PGR, in particolare di quelle comunità rurali ancora presenti nei centri di origine/diversità. Questi diritti sono assegnati alla Comunità Internazionale, in quanto "trustee" per le generazioni presenti e future dei contadini, con lo scopo di assicurare completo beneficio a tutti i contadini, e dare supporto a continuare a dare il loro contributo, così come la realizzazione degli scopi generali dell'IU.

Come parte di questa Risoluzione, la Conferenza FAO approvò il concetto dei diritti dei contadini con l'obiettivo di:

- assicurare il riconoscimento globale dell'importanza e la necessità della conservazione e la disponibilità di fondi sufficienti a raggiungere gli scopi previsti;

- assistere i contadini e le loro comunità di tutto il mondo, in particolare in quelle regioni circostanti ai centri di diversità delle risorse genetiche, nella protezione e conservazione delle loro PGR e della biosfera naturale.

- Permettere la completa partecipazione dei contadini, delle loro comunità e dei paesi ai benefici derivanti, nel presente e nel futuro, dall'uso migliorato delle risorse genetiche.

Sebbene non siano considerati una forma di proprietà intellettuale, l'implementazione di tali diritti avrebbe dovuto permettere un contro-bilanciamento dei diritti riconosciuti ai costitutori delle nuove varietà nei sistemi ufficiali dei diritti di proprietà intellettuale[36].

L'Impegno Internazionale fu un accordo importante perchè mise le risorse fitogenetiche in primo piano tra gli argomenti dell'agenda politica internazionale. Fu un volano per la partecipazione dei governi nazionali ad iniziative nazionali ed internazionali interessate alla conservazione delle risorse genetiche, principalmente attraverso il Piano d'Azione Globale (Global Plan of Action - GPA).

---

[36] M. Fonte, *Organismi Geneticamente Modificati. Monopolio e Diritti*. Franco Angeli, 2004.

Durante la 26° sessione della Conferenza FAO, fu adottata la Risoluzione 3/91 che approvò l'implementazione di un fondo internazionale sulle risorse genetiche, nel tentativo di sostenere i programmi di conservazione e utilizzo, in particolare nei paesi in via di sviluppo, secondo principi di equità e trasparenza.

Uno dei principali obiettivi della rinegoziazione dell'IU, da cui scaturirono le basi per il Trattato Internazionale, come indicato nella risoluzione 7/93, fu quello di permettere la realizzazione dei diritti dei contadini. Tali negoziazioni culminarono nell'adozione del Trattato Internazionale, attraverso la Risoluzione 3/2001 della Conferenza FAO del Novembre 2001.

Come verrà affrontato più avanti, il Trattato riconosce l'enorme contributo che i contadini e le loro comunità hanno svolto nella conservazione e sviluppo dello risorse genetiche vegetali. I diritti dei contadini si estendono alla protezione della conoscenza tradizionale, al diritto di partecipare, secondo principi di equità, alla condivisione dei benefici e ai processi decisionali riguardanti le risorse genetiche (ITPGRFA: Preambolo, art. 6 e art. 9).

- *La Convenzione sulla Biodiversità*

Il dibattito sulla biodiversità nel settore ambientale è culminato nella Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo (UNCED) di Rio de Janeiro nel 1992. Un capitolo dell'Agenda 21 riguarda proprio la biodiversità. Attraverso la Convenzione sulla Biodiversità (CBD, 1993), accordo internazionale a carattere vincolante, la biodiversità è diventata una risorsa naturale sotto la sovranità delle nazioni che poteva essere scambiata. All'art 8(j) della CBD, si afferma che le parti si impegnano, sotto riserva della sua legislazione nazionale, a rispettare, preservare e mantenere le conoscenze tradizionali e le innovazioni delle comunità indigene che incarnano stili di vita tradizionali rilevanti per la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità.

I Paesi firmatari possono inoltre stabilire condizioni di accesso alle risorse genetiche, in conformità con una protezione adeguata ed efficace dei diritti di proprietà intellettuale (art. 16.2). L'accesso alle risorse avviene tramite un contratto con termini di accordo reciproci che prevedono il previo consenso informato e un'equa condivisione dei benefici della commercializzazione e dell'utilizzazione. I paesi sono liberi di negoziare e definire gli accordi di accesso bilaterale. Tuttavia, nel 2002 la Convenzione ha stabilito delle linee guida (le cosiddette linee guida di Bonn) sull'accesso alle risorse genetiche e la ripartizione equa dei vantaggi derivanti dalla loro utilizzazione (decisione 24 della VI Conferenza delle Parti della CBD), come uno strumento non vincolante che avrebbe guidato i paesi nell'accesso e nelle relative strategie per la condivisione dei benefici.

Durante la decima Conferenza delle Parti, tenutasi a Nagoya, in Giappone, e conclusasi il 29 ottobre scorso, ha visto la partecipazione dei delegati di 193 Paesi, riunitisi a Nagoya, in Giappone, si è concluso il 29 ottobre scorso. I lavori hanno portato alla stesura di programmi condivisi a livello internazionale volti a tutelare la diversità biologica, nel rispetto degli obiettivi prefissati dagli Stati membri della Convenzione (CBD), siglata ormai diciassette anni fa. I temi principali di quest'ultima Conferenza delle Parti sono stati:

1. la conservazione della biodiversità;
2. l'uso sostenibile delle risorse;
3. la condivisione equa dei benefici derivanti dalle risorse genetiche.

L'intesa sulla ripartizione equa dei benefici derivanti dalle risorse genetiche è stata siglata dall'adozione di un protocollo comune che fissa delle norme condivise volte a regolare, tra i diversi aspetti, l'utilizzo di piante da parte di grandi aziende per lo sviluppo di farmaci, cosmetici e di altri prodotti.

I colloqui, protrattisi per 12 giorni, si erano arenati per via di una clausola sui profitti derivanti dalla commercializzazione delle risorse, sui quali i Paesi in via di sviluppo richiedevano una partecipazione non solo ai profitti futuri, ma anche ai benefici economici ottenuti nl passato. Dopo la mediazione di Ryu Matsumoto, ministro dell'ambiente giapponese, gli effetti retroattivi sono stati esclusi dalla bozza finale.

Con l'adozione del protocollo di Nagoya gli Stati hanno stabilito, per la prima volta, un sistema giuridico vincolante per regolare l'accesso e la ripartizione dei beni derivanti dall'utilizzo delle risorse genetiche. Il Piano strategico prevede che entro il 2020 dovranno essere adottate misure e intraprese azioni volte a fermare la perdita di biodiversità: entro il 2020 dovrà essere protetto il 17 per cento della superficie terrestre e il 10 per cento delle coste e dei mari.

Il nuovo Protocollo regola l'accesso alle risorse genetiche delle piante, degli animali e di altri organismi. Il protocollo garantisce ai Paesi che dispongono di una ricca biodiversità la ripartizione dei benefici derivanti dall'utilizzo di queste risorse. Il Protocollo definisce le diverse fasi della procedura d'accesso e di ripartizione dei benefici :

1. colui che intende utilizzare la risorsa (un'impresa o un ricercatore) presenta una domanda d'accesso al Paese fornitore della risorsa genetica. Ogni Stato deve istituire un servizio nazionale dove centralizzare le domande.
2. i Paesi fornitori, e eventualmente le comunità locali, devono dare il loro assenso preliminare con conoscenza di causa per un impiego mirato della risorsa genetica;
3. dovranno essere stabilite delle clausole contrattuali fra le due parti che definiscano la modalità di ripartizione dei benefici con i Paesi o con le comunità fornitori;
4. l'autorizzazione è emanata da un autorità nazionale del Paese fornitore;
5. informazioni sono comunicate al Centro di scambio sull'accesso e la ripartizione dei benefici;
6. dovrà essere avviata una procedura a livello nazionale per la sorveglianza del rispetto degli obblighi.

A riguardo, il Trattato Internazionale sulle Risorse Genetiche è stato riconosciuto come uno dei pilastri del nuovo regime internazionale di accesso e di ripartizione dei benefici delle risorse genetiche. Nei prossimi mesi, un importo aggiuntivo di 10 milioni di dollari potrà essere utilizzato per contribuire alla sicurezza alimentare globale e sostenendo gli agricoltori ad adattarsi ai cambiamenti climatici.

Il Trattato è il primo meccanismo pienamente operativo che permette la possibilità di accedere e di ripartire i benefici di qualsiasi componente della biodiversità vegetale, e la sua ratifica da parte di 136 paesi, più l'Unione europea, rappresenta il più veloce ritmo di allargamento nella storia dei trattati e degli accordi sotto l'egida della FAO.

- *I Trips e gli Accordi Upov*

Il dibattito nel settore del commercio ha portato all'accordo sugli aspetti commerciali dei Diritti di proprietà intellettuale (Trips) sottoscritto a Marrakech nel 1994 dai paesi membri dell'Organizzazione mondiale del commercio (OMC). L'accordo Trips stabilisce le norme minime per i diritti di proprietà intellettuale nei territori dei paesi membri dell'OMC. Il sistema di protezione previsto dai Trips richiede che tutti i prodotti e i processi debbano essere brevettabili, incluse le sementi, i microrganismi e i processi microbiologici, sebbene i paesi membri possano escludere dal diritto di brevetto le piante e gli animali, il che significa che possano anche non escluderli. Le piante e gli animali diventano così brevettabili ovunque, tranne nel caso in cui un paese proponga un altro sistema (*sui generis*) di protezione delle varietà vegetali. In tale contesto i diritti degli agricoltori riguardano eccezioni ai diritti di brevetto o ai diritti su varietà vegetali ad uso alimentare a vantaggio dei piccoli agricoltori e dell'agricoltura di sussistenza nei paesi in via di sviluppo, come anche in quelli in cui è stato adottato il Trattato internazionale sulle risorse genetiche per l'agricoltura e l'alimentazione approvato dalla Conferenza biennale della FAO il 3 novembre 2001.

I vincoli imposti dall'accordo Trips sottoscritto a Marrakech nel 1994 obbligano i paesi membri a rendere disponibili i brevetti "per tutti i tipi di invenzioni, sia di prodotto che di processo, in tutti i campi della tecnologia", verificato che rispondano ai requisiti previsti dalla brevettabilità. Le uniche eccezioni riportate nell'art. 27.3(b) riguardano:

> • Le piante e gli animali, a parte i microrganismi, e i processi essenzialmente biologici per la produzione delle piante o degli animali, diversi dai processi non biologici e microbiologici. Tuttavia, i paesi aderenti dovranno provvedere alla protezione delle varietà vegetali, o tramite i brevetti o tramite un efficace sistema *sui generis* o tramite una combinazione dei due sistemi. I provvedimenti di questo sottoparagrafo saranno rivisti dopo quattro anni dall'entrata in vigore dell'Accordo del Wto.

Fino agli anni '80, le piante e gli animali, interi o nelle loro parti, non erano soggetti a brevettabilità. Era possibile, tuttavia, proteggere le nuove varietà vegetali tramite l'adozione nelle legislazioni nazionali della Convenzione internazionale sulla protezione delle varietà vegetali (UPOV) che permetteva la protezione delle varietà e

riconosceva i cosiddetti "diritti dei costitutori" (*Plant Breeders' Rights* – PBR). Diversamente dai diritti brevettuali, la Convenzione UPOV riconosceva la creazione di nuove varietà attraverso il certificato di costituzione vegetale, una forma di proprietà intellettuale più "leggera" del brevetto, che inoltre riconosceva due esenzioni fondamentali: *l'esenzione dei ricercatori* ("breeders' exemption") e quella degli *agricoltori*. Grazie all'esenzione dei ricercatori, compresi gli innovatori mossi da intenti commerciali, possono compiere i loro studi e le loro ricerche sulle varietà protette senza alcun obbligo verso i titolari dei diritti dei costitutori. Agli agricoltori, a sua volta, era permesso di utilizzare parte del raccolto come semente per l'anno successivo, senza la necessità di alcuna autorizzazione. Il rafforzamento di tutti i regimi di proprietà intellettuale ha riguardato anche il regime Upov divenuto, infatti, molto più restrittivo con l'Atto del 1991.

Nell'Atto del 1991, i diritti dei costitutori non si esauriscono con lo scambio del materiale protetto, ma sono stati estesi anche al raccolto e al prodotto finale. Un costitutore, quindi, può sviluppare una nuova varietà da una già registrata, e proteggerla senza nessun obbligo verso il costitutore della varietà iniziale E' prevista, inoltre, la protezione delle varietà essenzialmente derivate, ottenute, ad esempio, mediante selezione di una variante individuale tra piante della varietà iniziale, mediante incroci o mediante trasformazione attraverso l'ingegneria genetica" (art. 14.5).

Mentre l'Atto del 1978 permetteva all'agricoltore di ripiantare e scambiare sementi, l'Atto del 1991 estende il diritto del costitutore alla produzione e riproduzione, oltre che alla commercializzazione di materiale propagato o raccolto (art. 14(1)). Agli agricoltori è permesso di usare nei propri campi la varietà protetta o una varietà essenzialmente derivata, ma non possono né vendere né scambiare le sementi.

La Convenzione del 1991 dell'Upov va quindi ben oltre la regolamentazione stabilita dall'accordo Trips, che per le varietà vegetali richiede soltanto qualche forma di protezione, ammettendo una qualche forma di eccezioni ai diritti di proprietà (art. 27.3 (b)). L'accordo Upov del 1991, inoltre, esclude i diritti degli agricoltori, come riconosciuti dall'ITPGRFA e non ammette la protezione delle varietà locali. Tale protezione potrebbe essere, invece, riconosciuta in un sistema *sui generis*.

A causa di queste limitazioni, molti Pvs hanno optato per costruire un sistema *sui generis* piuttosto che accettare la protezione varietale prevista dall'accordo Upov del 1991, nel tentativo di riconoscere i diritti degli agricoltori e delle comunità locali, che per secoli hanno svolto un ruolo centrale nella conservazione della diversità genetica.

Come sottolineato in un report preparato dall'Istituto Agronomico dell'Oltremare (IAO – www.iao.florence.it), la possibilità di promuovere i sistemi agricoli diversificati è legata al sostegno di un sistema sementiero che permetta agli agricoltori lo scambio, l'uso, la riproduzione e la vendita del materiale cresciuto in azienda. La selezione in azienda, infatti, riveste un ruolo importante nella sperimentazione di nuove varietà non previste dal sistema sementiero formale. Bisognerebbe quindi rivedere ed adattare le norme sul rilascio varietale e le strategie di selezione varietale.

Il sistema sementiero è altamente regolato in quasi tutto il mondo. Tale regolamentazione va dal rilascio delle nuove varietà al controllo di qualità dei semi,

dallo status legale delle organizzazioni che si occupano della certificazione e del controllo delle sementi alle procedure di rilascio varietale. Il *Second State of World Plant Genetic Resources* della FAO mette in evidenza la complessità degli strumenti apparentemente a protezione degli utilizzatori dei semi: i contadini, i consumatori e le industrie del comparto agroalimentare devono infatti fare riferimento ai cataloghi sulle varietà vegetali, alle autorizzazioni di vendita ed al controllo di qualità prima di operare sul mercato.

La rapida crescita del settore sementiero privato di alcuni paesi, tra i quali l'Australia, il Canada, la Nuova Zelanda, e di alcuni paesi asiatici e dell'America Latina ha portato i governi a rivedere le leggi sementiere nazionali, preferendo, in alcuni casi, un modello di regime volontario rispetto alla regolamentazione obbligatoria sulla certificazione e il rilascio varietale. Ad esempio, negli Stati Uniti è ammesso la vendita libera delle varietà locali, mentre in India si è preferita la strada opposta, passando da un regime volontario ad un sistema di regole obbligatorie, con l'obiettivo di rafforzare la protezione dei consumatori e l'agricoltura contadina.

Allo stesso tempo si registrano una serie di processi di armonizzazione regionale delle leggi sementiere, in particolare in Africa e in Europa, al fine di elimininare disincentivi al commercio transfrontaliero delle sementi. Nell'Unione Europea, la certificazione dei semi e gli standard di qualità furono introdotti negli anni Sessanta, con l'introduzione di un catalogo varietale comune già nel 1970. Un passo avanti verso l'uso sostenibile delle risorse genetiche è stato fatto nel 2008 con l'introduzione delle varietà "da conservazione". Nel tentativo di arginare il processo di erosione genetica, tali varietà non devono rispettare i criteri di stabilità e uniformità richiesti dai sistemi di protezione varietale, ma devono essere legate al territorio locale di provenienza e/o uso.

Nei paesi del Africa meridionale, l'armonizzazione delle leggi sementiere ha portato all'adozione una lista congiunta per favorire la coltivazione delle varietà nei diversi stati membri. Comunque, per rientrare nel catalogo una varietà deve essere presente nella lista di almeno due paesi prima di entrare a far parte della lista regionale di SADC. Gli sforzi di armonizzazione hanno portando anche i paesi dell'Africa centrale ad adottare una lista varietale congiunta tramite l'adozione nel 2008 di una disposizione sull'armonizzazione delle regole di controllo di qualità, certficiazione e marketing delle sementi.

Nonostante la crescente consapevolezza del valore e importanza dei sistemi sementieri informali, gran parte delle leggi si applicano esclusivamente a semi certificati, ad eccezione di alcuni paesi che hanno sviluppato una esplicita normativa a sostegno della conservazione e uso delle varietà tradizionali, tra i quali rientrano Bangladesh, Ecuador, Marocco, Tunisia e Nepal.

Nello sviluppo delle leggi sementiere nazionali e regionali, la sfida principale rimane quindi quella di bilanciare il bisogno di promuovere la diversità genetica e le varietà locali con la richiesta del sistema sementiero formale di promuovere l'accesso a semi di qualità standard.

- *Il Trattato Internazionale sulle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura*

Con la nascita di un Accordo non vincolante gestito dalla Commissione Risorse Genetiche in seno alla FAO si scelse di mantenere la discussione all'interno di un'agenzia dell'ONU, in grado di garantire gli interessi di tutti e di controbilanciare quelli dei paesi donatori che spingevano per l'utilizzo delle banche ex situ dei Centri di ricerca agricola internazionale. I semi erano considerati ancora patrimonio dell'umanità e quindi di libero accesso per tutti, ma le distanze tra paesi industrializzati e paesi in via di sviluppo erano troppo elevate su questo punto perché tale visione potesse durare a lungo. Infatti, la posizione dei paesi in via di sviluppo rivendicava che anche le sementi migliorate e protette rientrassero all'interno del patrimonio dell'umanità, mentre per i paesi industrializzati tutto ciò che era frutto della ricerca agricola cambiava di status diventando proprietà di chi produceva l'innovazione varietale. Questa diatriba è stata risolta nel corso degli anni '90. Da un lato le risorse genetiche, come tutta la biodiversità, sono diventate di proprietà dei singoli stati detentori (con la nascita della CBD nel 1992), d'altro canto, sono stati riconosciuti i *Farmers' Rights* per controbilanciare i Diritti dei Costitutori sanciti dall'accordo UPOV.

Il Trattato può essere quindi letto come la risposta alle crescenti limitazioni all'accesso alle risorse genetiche vegetali agricole, dovute all'applicazione di diritti di proprietà intellettuale, e al passaggio di status giuridico delle sementi da patrimonio dell'umanità a proprietà degli Stati nazionali, sancito dalla CBD. Tale cambiamento, infatti, costringeva a realizzare accordi bilaterali per ogni scambio di materiale biologico, con il rischio di paralizzare il sistema per l'eccessivo numero di pratiche burocratiche e dell'innalzamento dei costi di transazione. Per ovviare a questi problemi, gli Stati hanno deciso di creare un sistema multilaterale di accesso e condivisione dei benefici (art. 10) per una serie importante di prodotti alimentari e colture foraggere, dove favorire il loro scambio e la loro messa in condivisione, attraverso un accordo formale di trasferimento del materiale (*Material Transfer Agreement)*. L'applicazione del Trattato ha come orizzonte tutte le risorse genetiche vegetali agrarie, come dice l'articolo 3, e, quindi, si applica a tutte le colture; solo il sistema multilaterale di accesso alle risorse vede la sua operatività limitata alla lista delle colture.

Al momento, la lista delle colture cui si applica questo modello, comprende 35 specie agricole, tra cui il grano, il riso, la patata ed il mais, e 29 foraggiere, che coprono circa l'80% del consumo di calorie a livello mondiale. L'accesso è accordato quando ha per unico scopo l'uso del materiale a fini di ricerca, selezione e formazione per l'alimentazione e l'agricoltura, a condizione che non sia destinato ad usi chimici o farmaceutici o ad altri usi industriali non alimentari e non foraggeri. Sono state predisposte alcune regole di accesso al materiale conservato presso le banche dei centri di ricerca agricola internazionale. Sono previsti tre casi: 1. i materiali compresi nella lista sono resi accessibili tramite il sistema multilaterale; 2. i materiali non compresi nella lista e raccolti prima dell'entrata in vigore del Trattato seguono le modalità di accesso che avevano prima; 3. i materiali non compresi nella lista e raccolti dopo l'entrata in forza del Trattato sono resi disponibili sulla base di condizioni decise tra il

centro di ricerca che li detiene e i paesi di origine, in accordo alla Convenzione sulla Diversità Biologica.

Il Trattato precisa le responsabilità delle parti contraenti in materia di raccolta, catalogazione e conservazione *ex situ* (art. 5) e l'uso sostenibile delle risorse fitogenetiche (articolo 6) in dettaglio molto più di quanto non faccia la CBD. Discorso diverso per i diritti degli agricoltori (art. 9) che valgono per tutte le colture ma sono stati sottoposti alle diverse legislazioni nazionali. Strumento decisionale e politico del Trattato è il suo Organo Direttivo (OD) che è composto da tutte le Parti Contraenti (in totale 136 al settembre 2009), e che si riunisce ogni due anni. Le decisioni prese dall'OD sono attuate dal Segretariato del Trattato, organo tecnico presso la FAO.

Il Trattato introduce inoltre meccanismi multilaterali per la condivisione dei benefici attraverso due strategie di finanziamento, il *Benefit Sharing Fund* (BSF) e il *Global Crop Diversity Trust* (GCDT), il primo rivolto a finanziare progetti di conservazione *in situ*, il secondo indirizzato a sostenere le attività di conservazione *ex situ* (art. 18). Il Trattato si collega inoltre al Piano d'Azione Globale (Global Plan of Action), al sistema delle collezioni *ex situ* detenute dai centri del CGIAR, alle reti internazionali per le risorse fitogenetiche del sistema agroalimentare (www.fao.org/AG/agp/AGPS/PGR/regnet.htm) e al relativo sistema di informazione globale (www.fao.org/ag/CGRFA/PGR.htm).

Il *Benefit Sharing Fund* (BSF), ha lo scopo di accogliere i ricavi provenienti dalla commercializzazione o da contributi volontari degli stati membri o del settore privato come parte del sistema di condivisione dei benefici[37].

A metà del 2009, i contributi volontari al Fondo provenivano esclusivamente dai governi nazionali, tra i quali, va ricordato l'impegno della Norvegia a concedere un contributo volontario pari allo 0,1 % del valore dei ricavi provenienti dalla vendita di sementi sul territorio nazionale.

Il Segretariato ha lanciato un primo bando con il quale, nel giugno del 2009, sono stati ammessi a finanziamento 11 progetti. I benefici finanziari provenienti dalla commercializzazione formano parte della strategia di finanziamento dichiarata dal Trattato, come espresso chiaramente all'art. 18. La strategia include l'allocazione di risorse finanziarie provenienti da fonti esterne al Trattato. Un elemento essenziale della strategia è il *Global Crop Diversity Trust* (GCDT), un fondo internazionale nato nel 2004 e gestito congiuntamente da FAO e Bioversity International, all'interno del mandato del CGIAR, per aiutare ad assicurare la conservazione *ex situ* e la disponibilità di risorse genetiche. All'inizio del 2009, il GCDT poteva fare affidamento su impegni (da parte di stati membri, donatori multilaterali, fondazioni e settore privato) superiori ai 150 milioni di dollari.

---

[37] L'articolo 13.6 richiede che le Parti Contraenti considerino le modalità di una strategia di contributi volontari per la condivisione dei benefici provenienti dalle aziende del settore agroalimentare che beneficiano delle risorse genetiche per l'agricoltura e l'alimentazione. La ripartizione dei benefici dovrà essere rivolta in via prioritaria a sostenere gli agricoltori dei paesi in via di sviluppo, offrendo loro strumenti e risorse necessarie per continuare a conservare ed utilizzare le risorse genetiche a disposizione.

Il GCDT ha principalmente sostenuto l'ampliamento, la valutazione e la catalogazione delle collezioni, cercando inoltre di accrescere le competenze e le capacità degli attori coinvolti direttamente nella conservazione *ex* situ delle risorse genetiche.

Il principio della condivisione dei benefici, così come concepito all'interno del sistema multilaterale, facilita in primo luogo l'accesso alle risorse genetiche. Gli altri benefici includono lo scambio di informazioni, l'accesso e il trasferimento di tecnologia, la crescita delle competenze e delle capacità e la condivisione monetaria e non dei benefici provenienti dalla commercializzazione.

Il riconoscimento della sovranità nazionale sulle risorse genetiche implica che i paesi hanno l'incarico di gestire le risorse, regolarne l'accesso e di affrontare il problema relativo alla proprietà. Molti paesi hanno deciso di affermare il diritto di proprietà sulle risorse genetiche in maniera autonoma. Ad esempio, la Decisione 391 della Comunità Andina afferma che le risorse genetiche sono patrimonio della nazione. In Etiopia, l'articolo 5 della Legge n.482 del 2006 considera le risorse genetiche di proprietà dello Stato e del popolo Etiope. Comunque, le conseguenze pratiche di queste risoluzioni devono ancora vedersi.

L'articolo 6 cerca di definire quali misure gli Stati dovrebbero adottare per garantire un uso sostenibile delle risorse genetiche vegetali. Si tratta di un programma di lavoro ampio che va dalla ricerca agricola (promozione del miglioramento genetico partecipativo), alle politiche pubbliche in agricoltura, per arrivare, addirittura, a ipotizzare modifiche alla normativa sui semi.

Nell'articolo 6 e nell'articolo 9, il Trattato descrive le misure che dovrebbero essere prese a livello nazionale ed internazionale per garantire un uso sostenibile delle risorse genetiche vegetali e, allo stesso tempo, promuovere e proteggere i diritti degli agricoltori. L'articolo 6 prevede una serie di politiche che vanno dalla ricerca agricola, ed in particolare la promozione del miglioramento genetico partecipativo, alle politiche pubbliche in agricoltura, per arrivare, addirittura, a ipotizzare modifiche alla normativa sui semi.

A differenza dei diritti dei costitutori di nuove varietà, i diritti dei contadini, previsti dall'articolo 9, si configurano come diritti collettivi, e non individuali, detenuti da quel settore della popolazione rurale che conserva e seleziona la diversità agricola. Risulta comunque difficile identificare in modo legalmente vincolante i detentori dei diritti di una precisa varietà locale e in più, in presenza di un regime di diritti di proprietà intellettuale, si creerebbe un sistema di esclusione nei confronti degli altri agricoltori, che limiterebbe la circolazione e lo scambio di sementi. Durante le fasi di negoziazione, i punti di vista sull'argomento erano molto distanti, si è scelto così di subordinare i diritti degli agricoltori alle normative nazionali, limitandone in qualche modo la portata. La loro implementazione nei singoli paesi firmatari sembra legata alla capacità delle organizzazioni agricole e della società civile di far sentire la loro voce a livello nazionale e internazionale.

In un lavoro comune, presentato nel 2010 dal network europeo di semi rurali, si sottolinea l'urgenza di una revisione della legislazione sementiera che incentivi il lavoro di quei contadini che ancora continuano le attività di conservazione, riproduzione, scambio, utilizzo e vendita delle varietà prodotte in azienda. Un quadro

normativo coerente dovrebbe essere consistente con gli obiettivi di salvaguardia della biodiversità agricola e gli aspetti legati alle leggi sementiere. A tal proposito, sarebbe importante permettere il marketing non solo delle varietà di conservazione e delle varietà adattate ai territori locali, ma anche delle varietà, nuove e tradizionali, che vengono selezionate in azienda e sono riprdoducibili. Per favorire l'uso sostenibile delle risorse genetiche, la conservazione della biodiversità e i sistemi agricoli basati su metodi di produzione tradizionali e/o biologici, andrebbero rimossi gli ostacoli alla scambio commerciale di queste sementi. Le organizzazioni contadine o le comunità locali potrebbero svolgere il compito di registrare gli scambi di sementi senza alcuna burocrazia addizionale. La validità delle registrazioni informali potrebbe valere come prova dell'esistenza di quella varietà.

Se si vuole promuovere la diffusione delle varietà locali, i criteri DUS, di distintività uniformità e stabilità, previsti per le varietà, andrebbero interpretati in modo tale che il criterio di uniformità possa ammettere la presenza di diversità all'interno di una varietà. Ciò favorirebbe la diversità varietale e l'adattamento *on farm*. Il criterio di stabilità dovrebbe permettere la vendita di quelle varietà adatte alla diversità e variabilità dei territori locali. Le caratteristiche per identificare la varietà, come quelle definite da istituzioni di ricerca quali Bioversity International, potrebbero essere sufficienti alla registrazione delle varietà in cataloghi territoriali.

Le restrizioni geografiche e quantitative alla vendita delle varietà dei conservazione devono essere opzionali e basate sulla domanda di gruppi, comunità che hanno selezionato e conservato, ovvero attribuite come diritti collettivi. Tali restrizioni non si dovrebbero applicare alle varietà tradizionali e da conservazione che sono presenti in vecchi cataloghi, e in questo caso, hanno perso il loro status di varietà locale o regionale non essendo presenti nelle liste varietali dell'UE.

E' del tutto evidente che queste restrizioni contraddicono gli obiettivi della conservazione *on farm*. Provvedimenti di questo tipo sono a sfavore dello sviluppo diversificato e dinamico delle varietà essenziale per l'uso sostenibile della diversità delle piante coltivate. Queste limitazioni chiaramente prevengono l'implementazione dell'ITPGRFA.

IL TRATTATO FAO

ART.6: USO SOSTENIBILE DELLE RISORSE GENETICHE VEGETALI

6.1 Le Parti contraenti adottano ed attuano politiche e disposizioni giuridiche adeguate volte a promuovere l'uso sostenibile delle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura.

6.2 L'uso sostenibile delle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura potrebbe richiedere, in particolare, le seguenti misure:

a. elaborare politiche agricole leali che incoraggino, se necessario, la realizzazione e il mantenimento di sistemi agricoli diversificati che favoriscono l'uso sostenibile della diversità biologica agricola e delle altre risorse naturali;

b. intensificare le ricerche che rafforzano e conservano la diversità biologica massimizzando la variazione intraspecifica e interspecifica a vantaggio degli agricoltori, in particolare di coloro che creano e utilizzano le proprie varietà e applicano principi ecologici di mantenimento della fertilità dei suoli e di lotta contro le malattie, le piante avventizie e gli organismi nocivi;c. promuovere, se del caso, con la partecipazione degli agricoltori e in particolare nei paesi in via di sviluppo, le attività di selezione che rafforzano la capacità di messa a punto di varietà specificamente adatte alle diverse condizioni sociali, economiche ed ecologiche anche nelle zone marginali;

d. allargare la base genetica delle piante coltivate e accrescere la diversità del materiale genetico messo a disposizione degli agricoltori;

e. promuovere, se necessario, una maggiore utilizzazione delle piante coltivate, delle varietà e delle specie sottoutilizzate, locali o adatte alle condizioni locali;

f. incoraggiare, se del caso, un maggior uso di diverse varietà e specie nella gestione, nella conservazione e nell'uso sostenibile delle piante coltivate in azienda e stabilire dei legami stretti tra selezione vegetale e sviluppo agricolo al fine di ridurre la vulnerabilità delle piante coltivate e l'erosione genetica e di promuovere una maggiore produzione alimentare mondiale che sia compatibile con uno sviluppo sostenibile;

g. riesaminare e, se del caso, adeguare le strategie di selezione e la normativa inerente alla commercializzazione delle varietà e alla distribuzione delle sementi.**ART.9: I DIRITTI DEGLI AGRICOLTORI**

9.1 Le Parti contraenti riconoscono l'enorme contributo che le comunità locali e autoctone e gli agricoltori di tutte le regioni del mondo, in particolare quelli dei centri di origine e di diversità delle piante coltivate, hanno apportato e continueranno ad apportare alla conservazione e alla valorizzazione delle risorse fitogenetiche che costituiscono la base della produzione alimentare e agricola nel mondo intero.

9.2 Le Parti contraenti convengono che, per quanto attiene alle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura, la realizzazione dei diritti degli agricoltori spetta ai governi. In funzione delle proprie esigenze e priorità, ogni Parte contraente deve, se necessario, e salvo quanto previsto dalla normativa nazionale, adottare apposite misure per proteggere e promuovere i diritti degli agricoltori e per garantire, tra l'altro:

a. la protezione delle conoscenze tradizionali che presentino un interesse per le risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura

b. il diritto di partecipare equamente alla ripartizione dei vantaggi derivanti dall'utilizzazione delle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura;

c. il diritto di partecipare all'adozione di decisioni, a livello nazionale, sulle questioni relative alla conservazione e all'uso sostenibile delle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura.

9.3 Fatta salva la legislazione nazionale, nessuna disposizione del presente articolo comporta una limitazione del diritto degli agricoltori di conservare, utilizzare, scambiare e vendere sementi o materiale di moltiplicazione.

1.4 Interpretazione economica dei diritti degli agricoltori

Come già sottolineato precedentemente, gli agricoltori tradizionali generano esternalità positive, attraverso la conservazione dell'agrobiodiversità nei campi (Brush[38], 2002). Tuttavia, la privatizzazione della ricerca biologica per l'agricoltura e i privilegi monopolistici garantiti dai regimi dei diritti di proprietà intellettuale, hanno ridotto in modo pericoloso il diritto degli agricoltori di conservare, seminare, scambiare e vendere parte del proprio raccolto. Gli agricoltori che operano che operano con sistemi di agricoltura tradizionale sono forzati ad adottare metodi di produzione commerciali e a sostituire le varietà locali geneticamente diverse con varietà più produttive e omogenee (Swanson et al.[39], 1994). Come risultato, le aree rurali ricche di biodiversità sono sostituite da coltivazioni uniformi, riducendo così lo stock di germoplasma disponibile a scopo riproduttivo. Sia la sicurezza alimentare, quanto la biodiversità sono messi in pericolo..

Mentre i regimi dei diritti di proprietà intellettuale - in forma di brevetti e di diritti dei costitutori - garantiscono incentivi ai ricercatori del settore privato sullo sviluppo di nuove varietà, non esiste alcuna forma di compensazione che promuova la conservazione delle risorse genetiche esistenti da parte degli agricoltori. In questo modo, si mette a rischio la conservazione delle risorse genetiche e si favorisce l'erosione della biodiversità con conseguenze serie sull'attività di riproduzione e sulla futura produttività dell'agricoltura.

In questa prospettiva, la convenzione sulla biodiversità e il Trattato internazionale sulle risorse fitogenetiche per l'agricoltura e l'alimentazione mirano alla conservazione e l'uso sostenibile delle risorse genetiche e la condivisione giusta ed equa dei benefici che derivano dalla loro utilizzazione.

Inoltre, i diritti degli agricoltori introdotti nel trattato internazionale del 2001 sulle Risorse fitogenetiche (ITPGRFA), possono rappresentare un nuovo strumento per rimediare allo squilibrio esistente tra agricoltori e settore privato nel tentativo di impostare un'adeguata piattaforma di incentivi economici per la conservazione *in situ* e l'uso sostenibile delle risorse. Tuttavia, poiché i diritti degli agricoltori introdotti nell'ITPGRFA riconoscono solo il contributo esistente e futuro degli agricoltori come custodi della biodiversità, sono stati considerati da molti come un concetto vago e astratto (Correa[40], 2000).

Le opzioni proposte a livello nazionale e internazionale per realizzare i diritti degli agricoltori si basano su meccanismi che fanno riferimento alla teoria delle esternalità di Coase[41] o al modello di tassazione proposto da Pigou[42]. I meccanismi che derivano dalla

---

[38] Brush, S.B., 2002. *The lighthouse and the potato: internalizing the value of crop genetic diversity*. Political Economy Research
Institute Working Paper, 37.

[39] Swanson, T., Pearce, D., Cervigni, R., 1994. *The appropriation of the benefits of plant genetic resources for food and agriculture: an economic analysis of the alternative mechanisms for biodiversity conservation*. CPGRFA Background Study Paper, 1.

[40] Correa, C.M., 2000. *Options for the implementation of farmers' rights at the national level*. South Centre Working Paper, 8

[41] Coase, R.H., 1960. *The problem of social cost*. Journal of Law and Economics 3, 1–44.

teoria di Coase definiscono i diritti di proprietà come un modo per gli agricoltori tradizionali di appropriarsi dei benefici della conservazione e dell'utilizzo di varietà locali. Queste soluzioni si fondano sul fatto che una definizione più chiara dei diritti di proprietà consentirà alle parti di negoziare per le varietà tradizionali. Ciò può ridurre le esternalità e indurre un equilibrio socialmente ottimale tra costi privati e costi sociali. Una seconda soluzione al fallimento del mercato è quello di promuovere i diritti degli agricoltori con la creazione di fondi nazionali e internazionali per sostenere direttamente gli agricoltori che conservano e utilizzano in modo sostenibile le risorse fitogenetiche. In questo caso, si applica l'approccio pigouviano attraverso l'imposizione di un prelievo sui profitti dei costitutori che andrà a finire in un Fondo per la conservazione. Come risultato, la sovvenzione delle attività degli agricoltori tradizionali permetterebbe di correggere le distorsioni causate dalle esternalità.

I due approcci hanno molti limiti, sia nelle loro applicazioni pratiche sia nel tentativo di migliorare le attività di conservazione in situ. Probabilmente, le opzioni di Coase e di Pigou cercano di fornire incentivi orientati al profitto o meccanismi di compensazione per le risorse genetiche degli agricoltori, senza indirizzare il processo di agricoltura tradizionale che crea e conserva la diversità genetica. In verità se non si aff5ronta la questione del modo di produzione e del suo legame con l'uso non distruttivo e rirproduttivo dell'agrobiodiversità, è difficle fare passi avanti (cfr "conservare coltivando" e le misure dei PSR della UE). Questo processo, al contrario, si basa su prassi consuetudinarie di conservazione e scambio delle sementi, che sono basate invece su meccanismi di reciprocità e di cooperazione. Congiuntamente con un sistema di relazioni sociali tra agricoltori, questo rende il miglioramento genetico e le attività di conservazione degli agricoltori più vicini ad una organizzazione di produzione e distribuzione collettiva di germoplasma. Sulla base di quest'ipotesi, le nuove politiche per l'attuazione dei diritti degli agricoltori devono essere concepite in modo da rafforzare l'utilizzo e scambio dei semi all'interno dei sistemi di sementi tradizionali. Prendendo spunto da un recente articolo di Bertacchini[43], i prossimi due paragrafi sintetizzano la teoria economia sottostante agli strumenti proposti per il riconoscimento dei diritti degli agricoltori. A fronte della crescente diffusione di iniziative per la protezione del seme e di piattaforme informali per lo scambio nel tentativo di invertire la tendenza alla perdita del patrimonio di sementi di varietà vegetali e di razze animali[44], l'ultimo paragrafo presenta una via alternativa per la tutela legale delle varietà locali, sostenuta a gran voce anche dai movimenti contadini e dalla società civile[45]

The lighthouse in economics. Journal of Law and Economics 23, (1974) 357–376.

[42] Pigou, A.C., 1932. *The Economics of Welfare*. Macmillian and Co., London.

[43] Enrico E. Bertacchini, *Coase, Pigou and the potato: Whither farmers' rights?*. Ecological Economics 68 (2008), 183 – 193.

[44] Manifesto sul Futuro dei Semi, redatto dalla Commissione Internazionale per il Futuro dell'Alimentazione e dell'Agricoltura, ARSIA Toscana, 2006.

[45] Una Task Force di Via Campesina sta lavorando sulla stesura di un Manifesto sui Diritti dei Contadini che dovrebbe uscire a breve.

1.4.1 La teoria delle esternalità di Coase

L'approccio di Coase prova a correggere le inefficienze causate dalle esternalità con una migliore definizione dei diritti di proprietà all'interno di un sistema decentrato di interazioni. La definizione di un regime di diritti di proprietà sulle varietà degli agricoltori dovrebbe consentire alle comunità locali di catturare una parte del valore dell'agrobiodiversità prevedendo degli incentivi per la conservazione delle varietà geneticamente preziose. Sono stati suggeriti due meccanismi principali: 1) un regime di diritti di proprietà intellettuale *sui generis* per la protezione delle varietà degli agricoltori e 2) i diritti degli agricoltori come diritti di accesso, in modo tale da permettere lo sviluppo di contratti di bio-prospezione tra le comunità locali e il settore privato.

- *I diritti degli agricoltori come diritti di proprietà intellettuale sui generis*

A partire dal 1961 le legislazioni nazionali per la protezione delle varietà vegetali furono inquadrate in una Convenzione sulla *Union pour la protection des obtentions végétales* (Upov), adottata a Parigi il 2 dicembre 1961 e riveduta a Ginevra il 10 novembre 1972, il 23 ottobre 1978 e, infine, il 19 marzo 1991. La Convenzione Upov, oltre a riconoscere i cosiddetti "diritti dei costitutori" (*Plant Breeders' rights* – Pbr), ammetteva il privilegio degli agricoltori, che permette loro di utilizzare parte del raccolto come semente per l'anno successivo. La legislazione dell'Upov, tuttavia, trascura completamente i diritti degli agricoltori, come riconosciuti dall'ITPGRFA e non ammette la protezione delle varietà tradizionali. Tale protezione potrebbe essere, invece, riconosciuta in un sistema *sui generis* (Swaminathan[46], 1996).

Gli agricoltori, infatti, possono essere considerati come degli innovatori, che non solo mantengono le varietà locali sul loro campo, ma sono anche in grado di selezionare e sperimentare nuove varietà attraverso tecniche di riproduzione tradizionali.

Questa forma di protezione viene fornita con l'aspettativa che le comunità possano beneficiare delle royalties derivanti dalla protezione delle loro varietà, allo stesso modo di quanto avviene sulle nuove varietà commerciali, a cui sono garantite dei privilegi economici sulle varietà protette.

Tuttavia, all'interno del sistema esistente di proprietà intellettuale, diversi fattori indeboliscono questa proposta. Le preoccupazioni riguardano principalmente l'identificazione degli aventi diritto e la definizione dei requisiti per la protezione delle varietà.

Il tentativo di conferire i diritti di proprietà intellettuale sulle varietà locali si scontra con la possibilità di individuare le specifiche comunità o i singoli agricoltori ai quali

---

[46] Swaminathan, M.S., 1996. *Agrobiodiversity and farmers' rights: proceedings of a technical consultation on an implementation framework for farmers' rights*. M. S. Swaminathan Research Foundation.

attribuire il merito della conservazione ed evoluzione delle varietà individuali. Per essere efficaci, i DPI devono essere assegnati in maniera tale da definire coerentemente i soggetti giuridici che possono esercitare tali diritti. Tuttavia, le varietà tradizionali possono essere presenti su aree di vasta dimensione, utilizzate da molte comunità ma anche in paesi diversi (Biber-Klemm[47], 2006).

Per quanto riguarda i requisiti, i sistemi convenzionali di PVP proteggono le nuove varietà secondo i criteri di distinzione, uniformità e stabilità (DUS). Se le varietà degli agricoltori devono essere tutelate da un sistema *sui generis*, è necessario quindi definirne i requisiti in modo puntuale (Srinivasan[48], 2003). Tuttavia, le varietà degli agricoltori tendono a non essere omogenee e modificano nel tempo le caratteristiche stesse che le identificano. Alcune proposte hanno suggerito di sostituire i requisiti DUS con le caratteristiche di distintività e identificabilità (DI) (Leskien e Flitner[49], 1997). Sebbene questo approccio lasci notevole flessibilità, può portare a forme di rivendicazione dei diritti di proprietà più estese rispetto a quanto avviene attualmente con la legislazione di PVP. Le richieste dovrebbero a loro volta essere bilanciate da un tenore di protezione più lasco. Di conseguenza, poiché il costo per la rivendicazione dei diritti può andare ben oltre i benefici derivanti da una protezione più debole, il nuovo regime *sui generis* rischia di essere poco attraente o privo di valore per i titolari dei potenziali diritti.

Inoltre, è alquanto difficile che le comunità agricole possano ricavare una rendita dalla protezione delle varietà locali, se non sono in grado di far rispettare i diritti concessi dal regime *sui generis*. Al contrario, gli incentivi derivanti dalla condivisione dei semi nelle comunità agricole sarebbero influenzati dalla possibilità di rivendicare i diritti di proprietà. Se ci fosse la possibilità di registrare le varietà locali, ci sarebbe un incentivo da parte loro a rivendicare un pagamento per l'uso della varietà, piuttosto che concederle liberamente ad altri agricoltori. Poiché i costi di transazione in questo contesto sembrano elevati rispetto al valore della varietà, il flusso di scambio del germoplasma ne sarebbe negativamente influenzato (Ramanna[50], 2003).

- I diritti degli agricoltori come diritti di accesso

Un secondo meccanismo che potrebbe essere adottato per la tutela dei diritti degli agricoltori è quello di concedere agli agricoltori il controllo sull'accesso e l'utilizzo delle

---

[47] Biber-Klemm, S., Cullet, P., Kummer Peiry, K., 2006. New collective policies. In: Biber-Klemm, S., Cottier, T. (Eds.), *Rights To Plant Genetic Resources and Traditional Knowledge: Basic Issues and Perspectives*. CABI Publishing.

[48] Srinivasan, C.S., 2003. *Exploring the feasibility of farmers' rights*. Development Policy Review 21 (4), 419–447.

[49] Leskien, D., Flitner, M., 1997. *Intellectual property rights and plant genetic resources: options for a sui generis system*. IPGRI Issues in Genetic Resources.

[50] Ramanna, A., 2003. *India's plant variety and farmers' rights legislation: potential impact on stakeholder access to genetic resources*. IFPRI-EPTD Discussion Paper, 96.

risorse genetiche presenti nei loro campi (Brush[51], 1998). Questa soluzione comporta una tutela legale in difesa delle risorse genetiche rispetto alla tutela positiva derivante da un regime di proprietà intellettuale (Dutfield[52], 2004). In questo caso, i diritti degli agricoltori sarebbero legati alla normativa nazionale attuata in conformità con la Convenzione sulla Biodiversità che regolamenta l'accesso e la condivisione dei benefici derivanti dalle risorse genetiche *in situ*. La motivazione principale di questo approccio è quello di impedire l'appropriazione indebita da parte del settore industriale del germoplasma stimolando invece lo sviluppo di contratti bio-prospezione.

La bio-prospezione è basata su una contrattazione finalizzata ad internalizzare gli effetti positivi provenienti dal mantenimento dell'agrobiodiversità direttamente nei campi. In linea teorica, il meccanismo di contrattazione permette di tramutare il valore sociale dell'agrobiodiversità in benefici privati, attraverso la stipula di un accordo tra i fornitori di germoplasma e gli innovatori.

Tuttavia, il peso dei costi di transazione e l'esistenza di informazione incompleta o asimmetrica possono portare ad una stipula dei contratti di bio-prospezione sub-ottimale. Da un lato, i costi di transazione possono essere rilevanti poiché, raramente, il valore del germoplasma può essere determinato ex ante, ma solitamente è osservabile solo a posteriori. Le difficoltà nella misurazione del valore delle risorse, dei costi di conservazione e dei benefici derivanti dall'accesso al germoplasma sono le ragioni del fallimento dei contratti bilaterali (Dedeurwaerdere[53], 2005). D'altra parte, l'asimmetria informativa tra i fornitori delle risorse genetiche e gli utenti può portare a forme reciproche di azzardo morale (Richerzhagen e Virchow[54], 2002).

Un'altra serie di critiche si concentrano sul lato della domanda e offerta delle risorse genetiche degli agricoltori. Dal lato dell'offerta, se ogni comunità locale è titolare delle proprie risorse genetiche, i diritti degli agricoltori esisterebbero in un ambiente di monopsonio (Mendelsohn[55], 2000). Normalmente le varietà degli agricoltori sono diffuse tra molte comunità locali e anche oltre i confini nazionali, mentre il numero delle società interessate alla collezione di germoplasma sono più limitate. Questo fa sì che gli agricoltori, con risorse genetiche potenzialmente interessanti dal punto di vista commerciale, devono confrontarsi con un numero esiguo di potenziali acquirenti per le loro risorse, portando ad un fallimento del mercato.

Sul lato della domanda di risorse genetiche, è improbabile che le comunità locali ricevano grandi rendite finanziarie dall'attività di conservazione. Il valore totale dell'agrobiodiversità conservata nel campo dagli agricoltori può essere alto in termini

---

[51] Brush, S.B., 1998. *Bio-cooperation and the benefits of crop genetic resources: the case of Mexican maize*.World Development 26 (5), 755–766.

[52] Dutfield, G., 2004. *Intellectual Property, Biogenetic Resources and Traditional Knowledge*. Earthscan, London.

[53] Dedeurwaerdere, T., 2005. *From bioprospecting to reflexive governance*. Ecological Economics 53, 473–491.

[54] Richerzhagen, C., Virchow, D., 2002. *Sustainable utilization of crop genetic diversity through property rights mechanisms? The case of coffee genetic resources in Ethiopia*. Paper presented at BIOECON Workshop.

[55] Mendelsohn, R., 2000. *The market value of farmers' rights*. In: Santaniello, V., Evenson, R.E., Zilberman, D., Carlson, G. (Eds.), Agriculture and Intellectual Property Rights: Economic, Institutional and Implementation Issues in Biotechnology. CABI Publishing, Wallingford, UK.

dei vantaggi complessivi che se ne possono ricavare nel contesto dello sviluppo di nuove varietà vegetali. Tuttavia, i contratti di bio-prospezione prenderanno in considerazione solo il valore della singola varietà in termini del suo potenziale utilizzo nel miglioramento genetico. In questo caso, è probabile che il valore marginale sia basso (Simpson e Sedjo[56], 1998). Se vi è un ampio numero di potenziali varietà degli agricoltori che possono essere utilizzate dal settore commerciale, con la stessa prospettiva di successo e gli stessi costi di collaudo, tutte le risorse genetiche nei campi degli agricoltori possono considerarsi complementari. La teoria economica insegna che, quando esistono numerosi sostituti, il valore marginale e il prezzo corrispondente di ciascun bene sarà basso. Inoltre, la domanda per le varietà degli agricoltori può essere ancora più limitata perché le aziende produttrici di sementi hanno una forte preferenza per le elite varietali, oppure, possono accedere alle varietà locali o selvatiche presenti nelle banche del germoplasma. Infine, le ultime scoperte nel campo della biotecnologia permettono di utilizzare fonti alternative di germoplasma, minando così la domanda di germoplasma per varietà specifiche (Brush[57], 2004).

Un ulteriore limite dei contratti di bio-prospezione si riscontra nel fatto che, dal punto di vista della società sementiera, la necessità per la conservazione *in situ* termina una volta che la risorsa è incorporata nella nuova varietà. Di conseguenza, è improbabile che la durata dei contratti sia in grado di sostenere gli incentivi per la conservazione a lungo termine (Barrett e Lybbert[58], 2000). Inoltre, la durata dei contratti di bio-prospezione rifletterà l'orizzonte temporale delle parti (in particolare del costitutore), che rischia di essere più breve rispetto alla necessità di conservazione di lungo periodo dell'agrobiodiversità (Swanson e Goeschl[59], 1999). E' difficile quindi che i contratti di bio-prospezione possano essere considerati come un vero e proprio strumento di conservazione. (cfr l'applicazione di tali tipo di contratti nel quadro della CBD)

1.4.2 Il sistema di tassazione pigouviana

La teoria Pigouviana richiede un intervento di regolamentazione con forme di tassazione e di sovvenzioni atte a correggere le esternalità delle attività umane. A differenza della teoria di Coase, questa soluzione concepisce l'intervento da parte di un'autorità centrale come uno strumento appropriato per risolvere il fallimento del mercato. La realizzazione dei diritti degli agricoltori comporta l'istituzione di fondi centralizzati che si occuperanno poi di distribuire un premio agli agricoltori per le

---

[56] Simpson, R.D., Sedjo, R.A., 1998. The value of genetic resources for use in agricultural improvement. In: Evenson, R.E., Gollin, D. (Eds.), Agricultural Values of Plant Genetic Resources. CABI Publishing, Wallingford, UK

[57] Brush, S.B., 2004. *Farmers' Bounty*. Yale University Press.

[58] Barrett, C.B., Lybbert, T.J., 2000. *Is bioprospecting a viable strategy for conserving tropical ecosystems?* Ecological Economics 34, 293–300.

[59] Swanson, T., Goeschl, T., 1999. *Optimal genetic resource conservation: in situ and ex situ.* In: Brush, S.B. (Ed.), Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity. IPGRI, Rome.

attività di conservazione *in situ*. A sua volta, i fondi prevedono una raccolta attraverso un prelievo sugli utili realizzati dai costitutori privati attraverso la commercializzazione delle nuove varietà vegetali protette. Questo sistema sarà attuato a livello nazionale, ma si prevede che anche la realizzazione di un fondo analogo a livello internazionale, come previsto dall'ITPGRFA.

I diritti degli agricoltori sarebbero regolati da un'autorità che amministra le royalties e distribuisce i benefici tra le comunità locali coinvolte nei programmi di conservazione, in modo da sostenere la conservazione *in situ* delle risorse genetiche. Anche in questo caso, esistono diversi ostacoli che si presentano in fase di attuazione. Una prima preoccupazione si riferisce all'ammontare dei fondi che possono essere generati attraverso il sistema di tassazione. Da una parte, le royalties valutate come percentuale dei profitti derivanti dalla vendita di sementi protette non sono considerate sufficienti a finanziare la conservazione diretta delle risorse genetiche (Falcon e Fowler[60], 2002). D'altra parte, nei costi di attuazione e di amministrazione di un sistema di prelievo rientrano anche le azioni di monitoraggio sulle vendite nazionali e internazionali di tutte le varietà lungo il periodo di vita commerciale, il che implica un impegno finanziario non irrilevante. Sembra, quindi, ovvio che i fondi di conservazione debbano fare affidamento su altre fonti, ad esempio finanziamenti da parte di governi o donatori internazionali. Tuttavia, affidarsi alla volontà dei governi di investire sulla conservazione dell'agrobiodiversità può essere una soluzione inefficiente. I problemi di coordinamento internazionale possono minare il livello ottimale di agrobiodiversità. E' presumibile, infatti, che i governi finiranno per limitare gli investimenti nei programmi di conservazione *in situ*, perché questo genera esternalità positive per il resto del mondo che non possono essere contabilizzate a livello nazionale (Swanson et al., 1994).

Una seconda e più generale preoccupazione riguarda la misurazione sia degli effetti esterni da correggere sia del valore globale dell'agrobiodiversità. Quanto devono essere il livello di tassazione a carico dei costitutori a fini commerciali in grado di compensare il contributo degli agricoltori alla conservazione dell'agrobiodiversità? Mentre con i meccanismi "alla Coase" il valore emerge dalle transazioni di mercato, l'approccio pigouviano si basa sulla stima del livello di compensazione. Tuttavia, è abbastanza ottimistico presumere che un'autorità centrale è in grado di raccogliere tutte le informazioni necessarie alla valutazione monetaria del contributo delle varietà degli agricoltori al miglioramento genetico e al costo del livello di conservazione ottimale.

1.4.3 Un approccio alternativo alla gestione dei diritti degli agricoltori

L'analisi delle opzioni proposte per l'attuazione dei diritti degli agricoltori ha mostrato i diversi limiti di entrambi gli approcci sia per la compensazione degli agricoltori tradizionali e sia per la gestione degli incentivi nell'attività di conservazione

---

[60] Falcon, W., Fowler, C., 2002. *Carving up the commons: the emergence of a new regime for germplasm development and transfer*. Food Policy 27, 197–222.

in situ. La proposta alternativa di alcuni autori, come Benkler[61] (2004) e Bertacchini (2008), parte dalla prospettiva di riconoscere il ruolo dei sistemi tradizionali di coltivazione nel mantenimento e nella promozione della variabilità genetica *in situ* (Almekinder e Louwaars[62], 1999). I sistemi di sementi locali e informali, diversamente dai modelli di produzione e distribuzione di sementi ufficiali delle istituzioni pubbliche o delle aziende private di sementi, sono caratterizzati da prassi di gestione delle sementi consuetudinarie che hanno a lungo sostenuto l'agrobiodiversità.

Gli agricoltori tradizionali solitamente non ottengono il loro fabbisogno di semi da fonti esterne, ma dalla conservazione diretta. Alcune stime tengono conto del fatto che nei paesi in via di sviluppo l'uso di varietà tradizionali varia dal 20% al 50% secondo il tipo di coltura, e in molte parti dell'Africa e dell'Asia, oltre l'80% del fabbisogno di sementi degli agricoltori avviene al di fuori del settore formale (Byerlee[63], 1996; Ten Kate e Laird[64], 1999).

Inoltre, gli agricoltori possono svolgere autonomamente le attività di selezione varietale, con l'obiettivo di sperimentare e adattare le varietà agli ecosistemi locali. A livello locale, il miglioramento varietale degli agricoltori è spesso uno sforzo collettivo. Gli agricoltori che sperimentano nuove varietà forniscono il materiale genetico all'interno delle loro comunità, e spesso è necessario il coinvolgimento collettivo degli agricoltori confinanti in quanto non dispongono della terra necessaria e il tempo sufficiente a gestire le prove. Una volta distribuiti, i materiali sono monitorati e controllati e le linee con un pedigree interessante potrebbero essere ridistribuite nella fase successiva alla sperimentazione (Louwaars et al[65]., 2007).

Il miglioramento genetico effettuato dai contadini avviene anche attraverso lo scambio di semi all'interno delle comunità rurali, che non si realizza solo mediante transazioni di mercato orientate al profitto. Al contrario, i sistemi tradizionali delle sementi si affidano ancora a rapporti sociali e familiari si fondano su relazioni dinamiche e complesse basate sull'interdipendenza e la fiducia reciproca. La conservazione e lo scambio di semi all'interno della comunità sono quindi gli elementi chiave per introdurre e adeguare le varietà alle condizioni locali e per preservare la vitalità dei raccolti di generazione in generazione (Louette[66], 1999). Questo è vero sia per le varietà locali che per le varietà migliorate a fini commerciali. Infatti, quest'ultime sono soggette all'interazione con le condizioni ecologiche dei campi in cui vengono seminate, dopodiché, durante la fase di selezione alcune varietà sono ripiantate e, in

---

[61] Benkler, Y., 2004. *Sharing nicely: on shareable goods and the emergence of sharing as a modality of economic production*. Yale Law Journal 114 (2), 273–358.

[62] Almekinder, C., Louwaars, N.P., 1999. *Farmers' seed production. New Approaches and Practices*. IT Publications, London.

[63] Byerlee, D., 1996. *Modern varieties, productivity and sustainability: recent experiences and emerging challenges*. World Development 24 (4), 697–718.

[64] Ten Kate, L., Laird, S.A., 1999. *The Commercial Use of Biodiversity: Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing*. Earthscan, London.

[65] Louwaars, N.P., Salazar, R., Visser, B., 2007. *Protecting farmers' new varieties: new approaches to rights on collective innovations in plant genetic resources*. World Development 35 (9), 1515–1528.

[66] Louette, D., 1999. *Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landrace?* In: Brush, S.B. (Ed.), Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity. IPGRI, Rome, Italy.

alcuni casi, gli agricoltori procedono all'ibridazione con le varietà locali. Questa attività produce varietà con un pedigree più eterogeneo rispetto alle linee parentali, che contribuisce ad una maggiore vigoria delle varietà migliorate, grazie al cosiddetto fenomeno dell'eterosi (Bellon et al[67]., 2006).

In questo contesto, le sementi scambiate dagli agricoltori tendono ad operare in un sistema decentrato, e non di mercato, che può essere definito come una forma di condivisione sociale delle sementi (Benkler, 2004). La rete di relazioni degli agricoltori e la condivisione sociale delle sementi rende il miglioramento varietale degli agricoltori simile ad un sistema condiviso di produzione e distribuzione del germoplasma. Secondo Benkler[68] (2002), la produzione congiunta si basa sulla condivisione di risorse, su risultati ampiamente distribuiti, e sulla libera cooperazione tra individui che operano all'interno di una piattaforma condivisa, collaborativa, decentrata e senza l'implementazione di un regime di diritti di proprietà.

Spesso, un'organizzazione di tipo partecipativo che viene portata ad esempio è il modello *open-source* del settore informatico. Gli stessi argomenti utilizzati per dimostrare la realizzabilità dei modelli *open-source* nell'economia digitale potrebbero essere adattati ai tradizionali sistemi di produzione agricola (Srinivas[69], 2006). Il materiale genetico insito nelle sementi può essere considerato infatti un set informativo. Gli agricoltori che migliorano e adattano le nuove varietà possono quindi essere visti come dei produttori di germoplasma che condividono i loro risultati nella rete delle comunità locali. Inoltre, la caratteristica comune di una gestione alla pari nell'organizzazione degli agricoltori deriva dal fatto che lo scambio delle sementi è sostanzialmente libero, senza alcuna limitazione in termini di accesso e distribuzione.

Benkler (2002) mette in evidenza alcune condizioni di base che rende la produzione "paritetica" economicamente realizzabile: primo, il sistema di produzione si basa sulla condivisione di informazioni su input e output, in secondo luogo, i costi della produzione di informazioni devono essere relativamente bassi, in terzo luogo, gli input di capitale umano devono essere molto variabili dentro la rete. Anche se tali condizioni si applicano ai sistemi delle reti digitali, in cui gli individui, utilizzando l'interconnessione tra PC, condividono e producono informazioni, non è difficile trovare analogie con il materiale informativo rappresentato dal patrimonio genetico insito nelle sementi.

L'attività di selezione varietale degli agricoltori rappresenta un sistema di produzione il cui primo input è il germoplasma esistente e l'output finale è la creazione di un nuovo set informativo in termini di materiale genetico. Inoltre, i costi di produzione del nuovo germoplasma sembrano essere bassi nelle situazioni in cui gli agricoltori selezionano le risorse genetiche in base al fenotipo i cui tratti desiderati si adattano alle condizioni agro-climatiche. Nei casi in cui l'adattamento varietale risulta

---

[67] Bellon, M.R., Adato, M., Becerril, J., Mindek, D., 2006. *Poor farmers' perceived benefits from different types of maize germplasm: the case of creolization in lowland tropical Mexico*. World Development 34 (1), 113–129.

[68] Benkler, Y., 2002. *Coase's penguin or Linux and the nature of the firm*. Yale Law Journal 112 (3), 369–448.

[69] Srinivas, K.R., 2006. *Intellectual property rights and bio commons: open source and beyond.* International Social Science Journal 58 (188), 319–334.

molto variabile rispetto all'ecosistema locale, la conoscenza degli agricoltori può essere usata per selezionare i tratti fisici desiderati. Infine, poiché i semi si possono trasferire e replicare, il costo derivante dallo scambio del germoplasma è piuttosto basso. Il processo di miglioramento genetico nelle comunità locali può essere diffuso tra i campi degli agricoltori mentre lo scambio di sementi consente di integrare le varie iniziative di selezione varietale.

E' importante tenere presente che gli incentivi alle attività di organizzazione partecipata possono divergere dai vantaggi economici standard legati principalmente al profitto e alla produttività del raccolto. In questo contesto, tra i principali fattori determinanti la partecipazione collettiva rientrano una serie di benefici indiretti e di incentivi sociali. I benefici indiretti, come i guadagni edonici o la reputazione sociale, possono migliorare piuttosto che ridurre le performance individuali (Lerner e Tirole[70], 2002). Per quanto riguarda gli incentivi sociali, la letteratura nel campo della psicologia sociale e dell'antropologia sottolinea che la reputazione all'interno della comunità è una funzione preminente dei valori culturali associati alle azioni (Hann[71], 1998; Fehr e Falk[72], 2002, ad esempio). I fattori economici non sono le uniche forze che determinano i benefici e i costi delle azioni. Al contrario, sono le norme sociali che contribuiscono a formare i costi e benefici delle azioni individuali. Come risultato, l'organizzazione delle attività svolte nei diversi contesti culturali potrebbero non seguire lo stesso set di incentivi economici e sociali.

Nel caso di miglioramento varietale tradizionale, gli agricoltori ottengono soprattutto benefici economici indiretti dalla coltivazione delle varietà che hanno sviluppato e adattato. Poiché, molto spesso, gli agricoltori tradizionali utilizzano direttamente il prodotto dei loro esperimenti, essi hanno incentivi a trovare soluzioni specifiche per sviluppare varietà che si adattano alle condizioni ecologiche dei loro campi. Allo stesso tempo, il riconoscimento sociale dell'organizzazione partecipata all'interno della comunità di agricoltori può anche rappresentare un meccanismo di incentivo (Badstue et al[73]., 2007). I sistemi tradizionali di produzione agricola sono anche propensi ad esprimere un quadro istituzionale e un contesto culturale in cui le gratificazioni socio-psicologiche hanno un ruolo preminente rispetto alla mera remunerazione economica. In questo caso, la condivisione e la cooperazione tra i membri della comunità sono diffuse e, spesso, le istituzioni locali sono disponibili nel sostenere un sistema di condivisione delle sementi (Dennis et al[74]., 2007).

---

[70] Lerner, J., Tirole, J., 2002. *Some simple economics of open source*. Journal of Industrial Economics 50 (2), 197–234.

[71] Hann, C.M. (Ed.), 1998. *Property Relations: Renewing the Anthropological Tradition*. Cambridge University Press, Cambridge.

[72] Fehr, E., Falk, A., 2002. *Psychological foundations of incentives*. European Economic Review 46, 687–724.

[73] Badstue, L.B., Bellon, M.R., Berthaud, J., Ramirez, A., Flores, D., Juarez, X., 2007. *The dynamics of farmers' maize seed supply practices in the central valleys of Oaxaca, Mexico*. World Development 35 (9), 1579–1593.

[74] Dennis, E., Ilyasov, J., Van Dusen, E., Treshkin, S., Lee, M., Eyzaguirre, P., 2007. *Local institutions and plant genetic conservation: exchange of plant genetic resources in rural Uzbekistan and some theoretical implications*. World Development 35 (9), 1564–1578.

- la mancata valorizzazione dei sistemi informali

L'analisi dei sistemi tradizionali di coltivazione e il confronto alla condivisione sociale dei semi fornisce un utile punto di partenza per discutere delle nuove opzioni in tema di diritti. Sia gli approcci legati alla teoria di Coase che quelli Pigouviani si concentrano sulle strategie da adottare per affrontare il dilemma del bene pubblico riguardante l'erosione dell'agro-biodiversità e assumono implicitamente che l'offerta di diversità genetica presente nei campi degli agricoltori riguarda la necessità di un paradigma specifico in merito allo sviluppo delle colture. Questo paradigma si basa su un settore specializzato del miglioramento genetico che sviluppa e offre nuove varietà secondo un approccio basato sulla remunerazione economica, in cui gli agricoltori andrebbero compensati o sovvenzionati per le risorse genetiche conservate nelle loro campi. Di conseguenza, il rischio è quello non comprendere in pieno i gli ecosistemi ricchi di agrobiodiversità, considerandoli, invece, come aree passive utili solo ai fini dello sfruttamento futuro da parte dei costitutori moderni delle varietà vegetali.

Al contrario, considerare i sistemi informali come una forma di condivisione sociale, mette in evidenza la funzione dinamica degli agricoltori tradizionali nel processo di conservazione, evoluzione e miglioramento dell'agrobiodiversità. Le proposte sulla base delle teorie di Coase e Pigou incontrano dei limiti nella misura in cui considerano il mantenimento dell'ecosistema come un'esternalità non remunerata. Probabilmente, non riescono a prendere in considerazione la valorizzazione dell'agrobiodiversità come risultato delle pratiche degli agricoltori e non affrontano il tema degli incentivi degli agricoltori risultanti dalla conservazione e scambio di semi.

Gli approcci alla Coase scommettono sui mercati, su meccanismi di prezzo decentralizzati nello scambio degli agricoltori e compensano gli agricoltori per la loro attività di conservazione. Le soluzioni alla Pigou, a sua volta, si basa su una visione centralizzata secondo cui la conservazione è sovvenzionata attraverso un sistema di tassazione. Una terza forma di interazione, proposta da Bertacchini (2008), propone di valorizzare il ruolo dei sistemi informali delle sementi nella conservazione *in situ*. Sotto questa modalità la condivisione sociale si presenta un'organizzazione paritetica e partecipativa finalizzata alla produzione di risorse genetiche vegetali e caratterizzata da meccanismi di cooperazione e scambio reciproco.

Inoltre, poiché gli approcci convenzionali sono più orientati a forme di incentivi monetari per la conservazione delle agrobiodiversità, c'è il rischio che le modalità di remunerazione monetaria possano manomettere gli incentivi socio-psicologici che gli agricoltori tradizionali esprimono nel sistema di condivisione sociale. Il rischio è rilevante nella misura in cui gli incentivi sociali e quelli economici sono correlati negativamente (Frey e Oberholzegi[75], 1997).

1.4.4 L'attuazione dell'approccio di stewardship

[75] Frey, B.S., Oberholze-Gee, F., 1997. *The cost of price incentives: an empirical analysis of motivation crowding-out*. American Economic Review 87 (4), 746–755.

L'identificazione della condivisione sociale delle sementi nell'agricoltura tradizionale richiede una riconsiderazione delle misure da attuare nell'implementazione dei diritti degli agricoltori. In questa prospettiva, un approccio di *stewardship* per realizzare i diritti degli agricoltori permetterebbe agli agricoltori di continuare a svolgere il ruolo di amministratori della agrobiodiversità all'interno dei sistemi tradizionali di agricoltura. L'idea è che la base giuridica per continuare questo ruolo deve essere sostenuta con misure che consentano le pratiche di conservazione e scambio delle sementi.

In molti paesi in via di sviluppo i sistemi commerciali convivono con i sistemi informali sulle sementi. Di conseguenza, un quadro giuridico che favorisca l'attività delle imprese di sementi commerciali, può ostacolare la condivisione sociale delle sementi tradizionali da parte degli agricoltori.

In primo luogo, le legislazioni nazionali sulle sementi tendono a favorire i sistemi formali delle sementi per la produzione e distribuzione di sementi (Jaffee e Srivastava[76], 1992). La certificazione di sementi e la registrazione di nuove varietà, sono soggette a requisiti che di solito solo le varietà commerciali possono soddisfare. Come risultato, le leggi sementiere spesso non riconoscono le varietà degli agricoltori, le quali difficilmente rientrano nei criteri per la registrazione e la certificazione. In tali circostanze, i regolamenti formali possono limitare i sistemi tradizionali delle sementi, e in alcuni casi le iniziative degli agricoltori potrebbero essere dichiarate illegali. Infatti, gli agricoltori possono essere considerati responsabili dello scambio di sementi di varietà locali che non sono certificate (Louwaars[77], 2000).

In secondo luogo, i diritti di proprietà intellettuale sulle varietà vegetali possono limitare la condivisione delle nuove varietà migliorate tra gli agricoltori. Quando gli agricoltori tradizionali accedono al settore formale, possono contribuire alla sperimentazione. Questo avviene per esempio nel miglioramento Partecipativo (PPB): una volta che la nuova varietà viene introdotta nel sistema, è probabile che sia una fonte di nuove varietà derivate a livello locale, rappresentando un patrimonio in termini di informazioni genetiche per il futuro miglioramento. Al contrario, i costitutori commerciali sono più interessati ai benefici privati attuali garantiti dall'acquisto regolare delle nuove varietà da parte degli agricoltori. In questo contesto, la conservazione e lo scambio di semi sono soggette al free riding, ossia all'appropriazione gratuita di un bene pubblico, perché gli agricoltori possono facilmente replicare e distribuire i semi di varietà vegetali protette.

I regimi di diritti di proprietà intellettuale e la legislazione sementiera possono limitare fortemente le pratiche consuetudinarie degli agricoltori nei sistemi informali dei semi, vanno quindi adottate misure idonee a tutelare i diritti degli agricoltori nella conservazione, utilizzo, scambio e condivisione dei semi all'interno di un contesto che non sia rivolto direttamente a fini commerciali e alla ricerca esclusiva del profitto.

---

[76] Jaffee, S., Srivastava, J., 1992. *Seed system development*. World Bank Discussion Paper, 197.

[77] Louwaars, N.P., 2000. *Seed regulations and local seed systems*. Biotechnology and Development Monitor 42, 12–14.

Le prime misure da adottare dovrebbero prevedere un adeguamento delle leggi sulle sementi, in maniera tale da tener conto dei metodi di scambio delle varietà coltivate dagli agricoltori . La questione è stata affrontata attraverso alcune iniziative nazionali in Svizzera e Brasile dove le leggi consentono alle varietà locali e quelle tradizionali di essere commercializzate o scambiate senza necessità di registrazione o certificazione, purché soddisfino i controlli di qualità, oppure prevedendo l'apposizione di una speciale etichettatura. Si realizzerebbe così un sistema di produzione delle sementi parallelo, dove la distribuzione avviene in modo complementare al sistema formale delle varietà migliorate e certificate. Questo tipo di possibilità fornisce uno strumento di sopravvivenza al modello di condivisione sociale degli agricoltori, nonostante gli agricoltori coinvolti non godano di alcun diritto di esclusiva sulle varietà.

L'allentamento delle leggi sementiere sembra essere adatto per le varietà tradizionali e le varietà locali, ma un ulteriore aspetto da prendere in considerazione è il caso in cui gli agricoltori tradizionali usino varietà protette a scopo sperimentale. Se si vuole sostenere concretamente i sistemi informali e, allo stesso tempo, testare le varietà protette in ambienti agro-ecologici eterogenei, una seconda misura che si può facilmente adottare è quella di trovare le modalità giuridiche per permettere ai sistemi di condivisione sociale l'uso delle varietà moderne. L'obiettivo sarebbe quello di ottenere benefici a lungo termine derivanti dalla coltivazione delle varietà registrate attraverso l'adattamento locale e dalla diversificazione delle cultivar moderne. Il privilegio dell'agricoltore, ossia il diritto di seminare nella propria azienda il prodotto ottenuto mediante materiale di moltiplicazione di una varietà tutelata, originariamente era ammesso nella legislazione PVP per contemplare i diritti di conservare, scambiare e utilizzare le semi di varietà protette utilizzate dall'agricoltore, può servire a questo obiettivo. Il modello Upov del 1978, per esempio, riguardava solo la vendita di sementi commerciali e non includeva restrizioni sulla conservazione dei semi o lo scambio di sementi fra gli agricoltori.

Tuttavia, vi sono oggi segnali che indicano la volontà di limitare il privilegio dell'agricoltore. Soprattutto nei paesi in via di sviluppo, i governi nazionali stanno sempre più adottando il nuovo modello UPOV 1991, dove il privilegio dell'agricoltore è diventato facoltativo o solo legato alla conservazione delle sementi.

Naturalmente, il problema principale è quello di definire i confini tra la condivisione sociale di sementi e le pratiche di vendita di sementi non autorizzate, che sarebbe una violazione. Secondo l'analisi economica del diritto d'autore, in caso di violazione del copyright, l'uso equo dovrebbe essere concesso sotto tre condizioni: (1) quando l'autore della violazione potrebbe non acquistare appropriatamente l'uso desiderato attraverso il mercato; (2) nei casi in cui l'uso favorisce l'interesse pubblico e il benessere sociale e (3) quando gli incentivi del titolare del diritto non sarebbero sostanzialmente compromessi dall'uso (Gordon[78], 1982).

---

[78] Gordon, W.J., 1982. *Fair use as market failure: a structural economic analysis of the betamax case and its predecessors*. Columbia Law Review 82 (8), 1600–1657.

I primi due punti sono semplici nell'applicazione della difesa dell'uso equo nell'ambito dei diritti degli agricoltori. Una volta ottenuto il materiale proveniente da varietà protette, gli agricoltori hanno bisogno di conservare e scambiare i semi al fine di sviluppare nuove varietà che non possono essere acquistate direttamente sul mercato. Inoltre, questa forma di uso favorisce l'interesse pubblico per la conservazione dell'agrobiodiversità attraverso l'adattamento e la diversificazione genetica delle varietà moderne. Il terzo punto è il più difficile da risolvere a causa della necessità di bilanciare gli interessi dei costitutori con fini commerciali dalle attività degli agricoltori tradizionali.

Capitolo 2

La gestione delle risorse genetiche vegetali

La diversità delle risorse genetiche vegetali è fortemente influenzata dai programmi di miglioramento genetico. Nel corso degli anni, i progressi della ricerca agricola realizzati dalla Rivoluzione Verde[79] hanno reso possibile un aumento enorme nella resa di diverse colture, principalmente riso, frumento e mais, in diverse Paesi del Sud. I programmi di miglioramento genetico hanno rilasciato un flusso di nuove varietà di sementi ibride che necessitavano di condizioni di crescita ideali, e richiedevano l'uso di fertilizzanti, pesticidi, e irrigazione. Queste nuove varietà (a volte conosciute come varietà ad alta resa o varietà moderne) hanno contribuito ad aumentare la produttività in molte parti del mondo, e si sono diffuse rapidamente in diverse zone dell'Asia Orientale e dell'America Latina. Oltre l'80 per cento del grano e del riso sono oggi coltivate con varietà moderne. Tuttavia, l'ampia sostituzione delle

[79] La Rivoluzione Verde lanciata alla fine degli anni Cinquanta si basava sullo stanziamento di ingenti risorse nella ricerca agroalimentare e nello studio di tecnologie efficienti. Vennero estese le zone irrigue e furono sovvenzionati semi ibridi e l'uso di tecniche di coltivazione altamente produttive ma a forte impatto ambientale che prevedevano l'uso di pesticidi e fertilizzanti. Tale tecnologia derivava dalla ricerca promossa e finanziata dal settore pubblico, con l'intento di soddisfare un bisogno generale, rappresentato dalla produzione alimentare insufficiente, ed ha prodotto dei semi accessibili a tutti. Non erano previsti né diritti di proprietà intellettuale, né brevetti in capo a multinazionali; nessuna tecnologia privata o prodotti privati: il coltivatore era proprietario del seme che possedeva ed era libero di decidere l'uso che ne avrebbe fatto. Malgrado i limiti, la prima Rivoluzione Verde riuscì a dare una risposta concreta ai bisogni della collettività, tanto che finalmente la disponibilità mondiale di cibo mostrò una curva crescente. La seconda Rivoluzione Verde è invece l'esatto contrario: si fonda su di una tecnologia la cui proprietà è privata: sei multinazionali (Monsanto, Syngenta, Bayer CropScience, Du Pont, Dow e Basf Plant Science) controllano sia l'attività di ricerca che la commercializzazione delle varietà protette. I processi ed i prodotti, comprese le metodologie di ricerca, sono coperte dai regimi di proprietà intellettuale, ed il coltivatore non ha alcuna voce in capitolo e nessun controllo (Vandana Shiva, *Semi del Suicidio*. Odradek Edizioni, 2009, pg. 45-75).

varietà tradizionali con un piccolo numero di varietà moderne omogenee, ha avuto l'effetto di incrementare la vulnerabilità genetica, fenomeno che si presenta quando una varietà ampiamente coltivata è suscettibile ad un parassita, un agente patogeno, o al pericolo ambientale dovuto all'uniformità genetica. I casi di vulnerabilità genetica sono stati ben documentati negli Stati Uniti, Pakistan, Indonesia e in molti altri paesi negli anni Sessanta e Settanta. Oggi, questi rischi sono ancora esistenti ma i ricercatori impegnati nei programmi di miglioramento genetico sono più consapevoli e adottano varie tecniche per mantenere più ampia l'eterogeneità genetica delle varietà rilasciate, oppure lavorano rilasciando frequentemente nuove varietà che vanno a sostituire quelle divenute vulnerabili.

E' noto a tutti che gli agricoltori africani hanno beneficiato in misura marginale dalla Rivoluzione Verde rispetto agli agricoltori di Asia e America Latina. Per alcune colture, come frumento, riso, mais, sorgo e frumento, l'impatto è stato limitato perché le nuove varietà ad alta resa non rispondono bene ad ambienti più eterogenei, a basso utilizzo di input esterni come avviene in molte zone dell'Africa Sub-Sahariana. Per altre specie, come molte colture africane che formano la base della sicurezza alimentare (ad esempio, miglio, manioca, patata dolce e cassava), la ricerca non ha ricevuto investimenti adeguati allo sviluppo di programmi di miglioramento varietale indirizzati alle necessità di questa regione. Come risultato, la FAO ha stimato che a fine degli anni Ottanta meno del 10 per cento della superficie totale coltivata in Africa è stata piantata con nuove varietà.

Questa capitolo si concentra sulle origini e l'evoluzione dei programmi di conservazione delle risorse genetiche vegetali. Un'attenzione particolare verrà data alle le realizzazioni di rilievo del CGIAR e dei suoi partner nel raggiungimento degli obiettivi di sicurezza alimentare e di riduzione della povertà. La sezione 1 presenta il dibattito internazionale tenutosi ella seconda metà del Novecento sulla necessità di istituire un programma internazionale di conservazione delle risorse genetiche. La sezione 2 presenta la letteratura esistente sulla diffusione e l'impatto dei prodotti CGIAR e la sezione 3 riguarda l'impatto del CGIAR su povertà e sicurezza alimentare. L'ultima sezione del documento rivolge lo sguardo sulle necessità e le sfide che il CGIAR dovrà affrontare nel prossimo futuro.

2.1 La nascita dei programmi di conservazione delle risorse genetiche

I governi hanno capito piuttosto tardivamente che la diversità genetica mondiale deve essere protetta: dai primi lavori di Vavilov negli anni Venti, e dalle modeste iniziative delle Nazioni Unite alla fine degli anni Quaranta, si è arrivati solo negli anni Ottanta alla proposta di costituire una Commissione sulla diversità genetica all'interno della FAO.

Le campagne per la conservazione sono state dominate dagli interessi, pubblici e privati, dei paesi industrializzati, poveri di biodiversità ma con maggiori conoscenze scientifiche e mezzi tecnologici, i quali necessitavano delle risorse genetiche presenti nei Paesi in via di sviluppo, in possesso di un grande patrimonio di biodiversità. Gli

stessi interessi hanno comportato un'insufficienza di finanziamenti per la conservazione a lungo termine e una serie di inconvenienti tecnici che a loro volta hanno portato ad assumere dimensioni preoccupanti.
Prima degli anni Sessanta, quando si affermò la Rivoluzione Verde, pochi governi avevano intrapreso una strategia di conservazione. Solitamente, il lavoro di conservazione era svolto da enti o università senza alcun sostegno finanziario da parte dello stato. Queste iniziative erano rivolte a una singola coltura o addirittura a un singolo problema e consistevano nel raccogliere semi che andavano a finire in banali frigoriferi allo scopo di mantenere nel tempo la vitalità dei semi.
In seguito ai continui allarmi sull'erosione genetica, lanciati dagli scienziati che si occupavano di conservazione del germoplasma (tra i quali bisogna ricordare oltre a N. Vavilov, Harry e Jack Harlan, Erna Bennet, Otto Frankel, M.S. Swaminathan e T.T. Chang), la FAO, insieme al Programma Biologico Internazionale (IBP), ospitò una serie di conferenze sulle risorse fitogenetiche, la prima nel 1961 e la seconda nel 1967, nella quale si formularono le risoluzioni finali e le strategie politiche che portarono l'anno successivo alla creazione all'interno della FAO della *Crop Ecology Unit*.
Tra la fine degli anni Sessanta e l'inizio degli anni Settanta si scatenò una battaglia nella comunità internazionale per l'attribuzione della responsabilità, e quindi per il controllo sulla conservazione del germoplasma.
Tra i soggetti in lizza per il controllo c'era il CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research), gruppo di agenzie internazionali impegnate nella ricerca agricola, voluto dalle fondazioni Rockfeller e Ford, le quali reputavano fondamentale accompagnare il lavoro scientifico svolto all'interno della Rivoluzione Verde realizzando una nuova rete di istituti di ricerca che affiancassero le iniziative delle Nazioni Unite. Il CGIAR diveniva l'interlocutore principale nella raccolta di maggiori finanziamenti. Alcuni sostengono che questi fondi addizionali sarebbero stati altrimenti conferiti alla FAO. Altri affermano invece che quest'ultima non era interessata alla ricerca e non avrebbe mai concorso per ottenerli[80].
Gli istituti di ricerca agricola finanziati dalle fondazioni private, come il CIMMYT e l'IRRI, entravano così nel circuito dei Centri Internazionali di Ricerca Agricola (IARC) affiliati al CGIAR. Essendo politicamente esposti nei confronti dei Paesi del Sud, questi centri speravano di trovare legittimità e godere di libertà operativa tramite l'appartenenza all'ONU. La sede del CGIAR fu aperta presso la Banca Mondiale a Washington, la quale lanciò i Progetti Nazionali del Seme con l'obiettivo di rendere l'industria del seme più attiva e orientata al risultato. Furono così stanziati investimenti per la realizzazione degli impianti necessari alla produzione, lo stoccaggio e il mantenimento delle sementi, e si cominciò a distribuire semi ad alta resa, con il conseguente passaggio da un sistema di coltivazione controllato dagli agricoltori, ad uno gestito inizialmente dai centri internazionali di ricerca nel campo agricolo, e attualmente dalle multinazionali del settore agro-chimico.
Il fatto di essere considerato un'affiliazione dell'ONU è stato fondamentale. Le fondazioni private avevano apparentemente trasferito gli IARC all'interno del sistema

[80] Cary Fowler and P.R. Mooney. Shattering: food, politics, and the loss of genetic diversity. Univ. of Arizona Press, Tuscon, AZ.

ONU, quando invece era un'organizzazione governata dagli enti finanziatori, e quindi potevano svincolarsi dalle realtà politiche esistenti tra Nord e Sud; la soluzione ottimale a tutti i problemi.
Nel 1971 tuttavia le risorse genetiche non venivano ancora considerate incluse nel mandato del CGIAR. L'accento era sul rapido sviluppo di tecnologie adatte alla Rivoluzione Verde e la creazione di nuovi IARC in altre regioni per ampliare il numero di colture esaminate.
Durante una riunione operativa convocata a Beltsville nel 1972, Otto Frankel propose un piano pluriennale per istituire una rete decentrata di nove banche genetiche a livello regionale, il cui finanziamento iniziale era di circa tre milioni di dollari. Fu creato l'IBPGR – *International Board on Plant Genetic Resources* (poi chiamato IPGRI – *International Plant Genetic Resources Institute* – e recentemente divenuto *Bioversity International*), quale ente di coordinamento delle banche del germoplasma. L'IBPGR doveva svolgere la funzione di stimolare la raccolta e la conservazione delle risorse genetiche, da utilizzare come base delle nuove varietà della Rivoluzione Verde.
La selezione e l'ingegneria genetica hanno bisogno di geni così come di scienziati per elaborare il materiale genetico e catalogarne le caratteristiche. I centri internazionale di ricerca agricola, spesso inconsapevolmente, si sono ritrovati a servire interessi privati. Infatti, in molti casi il materiale sviluppato dagli IARC è stato acquistato e brevettato da imprese private.
La prima fase della Rivoluzione Verde ha insegnato ai suoi fautori che è meglio fornire germoplasma migliorato piuttosto che nuove varietà e sempre di più essi ritengono che il loro ruolo sia di sostenere i programmi nazionali di selezione. A tal fine identificano e fanno circolare materiale che potrebbe assumere un valore economico sul mercato. In questo modo gli IARC hanno corrisposto ai desideri di molti paesi del Sud e alle speranze di altri che la consegna di linee avanzate di selezione (e non di varietà già pronte) potesse contribuire ad aumentare la disponibilità di nuove varietà. Almeno avrebbe dovuto essere così, ma il rischio è quello di relegare gli IARC al ruolo di ricerca di base al servizio dell'industria privata. Le società possono impossessarsi del materiale degli IARC e sfruttarlo a scopo di lucro su scala mondiale, nonostante le critiche che gli scienziati degli IARC possono muovere.
L'appropriazione indebita del materiale genetico custodito dai Paesi del Sud portò questi ultimi ad invocare una convenzione internazionale sulle risorse fitogenetiche, che portò all'approvazione dell'International Undertaking on Plant Genetic Resources, e insieme alla creazione di una Commissione Internazionale sulle risorse genetiche vegetali.. L'International Undertaking ha posto, per la prima volta nella storia, le condizioni di un'equa ripartizione delle risorse genetiche e soprattutto ha messo i paesi industrializzati sull'avviso che la monopolizzazione dei geni a fini privati e il loro uso come moneta di scambio nelle negoziazioni internazionali non possono più essere accettati dalla comunità internazionale.

2.2 Impatto della Rivoluzione Verde

Tra il 1960 e il 2000, la popolazione mondiale è cresciuta del 90%, per lo più nei Paesi in via di sviluppo. Durante lo stesso periodo, usando solo il 10% in più di terra arabile, la produzione alimentare mondiale è cresciuta del 115%, con un conseguente aumento del 25% nella disponibilità di cibo pro capite[81]. I prezzi dei prodotti alimentari, sono diminuiti del 40% in termini reali. Considerando il profondo pessimismo sui limiti alla crescita che prevaleva durante gli anni Sessanta e inizio Settanta, questi risultati furono inattesi e sorprendenti. La forza trainante di questo successo sono state le innovazioni della scienza moderna che hanno permesso un aumento significativo della produttività agricola, in particolare negli ambienti di produzione favorevoli.
Tra i fattori che hanno contribuito al progressivo miglioramento della disponibilità di cibo mondiale rientrano gli investimenti pubblici nella ricerca agricola, il miglioramento delle infrastrutture, in particolare nei sistemi di irrigazione, e l'uso dei fertilizzanti, che furono accompagnati da politiche e istituzioni ad hoc. I progressi tecnologici nella produzione di riso e grano hanno dato l'impulso iniziale all'aumento della produttività agricola. Il CIMMYT in Messico e l'IRRI nelle Filippine, finanziati in gran parte dalle fondazioni Rockefeller e Ford, furono i precursori di un sistema di ricerca in agricoltura internazionale specializzatasi nel trasferimento tecnologico oltre i confini nazionali. I ricercatori che lavoravano in questi centri raggiunsero ottimi risultati nel miglioramento varietale di riso e grano in Giappone, Cina, Taiwan, e Messico, grazie allo sviluppo e rilascio di nuove varietà ad alta resa (*High Yielding Varieties*). Le nuove varietà, di statura bassa e sensibili all'uso degli input chimici, garantirono un rendimento potenziale significativamente più alto rispetto alle varietà tradizionali. Ciò permise una rapida diffusione delle varieta ad alta resa in Asia e America Latina.
Dopo i primi successi al CIMMYT e all'IRRI si creò una piattaforma globale della ricerca agricola indirizzata ad aumentare la disponibilità di cibo in molti paesi in via di sviluppo attraverso la ricerca orientata alla produzione. Nel 1972 fu fondato il Gruppo consultivo per la Ricerca Agricola Internazionale (*Consultative Group on International Agricultural Research* – CGIAR). La missione del CGIAR era quella di coordinare e ampliare gli sforzi internazionali nel trasferimento e l'adeguamento delle conoscenze scientifiche alle condizioni dei paesi in via di sviluppo. Implicita in questa missione era, e rimane ancora oggi, la produzione di beni pubblici internazionali (IPG), ossia i beni che hanno la caratteristica di non esclusività in materia di accesso e di non-rivalità nell'uso, puntando ad un'ampia applicabilità, anche al di là dei confini nazionali. Il vantaggio comparato del CGIAR deriva dal fatto che le imprese private che operano sui mercati internazionali hanno un interesse limitato sui beni pubblici poiché non possono catturare i benefici attraverso la rivendicazione dei diritti di proprietà. I livelli

[81] Pingali P., Kelley, T. (2007), The Role of International Agricultural Research in Contributing to Global Food Security and Poverty Alleviation: The Case of the CGIAR. In: Evenson, R., P. Pingali, Handbook of Agricultural Economics, vol. 3. Elsevier Science, Amsterdam. Ch. 45.

di investimento socialmente desiderabili per i beni pubblici può venire solo dal settore pubblico. Anche se contribuisce per meno del 5% sul bilancio aggregato della ricerca agricola, il CGIAR ha svolto un ruolo fondamentale nel contribuire alla crescita della produzione agricola e alla riduzione della povertà nei paesi in via di sviluppo.

2.2.1. Evoluzione dei finanziamenti al CGIAR

L'IRRI e il CIMMYT hanno avuto un chiaro mandato incentrato sul miglioramento della produttività di riso, grano e mais attraverso lo sviluppo e il rilascio di varietà migliorate. Il mandato del CGIAR sul miglioramento varietale si è esteso rapidamente fino a includere altre colture importanti, come i legumi (fagiolo, fagiolo dell'occhio, e cece), radici e tuberi (manioca, yam, patata e patata dolce), e altri cereali (sorgo e miglio).
Durante gli anni Settanta, il CGIAR attraverso la sua rete di 10 centri internazionali di ricerca agricola (IARC) ha partecipato attivamente alla ricerca sul miglioramento varietale e alla gestione di gran parte dei sistemi colturali presenti nei paesi in via di sviluppo. Ciò che non era stato esplicitamente affrontato dal CGIAR fino ad allora erano gli aspetti legati alle politiche agricole e sull'alimentazione, nonché la debolezza delle istituzioni impegnate nella ricerca. Riconoscendo il ruolo fondamentale che le politiche agricole e i sistemi nazionali di ricerca agricola (NARS) giocano nella diffusione del cambiamento tecnologico e nella promozione dello sviluppo agricolo, nel 1980 furono istituiti due nuovi centri, uno incentrato sulle politiche agricole (IFPRI) e l'altro sul rafforzamento della capacità istituzionale (ISNAR). Nei primi anni Novanta, in seguito alla crescente importanza del tema della sostenibilità e della conservazione dell'ambiente, la rete del CGIAR ha ampliato lo spettro d'interessi alla conservazione delle risorse genetiche (IPGRI), della silvicoltura (CIFOR), delle risorse agro-forestali (ICRAF, divenuto World AgroForestry), e alla gestione delle risorse acquatiche (IWMI e ICLARM, ora divenuto WFC). La missione del CGIAR si è di conseguenza ampliata, concentrandosi non solo sull'aumento della produzione agricola nei paesi in via di sviluppo, ma si è indirizzata anche ad affrontare le problematiche legate alla riduzione della povertà attraverso l'agricoltura sostenibile, la silvicoltura e la pesca.
In seguito alle forti critiche ricevute, in cui si metteva in discussione il forte orientamento alle esigenze degli interessi privati, il CGIAR ha indirizzato almeno in parte le proprie strategie verso una ricerca rivolta alla domanda. Al tempo stesso, si è spostata dalla mera consegna di linee avanzate di selezione verso un'idea di sviluppo incentrata sull'individuazione dei problemi e la definizione di un agenda per la messa in atto di una strategia concertata con i propri partner in grado di trovare le soluzioni alle difficoltà esistenti. Il CGIAR ha così assunto un ruolo di moderatore e promotore, che aveva come compito quello di fare da ponte verso un ampio gruppo di interesse diventato sempre più importante. Tuttavia non è ancora chiaro qual è il ruolo futuro del CGIAR e come possa indirizzare il più ampio programma di sviluppo che esso ha ora adottato.

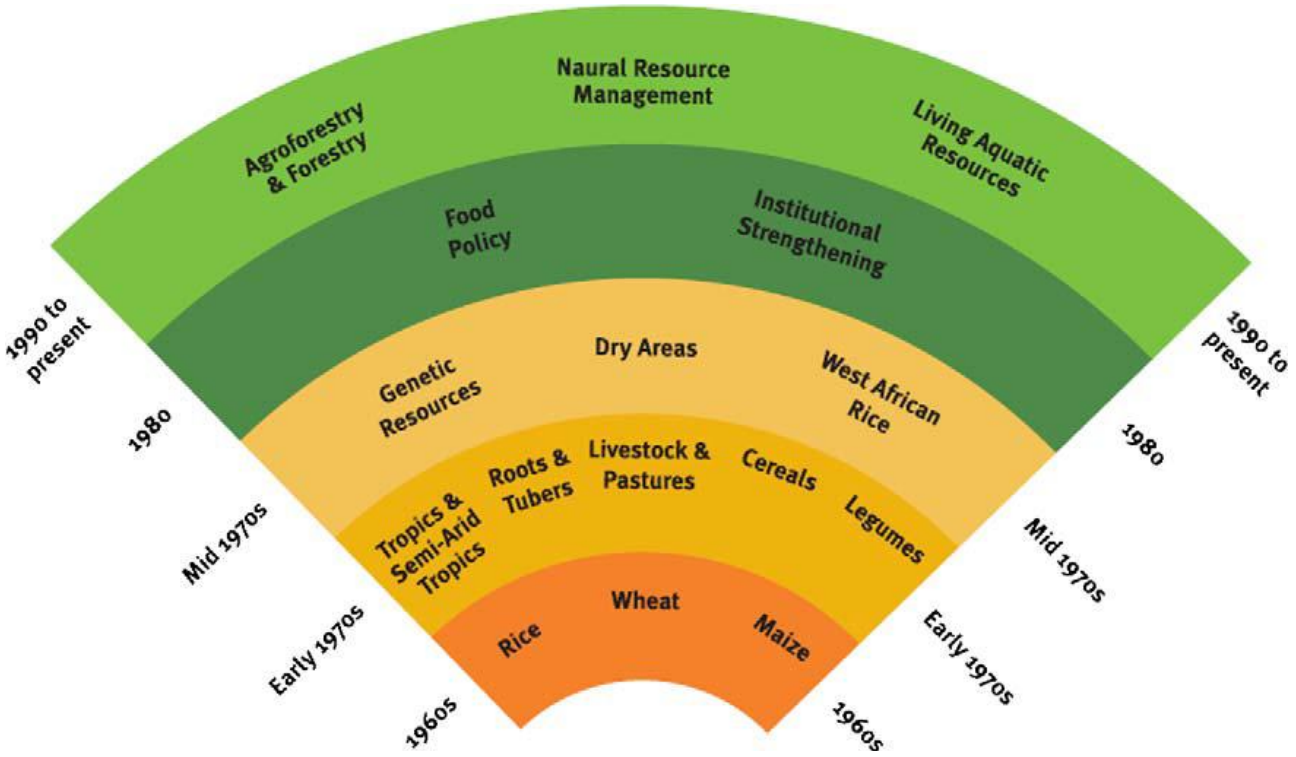

Figura 1: Evoluzione degli obiettivi di ricerca del CGIAR

2.2.2. Il trend degli investimenti complessivi per la ricerca di base

Il sostegno dei Membri[82] per le attività di ricerca del CGIAR è cresciuto fortemente nel corso dei primi 15 anni di funzionamento. Dal finanziamento iniziale di 19,5 milioni di dollari del 1972, il bilancio del CGIAR si è ampliato considerevolmente. Nel 1987, i 35 membri del CGIAR hanno investito annualmente oltre 240 milioni di dollari a sostegno dei 12 IARC. Attualmente, i contributi annuali dei 64 membri sono poco meno di 531 milioni di dollari[83], i quali costituiscono la principale fonte di finanziamento dei programmi di ricerca realizzati nei 15 IARC, nei 16 Programmi che coinvolgono più IARC (*Systemwide Programs*) e nei quattro *Global Challenge Programs*. I dati sugli investimenti globali per il CGIAR mostrano un continuo aumento degli investimenti da parte dei donatori - giunti a 531 milioni di dollari nel 2008.

---

[82] I Membri sono divisi in quattro gruppi distinti: Paesi industrializzati (23), Paesi in via di sviluppo (24), Fondazioni (5), e Organizzazioni Internazionali e regionali (12). I Paesi industrializzati sono ulteriormente divisi geograficamente in tre sottogruppi: Europa, America Settentrionale (Usa e Canada) e Area del Pacifico (Giappone, Australia e Corea del Sud).

[83] CGIAR. Full Financial Report 2008. http://www.cgiar.org/publications/annual/pub_ar2008/cg_ar09_final_files/index.html.

Il trend degli investimenti riflette la posizione dominante di un piccolo gruppo di donatori, sebbene si registri un ampliamento dei principali contributori. Nel 1994, i primi 10 donatori rappresentavano oltre il 78% dell'investimento totale del CGIAR, mentre nel 2008, il loro contributo relativo rappresentava solo il 58%, il che suggerisce un ampliamento delle fonti di finanziamento nel corso degli ultimi 15 anni.
Gli Stati Uniti, contribuendo con 58 milioni di dollari, rimangono il principale finanziatore, seguito dalla Banca Mondiale (50 milioni di dollari), la Gran Bretagna (45 milioni di dollari) e il Canada (34 milioni di dollari). Attualmente, i Paesi in via di sviluppo, contribuiscono solo con il 3.7% al bilancio totale. Sarà quindi difficile, nel breve-medio termine, che il CGIAR diventi un'organizzazione prevalentemente finanziata e gestita dai paesi in via di sviluppo, come auspicato da molti. Invece, un trend crescente di contributi proviene dai non-Membri, in particolare dai finanziamenti della Fondazione Bill & Melinda Gates, impegnata nel sostenere la *Gene Revolution*[84] nell'Africa Sub-Sahariana.

[84] Nel 1999, la Fondazione Rockefeller ha lanciato la sua nuova rivoluzione verde per l'Africa e all'iniziativa sette anni più tardi si è aggiunta la Bill e Melinda Gates Foundation per formare l'Alleanza per una Rivoluzione Verde in Africa (AGRA). La missione dell'AGRA è quella di sviluppare soluzioni pratiche per rafforzare significativamente la produttività delle aziende agricole e il reddito dei più poveri, salvaguardando l'ambiente in tutti gli aspetti chiave sulla filiera produttiva dell'agricoltura africana: i semi, la qualità del suolo e delle acque, i mercati agricoli e l'istruzione.
I partenariati pubblico-privato sono un elemento fondamentale di AGRA. L'investimento privato è visto come necessario per stimolare la crescita economica e, per converso, l'Africa rappresenta un nuovo potenziale mercato agroalimentare. Per esempio, durante il Summit sui Fertilizzanti in Africa nel 2006, finanziato dalla Fondazione Rockefeller, più di 40 governi africani hanno deciso di abolire tutte le tasse transfrontaliere e le tariffe sui concimi chimici.
Gli altri ostacoli politici all'agrobusiness come le regolamentazioni sulla biosicurezza sono anch'esse in fase di smantellamento mentre vengono lanciate campagne di marketing in cui si promuove l'uso delle biotecnologie come l'unica strada percorribile per lo sviluppo africano. I partner di AGRA che promuovono le biotecnologia comprendono: la Fondazione Gates, USAID, CGIAR, alcuni gruppi industriali del settore e l'International Fertilizer Development Centre; e le organizzazioni non governative con forti legami con l'industria come il Servizio internazionale per l'acquisizione di Biotecnologie Agrarie, l'*Africa Harvest Biotech Foundation International* e la Fondazione per la tecnologia agricola Africana. Essa promuove una tecnologia i cui risultati non sono promettenti per l'agricoltura africana.
AGRA è semplicemente il progetto pilota di una più grande campagna industriale per una Rivoluzione Verde basata sulla diffusione delle varietà geneticamente modificate. AGRA non si occupa direttamente della distribuzione di sementi geneticamente modificate in Africa, ma della formazione degli scienziati e di realizzare le infrastrutture per la diffusione di queste colture. La biotecnologia ha avuto risultati scoraggianti in Africa negli ultimi anni. Le prove sul campo in Kenia hanno richiesto svariati milioni di dollari per dimostrare che le varietà della patata dolce della Monsanto non erano meno virus-resistenti, e tantomeno più produttive, rispetto alle varietà locali. Infatti, il miglioramento genetico convenzionale in Uganda ha prodotto varietà locali di patate dolci virus-resistenti più efficaci e ad alto rendimento. In un altro esempio di fallimento spettacolare, tre varietà di mais geneticamente modificato della Monsanto non sono giunte a maturazione nel 2008-2009 in Sud Africa, lasciando oltre 200.000 ettari di granturco incolto.

Tabella 1:Budget CGIAR, suddiviso per centri nel periodo 1972-2008

Commodity focused centers	1972 – 1975	1976 – 1979	1980 – 1983	1984 – 1987	1988 – 1991	1992 – 1995	1996 – 1999	2000 – 2003	2004 – 2005	2007 - 2008
CIMMYT	6	12	18	21	27	26	30	37	42	42
CIP	2	6	9	12	18	17	22	21	23	28
ILRI[a]	2	13	19	24	32	25	26	29	31	43
IRRI	5	12	18	23	28	28	31	33	33	41
Total Center	**16**	**42**	**64**	**79**	**105**	**96**	**109**	**119**	**129**	**154**
% to Total	**48**	**49**	**45**	**44**	**45**	**38**	**34**	**33**	**30**	**29**
Total Contribution to the Research Agenda[b]	33	86	140	181	231	254	322	365	431	524
Ecoregional/commodity-oriented centers										
ICRISAT	3	10	16	23	29	27	26	23	25	48
ICARDA	6	15	19	19	18	22	25	25	25	32
CIAT	6	10	18	23	27	27	31	32	36	47
IITA	7	13	17	21	22	22	27	34	41	51
WARDA	1	2	2	3	6	7	10	11	16	11
Total Center	**16**	**41**	**68**	**88**	**103**	**100**	**115**	**126**	**142**	**189**
% to Total	**50**	**47**	**49**	**49**	**45**	**39**	**36**	**34**	**33**	**36**
Total Contribution to the Research Agenda	33	86	140	181	231	254	322	365	431	524
NRM focused centers										
IWMI						7	9	13	26	25
World Fish						5	11	14	18	21
World Agroforestry						14	20	24	29	28
CIFOR						6	11	13	15	21
Total Center						**31**	**51**	**64**	**89**	**95**
% to Total						**12**	**16**	**18**	**21**	**18**
Total Contribution to the Research Agenda	33	86	140	181	231	254	322	365	431	524
Policy/institution strengthening centers										
IFPRI	0	1	3	5	9	9	19	23	37	48
ISNAR[d]	2	4	7	7	10	9				
Bioversity	1	2	3	5	7	12	19	25	34	38
Total Center	**1**	**3**	**9**	**14**	**23**	**27**	**48**	**56**	**71**	**86**
% to Total	**2**	**3**	**6**	**8**	**10**	**11**	**15**	**15**	**16**	**16**
Total Contribution to the Research Agenda	33	86	140	181	231	254	322	365	431	524

Source of data[1]: CGIAR annual report 1997 for 1972-1997 financial reports 1998-2003.
Source to the total research agenda: CGIAR annual report 1997(1972-1981), 1986-1988/1989 and financial reports 1989-2003, and Executive Summary of the 2004 CGIAR Financial Results (May 2005). CGIAR Financial Report 2008
a Previously ILCA and ILRAD
b Figure does not include CGIAR investment that supported System governance and management, e.g. CGIAR and TAC Secretariat
c Previously IIMI
d ISNAR subsumed into IFPRI in 2004
e Previously IBPGR and INIBAP
1 Reported in Pingali P., Kelley, T. (2007), The Role of International Agricultural Research in Contributing to Global Food Security and Poverty Alleviation: The Case of the CGIAR. In: Evenson, R., P. Pingali, Handbook of Agricultural Economics, vol. 3. Elsevier Science, Amsterdam. Ch. 45.For 2007-2008 personally compiled.

2.2.3 Tendenze degli investimenti CGIAR per tipologie di attività

Fino al 1991, le attività del CGIAR rientravano nell'attività di ricerca gestita direttamente e nel supporto ai Sistemi di Ricerca Agricola Nazionale (NARS). Successivamente, il mandato del CGIAR si è indirizzato verso gli interessi indicati dai

donatori e le attività di maggiore rilevanza per il CGIAR, sono state suddivise in cinque aree di ricerca prioritari

- aumento della produttività
    - riproduzione e valorizzazione del germoplasma
    - miglioramento genetico
- gestione integrata delle risorse naturali
- conservazione della biodiversità
- politiche e innovazioni istituzionali

Fino agli inizi degli anni Novanta, gli investimenti totali erano indirizzati direttamente agli IARC per attività legate all'incremento della produttività, attraverso il miglioramento varietale e la valorizzazione del germoplasma. Durante gli anni '90, tuttavia, i donatori hanno spostato il loro interesse verso le altre priorità di ricerca e, nel 1995 è stato lanciato un programma di rinnovamento del CGIAR che ha portato ad una riallocazione delle risorse finanziarie dalle attività orientate alla produttività a favore di una maggiore attenzione verso la tutela dell'ambiente. tra le quali hanno assunto un peso rilevante la gestione integrata delle risorse naturali, le politiche agricole e le innovazioni istituzionali, e la conservazione della biodiversità, le quali, nel 2008, hanno ricevuto complessivamente il 57% del budget del CGIAR (rispettivamente il 25%, 20% e 12% nel 2008). Rimangono comunque rilevanti gli investimenti sul miglioramento genetico, ricevendo il 25% del budget del 2008, mentre la raccolta del germoplasma ha raggiunto l'11%. I motivi principali che hanno spinto verso una maggiore protezione ambientale sono stati (a) la Conferenza dell'UNCED e l'approvazione dell'Agenda-21 con l'impegno verso un'agricoltura sostenibile e (b) le negoziazioni in sede FAO per la firma dell'*International Undertaking* sulle risorse genetiche, in cui si stimolava il CGIAR ad assumere maggiori responsabilità nella salvaguardia della biodiversità e nella condivisione dei benefici con i paesi in via di sviluppo all'interno di un sistema multilaterale per lo scambio del germoplasma.

2.2.4. Gli investimenti effettuati per tipologie di centro

Lo spostamento di enfasi sulle aree prioritarie della ricerca del CGIAR può essere visto anche esaminando nel tempo gli investimenti sui singoli Centri. La tabella 1 mostra i contributi dei donatori a ciascuno dei Centri dal 1972. I Centri sono stati raggruppati in quattro categorie secondo l'obiettivo primario del loro lavoro: (i) prodotti, (ii) prodotti e sostenibilità a livello regionale; (iii) attività politica e istituzionale, e (iv) gestione delle risorse naturali.

Gli investimenti nei centri mirati alla produzione, cioè CIMMYT (mais e frumento), IRRI (riso), ILRI (bestiame) e CIP (patate e patate dolci), hanno registrato la maggiore crescita fino al 1989, con un finanziamento complessivo per questi quattro centri in aumento dagli 8,5 milioni di dollari iniziali ai 153 milioni di dollari del 2008. In termini relativi, i centri rivolti alla produzione varietale rappresentano oggi meno del 30% dell'investimento totale del CGIAR (2007-8) contro circa il 50% durante il 1970.

I centri con l'obiettivo duplice di produzione varietale e attività eco-regionali includono l'ICRISAT, l'ICARDA, il CIAT, l'IITA e l'Africa Rice (ex WARDA). Questi centri hanno registrato una forte crescita fino al 1990, passando da una cifra iniziale di 11 milioni a 107 milioni. Come i centri rivolti alla produzione varietale, anche per questi centri la proporzione degli investimenti è scesa significativamente, anche se in termini assoluti l'ammontare totale ha raggiunto i 189 milioni nel 2007-2008. Questi cinque centri attualmente rappresentano un terzo del finanziamento totale del CGIAR, mentre all'inizio del 1970 rappresentavano circa la metà del budget totale.
I primi due centri indirizzati alla ricerca sulle politiche agricole e l'alimentazione furono fondati nel 1975: l'IFPRI, con un mandato per la ricerca sulle politiche agricole, e l'IPGRI (ora Bioversity International), la quale si concentra sulle politiche legate alle risorse genetiche. Nel 1980, il livello aggregato degli investimenti di questi due centri era poco più di 5 milioni di dollari. I finanziamenti per questo gruppo è cresciuto rapidamente negli anni Ottanta e Novanta. Nel periodo 2007-2008, l'investimento complessivo a questo gruppo era intorno agli 86 milioni dollari , pari al 16% del bilancio totale del CGIAR, rispetto al 3% degli anni Settanta. Questo è un chiaro impegno verso le politiche agricole e alimentari, il rafforzamento delle istituzioni e le politiche per la conservazione e la valorizzazione delle risorse genetiche.
I centri rivolti alla gestione delle risorse naturali consistono di quattro centri: l'IWMI (per la gestione delle risorse idriche), l'ICLARM ora WorldFish Center (per le risorse acquatiche), il World Agroforestry – ex ICRAF (per le risorse agroforestali) e il CIFOR (silvicoltura). Questi centri hanno aderito nel 1992 al CGIAR, ricevendo un finanziamento iniziale complessivo di 25 milioni di dollari. Il finanziamento per questo gruppo è cresciuto costantemente nel corso dei successivi dieci anni e ha raggiunto i 95 milioni dollari nel periodo 2007-2008. In termini di importanza relativa, i centri di gestione delle risorse naturali rappresentano oggi il 18% del bilancio CGIAR. La crescita, in termini relativi e assoluti, di questi centri è avvenuta a spese principalmente delle attività di miglioramento e valorizzazione del germoplasma, e, in misura minore, a scapito dei centri rivolti alla doppia finalità produzione varietale + obiettivi ecoregionali.

2.2.5 La natura degli investimenti: da svincolata a condizionale

Una delle caratteristiche del CGIAR durante i primi anni di vita è stata la natura incondizionale dei finanziamenti, i quali non erano stanziati per un progetto specifico o per tipo di attività. Nel tempo è cresciuta l'importanza dei fondi legati a "progetti speciali", limitando così la libertà di azione del CGIAR. Il livello di finanziamento condizionale è aumentato di quasi due volte e mezzo dal 1988. La rapida crescita del finanziamento vincolati, dal 36% del bilancio CGIAR nel 1992 al 64% nel 2008, minaccia l'integrità dei programma di ricerca, e mette a rischio il coordinamento delle attività di ricerca. Livelli sproporzionati di finanziamento vincolato potrebbero spostare l'attenzione dalla generazione di beni pubblici internazionali verso lo sviluppo e l'adattabilità delle varietà, favorendo così gli interessi del settore privato. Il finanziamento dei progetti a breve termine potrebbe indirizzare verso il

raggiungimento di risultati immediati anziché verso gli obiettivi di ricerca di lungo periodo.
Secondo un lavoro recente della Banca mondiale, vi è un consenso pressoché unanime che la crescente quota di finanziamenti vincolati ha effettivi distorsivi sulle priorità di ricerca, poiché aumenta i costi di transazione, e riduce l'uso efficiente delle risorse[85]. Questo fenomeno ha contribuito ad una "deriva strategica" all'interno del CGIAR. Infatti, le priorità recentemente stabilite dal Consiglio scientifico definiscono un forte impegno sui beni pubblici internazionali che necessita di un forte impegno da parte dei paesi donatori ad un finanziamento privo di restrizioni.

2.3 Diffusione e impatto della ricerca e della generazione di tecnologia del CGIAR

Le attività e i risultati del CGIAR sono evoluti negli ultimi tre decenni, da un focus esclusivo sul miglioramento genetico varietale, ad una diversificazione delle attività, che includono le pratiche agronomiche e le tecnologie per la gestione delle colture, le nuove conoscenze sulla conservazione e la gestione delle risorse naturali, la facilitazione delle negoziazioni internazionali mediante il supporto tecnico e la produzione di informazioni rilevanti, la ricerca socio-economica sulle politiche indirizzate a ridurre la povertà e aumentare la sicurezza alimentare, e il rafforzamento delle istituzioni. Nonostante l'attività corrente e la diversificazione degli output, non è chiaro se la capacità del CGIAR nella diffusione di quelle varietà che hanno un impatto sull'agricoltura dei paesi in via di sviluppo è andata oltre i risultati ottenuti nella promozione delle linee varietale e nella riproduzione delle varietà migliorate. Fino ad oggi, non vi è una valutazione unanime sulla diffusione e l'impatto delle attività realizzate dal CGIAR. In questa sezione si vuole presentare un quadro esaustivo della letteratura esistente sul grado di diffusione e l'impatto dei prodotti CGIAR.

2.3.1 Il miglioramento genetico varietale

Gli esperti dello sviluppo concordano che gli IARC hanno giocato un ruolo fondamentale nel processo di intensificazione e nel cambiamento avvenuto nell'agricoltura dei paesi in via di sviluppo negli ultimi tre decenni. L'impatto del germoplasma proveniente dal CGIAR è stato ampiamente documentato da Evenson e Gollin[86] (2003). In collaborazione con i sistemi nazionali di ricerca agricola (NARS), gli istituti del CGIAR hanno contribuito a facilitare e sostenere l'impatto della Rivoluzione Verde - lo sviluppo delle varietà migliorate e sensibili all'uso dei fertilizzanti chimici di frumento, riso, e di altre specie importanti nell'alimentazione delle popolazioni dei paesi in via di sviluppo. Evenson e Gollin (2003) stimano che i guadagni di produttività derivanti dal miglioramento del germoplasma sono stati in media dell'1% annuo per il

---

85 World Bank (2003). The CGIAR at 31: An Independent Meta-Evaluation of the CGIAR, vol. 1, Overview Report. Operations Evaluation Department (OED), World Bank, Washington, DC. 46 pp.
86 Evenson, R.E., Gollin, D. (2003). Crop Genetic Improvement and Agricultural Development. CABI.

grano (in tutte le regioni), 0,8% per il riso, 0,7% per il mais, e lo 0,5% e 0,6% rispettivamente per il sorgo e il miglio.
La documentazione sul grado di adozione, diffusione e impatto delle varietà ad alta resa di riso, grano e mais iniziò nel primi anni Settanta. Lavori analoghi sulle altre colture, come manioca, sorgo, miglio e patate, sono iniziati a partire dagli anni Ottanta. Dalrymple[87] (1978), per esempio, ha concluso che, nel 1977, circa 30 milioni di ettari di frumento e 25 milioni di ettari di riso dei paesi in via di sviluppo sono stati piantati con varietà ad alta resa. Al lavoro di Dalrymple sono seguiti numerosi lavori che hanno studiato l'adozione e l'impatto delle varietà migliorate di riso, frumento, mais, sorgo, miglio, e patate [ad esempio, Herdt e Capule[88] (1983); Byerlee e Moya[89] (1993); López-Pereira e Morris[90] (1994); Evenson e David[91] (1993); Walker e Crissman[92] (1996); Rohrbach et al.[93] (1999)].
L'analisi di Evenson e Gollin (2003) arriva alla conclusione che, durante i primi venti anni della Rivoluzione Verde, per tutti i paesi in via di sviluppo, l'adozione delle varietà ad alta resa è passata dal 9% del 1970 al 29% nel 1980 e ha raggiunto il 63% nel 1998. Durante questo periodo anche il rilascio varietale dai programmi nazionali è aumentato. Nel caso del frumento, il rilascio varietale è raddoppiato, passando da una media di 40 all'anno tra il 1965 ed il 1970 alle 80 varietà rilasciate nel periodo tra il 1986 e il 1990. Il rilascio varietale di riso è triplicato annualmente durante lo stesso periodo di tempo, mentre il rilascio varietale di mais è aumentato di cinque volte. I risultati sono positivi anche per il sorgo, e per le colture come miglio, orzo e lenticchia.
La ricaduta dei benefici derivanti dalle attività di miglioramento genetico e selezione varietale svolte del CGIAR possono misurarsi attraverso il pedigree delle varietà rilasciate dai programmi nazionali. Evenson e Gollin (2003) confermano che la presenza del materiale varietale del CGIAR nelle varietà moderne è stata elevata per la maggior parte delle colture, laddove il 36% di tutte le uscite varietali è basata su incroci con varietà riconducibili al CGIAR. Evenson e Gollin (2003) concludono che il pool di risorse genetiche a disposizione dei programmi nazionali attraverso il CGIAR ha contribuito ad evitare rendimenti decrescenti nel miglioramento genetico svolto dai NARS, nell'ipotesi in cui avessero dovuto lavorare solo con il pool di risorse genetiche a loro disposizione.
I benefici globali sono probabilmente più alti per un prodotto come il frumento, solitamente coltivato in ambienti di produzione relativamente omogenei, e sul quale la

---

[87] Dalrymple, D.G. (1978). "Development and spread of high yielding varieties of wheat and rice in the less developed nations", USDA Foreign Agricultural Economics Report No. 95. United States Department of Agriculture, Washington, DC.
[88] Herdt, R.W., Capule, C. (1983). Adoption, Spread, and Production Impact of Modern Rice Varieties in Asia. International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños.
[89] Byerlee, D., Moya, P. (1993). Impacts of International Wheat Breeding Research in the Developing World 1966–1990. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, DF.
[90] López-Pereira, M.A., Morris, M.L. (1994). Impacts of International Maize Breeding Research in the Developing World, 1966–1990. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, DF.
[91] Evenson, R., David, C. (1993). Adjustment and Technology: The Case of Rice. Development Centre Studies,Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris.
[92] Walker, T., Crissman, C.C. (1996). Case Studies of the Economic Impact of CIP-related Technologies. International Potato Center (CIP), Lima.
[93] Rohrbach, D., Lechner, W., Ipinge, W., Monyo, S. (1999). "Impact from investments in crop breeding: The case of Okashana-1 in Nimbia". In: ICRISAT Impact Series, vol. 4. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India.

variabilità delle preferenze e delle caratteristiche di qualità non incidono in maniera significativa [Byerlee e Traxler[94] (2001)]. Le caratteristiche qualitative sono un fattore limitante nel trasferimento diretto delle varietà per riso e mais. Infatti, i gusti dei consumatori sono fortemente legati alle tradizioni locali, e ciò rende difficoltoso il lavoro dei programmi nazionali per lo sviluppo varietale [Sperling, Loevinsohn e Ntambovura[95] (1993)]. I programmi dei NARS hanno generalmente usato varietà o incroci realizzati nel centri CGIAR nello sviluppo di varietà particolarmente adatte agli ambienti agro-ecologici locali, o alle preferenze di gusto richieste dai consumatori. Il CGIAR ha giocato un ruolo determinante nell'indirizzare il miglioramento genetico e nella diminuzione dei costi della ricerca, consentendo così il trasferimento varietale ai programmi condotti dai NARS.

Spesso ci vuole molto tempo prima che si diffonda la conoscenza necessaria e quindi la relativa adozione. In genere, dall'avvio di un progetto di ricerca passano dieci anni prima della diffusione dei risultati ottenuti dalla ricerca. Attraverso l'acquisizione di popolazioni o linee varietali oltre confine, un paese può ridurre i tempi di ricerca e incrementare i rendimenti degli investimenti della ricerca [Alston, Norton e Pardey[96] (1995)]. Esistono molti tentativi di rintracciare e quantificare le ricadute a livello nazionale dell'acquisizione dal CGIAR del materiale varietale e la diffusione delle conoscenze scientifiche disponibili in tutte le regioni in via di sviluppo. Wood e Pardey[97] (1998) valutano il trasferimento transfrontaliero di tecnologia con le relative ricadute sulla ricerca agricola in America Latina. Gli autori sottolineano il ruolo dei fattori agro-ecologici nel trasferimento delle tecnologie agricole. Una varietà ad alta resa adatta alla coltivazione in una determinata località potrebbe anche non crescere in altre aree, a causa delle differenze dovute al clima o al tipo di suolo. Le variazioni spaziali possono essere un ostacolo al trasferimento delle tecnologie agricole. Inoltre, le variabili economiche, come i prezzi relativi di input e output, sono variabili significative nell'adozione di qualsiasi tecnologia, comprese le varietà ad alta resa. Pertanto, oltre allo sviluppo delle tecnologie che possono essere adottate dagli agricoltori in ambienti di produzione svantaggiate, può essere importante promuovere la diffusione delle tecnologie già esistenti tra i piccoli agricoltori[98].

Morris, Dubin e Pokhrel[99] (1994) hanno condotto una valutazione analoga per le ricadute sull'economia nepalese della ricerca realizzata sul frumento in India. I rendimenti degli investimenti realizzati nel miglioramento genetico del grano in Nepal sono stati stimati per due periodi: (1) il primo periodo della Rivoluzione Verde (1960-1990), quando furono rilasciate le prime varietà moderne di grano, e (2) il periodo post-

---

[94] Byerlee, D., Traxler, G. (2001). "The role of technology spillovers and economies of size in the efficient design of agricultural research systems". In: Alston, J., Pardey, P., Taylor, M. (Eds.), Agricultural Science Policy: Changing Global Agendas. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

[95] Sperling, L., Loevinsohn, M., Ntambovura, B. (1993). "Rethinking the farmers' role in plant breeding: Local bean experts and on-station selection in Rwanda". Experimental Agriculture 29, 509–519.

[96] Alston, J.M., Norton, G.W., Pardey, P.G. (1995). Science under Scarcity: Principles and Practices for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting. Cornell University, Ithaca.

[97] Wood, S., Pardey, P.G. (1998). "Agroecological aspects of evaluating agricultural R&D". Agricultural Systems 57 (1), 13–41.

[98] Wood, S.,You, L., Zhang X. (2004). Spatial Patterns of Crop Yields in Latin America and the Caribbean. IFPRI, EPTD Discussion Paper No. 124. http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/60322/2/eptdp124.pdf

[99] Morris, M.L., Dubin, H.J., Pokhrel, T. (1994). "Returns to wheat breeding research in Nepal". Agricultural Economics 10 (3), 269–282.

Rivoluzione Verde (dopo il 1990), quando le varietà moderne di prima generazione furono sostituite da nuovi materiali. Nel caso della ricerca sul grano, la quota maggiore dei benefici (pari al 70%) è concentrata nelle zone irrigue. Le zone aride rappresentano solo il 4% dei guadagni, sebbene siano quasi il 20% della produzione aggregata. Nondimeno, le aree marginali, dove l'incidenza della povertà è molto alta, hanno condiviso scarsi benefici dalla ricerca di grano a causa, secondo Morris et al. (1994), di fattori come la siccità, i problemi del suolo, o la carenza di infrastrutture che ostacolano l'adozione delle varietà moderne. >

Maredia e Byerlee[100] (1999) hanno studiato i benefici da spillover provenienti dalle varietà migliorate di grano attraverso i confini agro-ecologici - in altre parole, hanno misurato la trasferibilità delle varietà di frumento sviluppate in ambiente irriguo ad un ambiente *rainfed*. Gli autori hanno dimostrato che vi sono state ricadute importanti dalla ricerca sul grano, che hanno contribuito ad aumentare la crescita della produzione in ambienti marginali. La produzione di grano nell'Africa Settentrionale e Occidentale, per esempio, ha beneficiato ampiamente degli spillover dovuti alle tecnologie derivanti dalla generazione dei beni pubblici internazionali generati dal CGIAR. Pardey et al.[101] (1996) hanno misurato i vantaggi per la produzione di riso e frumento statunitense derivante dall'uso del germoplasma sviluppato presso l'IRRI e il CIMMYT. La maggior parte di queste esternalità proviene dal lavoro di adattamento, mentre nel caso del frumento in California, le varietà hanno avuto origine direttamente dal CIMMYT. I benefici complessivi sono stati valutati in diversi miliardi di dollari[102].

2.3.2. La gestione delle risorse genetiche in termini di impatto

La ricerca sulla gestione delle colture tradizionali del CGIAR è finalizzata ad aspetti specifici legati alle tecniche agronomiche, quali la gestione del suolo e dei nutrienti, l'irrigazione, la gestione dei parassiti e la raccolta dell'acqua piovana. Un aspetto peculiare ha riguardato l'aumento della produttività agricola. L'obiettivo primario della ricerca è stato quello di accompagnare la ricerca sul miglioramento varietale con la valorizzazione dei benefici provenienti dalle nuove varietà. Più di recente, c'è stato un crescente interesse all'interno del CGIAR sulla ricerca finalizzata alla gestione integrata delle risorse naturali (INRM). Apparentemente, si è voluto dare rilevanza a quel filone di pensiero che insiste sul forte legame esistente tra aumento della produttività, tutela ambientale e sviluppo umano come un obiettivo di ricerca multidisciplinare con ricadute temporali e spaziali differenti [Sayer e Campbell[103]

---

[100] Maredia, M.K., Byerlee, D. (Eds.) (1999). The Global Wheat Improvement System: Prospects for Enhancing Efficiency in the Presence of Spillovers, CIMMYT Research Report No. 5. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, DF.

[101] Pardey, P.G., Alston, J.M., Christian, J.E., Fan, S. (1996). Hidden Harvest: U.S. Benefits from International Research Aid, Food Policy Report. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, DC.

[102] Pingali P., Kelley, T. (2007), The Role of International Agricultural Research in Contributing to Global Food Security and Poverty Alleviation: The Case of the CGIAR. In: Evenson, R., P. Pingali, Handbook of Agricultural Economics, vol. 3. Elsevier Science, Amsterdam. Ch. 45.

[103] Sayer, J.A., Campbell, B. (2001). "Research to integrate productivity enhancement, environmental protection, and human development". Conservation Ecology 5 (2), 32.

(2001); Turkelboom et al.[104] (2003)]. E' chiaro che la gestione integrata delle risorse naturali deve prendere in considerazione variabili politiche, socio-economiche, ed ecologiche [Campbell et al.[105] (2001)]. Ciò rappresenta un allontanamento significativo dalle tematiche di ricerca tradizionali sulla gestione delle risorse genetiche, il cui obiettivo era semplicemente di aumentare o mantenere ('*mainteinance research*') la produttività agricola nel medio-lungo termine.

A differenza degli studi sul miglioramento genetico, l'impatto della ricerca sulla gestione delle risorse genetiche del CGIAR è considerato praticamente nullo, almeno se si considerano gli effetti su larga scala [Kelley e Gregersen[106] (2005)]. Pingali[107] (2001) ha presentato un lavoro sulla letteratura esistente sull'argomento, e ha trovato un'assenza generale di storie di successo sulla gestione delle risorse naturali su larga scala, se non per alcuni casi eccezionali di gestione integrata degli infestanti[108] (*Integrated Pest Management* – IPM). Alston et al.[109] (2000) hanno effettuato un'indagine globale sui tassi di rendimento delle metodologie di ricerca agricola, e hanno trovato pochi studi sulla gestione delle risorse naturali, anzi meno del 4% del totale degli studi in esame. A differenza dei casi sul miglioramento genetico, per i quali è stato documentata l'adozione su vasta scala per una serie di colture CGIAR, attualmente esistono pochissimi studi che documentano i casi in cui le tecnologie di gestione delle risorse naturali promosse dal CGIAR hanno generato un impatto su vasta scala.

Secondo Pingali e Kelley (2007), la mancanza di successi sulla gestione delle risorse naturali nel CGIAR dipende da un'insufficiente e inadeguata attenzione alla ricerca sulla gestione delle risorse naturali sin dall'istituzione del CGIAR. Gli investimenti totali sul miglioramento varietale sono stati ben superiori alla ricerca finalizzata alla gestione delle risorse naturali. Inoltre la difficoltà di valutazione dipende dalla presenza di mercati imperfetti sui servizi ambientali, non misurabili direttamente in termini monetari. I problemi riguardano in particolare la necessità di tempi più lunghi su cui effettuare una valutazione oggettiva dell'impatto. Allo stesso tempo, è ampiamente riconosciuto che l'impegno del CGIAR sulla gestione delle risorse naturali non ha saputo generare tecnologie appropriate che rispondano adeguatamente alle esigenze dei contadini con risorse limitate e delle comunità locali [Cooper e Denning[110] (2000)].

---

[104] Turkelboom, F., La Rovere, R., Hagmann, J., El-Khatib, R., Jazeh, K. (2003). "Putting INRM into action: Workshop documentation". 4th INRM Workshop, International Center for Agricultural Research in the Dryland Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, 16–19 September, 2002.

[105] Campbell, B., Sayer, J.A., Frost, P., Vermeulen, S., Ruiz Pérez, M., Cunningham, A., Prabhu, R. (2001). "Assessing the performance of natural resource systems". Conservation Ecology 5 (2), 22.

[106] Kelley, T.G., Gregersen, H. (2005). "Lessons from CGIAR impact assessment research". In: Shiferaw, B., Freeman, H.A., Swinton, S. (Eds.), Natural Resource Management in Agriculture: Methods for Assessing Economic Environmental Impacts. CABI Publishing, pp. 341–360.

[107] Pingali, P.L. (2001). Milestones in Impact Assessment Research in the CGIAR, 1970–1999, with an Annotated Bibliography of Impact Assessment Studies Conducted in the CGIAR, 1970–1999. Standing Panel on Impact Assessment, Technical Advisory Committee (TAC) of the CGIAR, World Bank, Washington, DC.

[108] La gestione integrata (o IPM) consiste nell'integrare diverse tecniche di controllo dei parassiti nel contesto dell'ambiente di riferimento, al fine di promuovere e favorire il controllo biologico dei parassiti, per raggiungere obiettivi economici, di salute sociale ed ambientali. Lo scopo dell'IPM è una gestione efficace dei parassiti nel modo più sicuro possibile.

[109] Alston, J.M., Marra, M.C., Pardey, P.G., Wyatt, T.J. (2000). "Research returns *redux*: A meta-analysis of the returns to agricultural R&D". Australian Journal of Agricultural Resource Economics 44 (2), 185–215.

[110] Cooper, P.J.M., Denning, G.L. (2000). "Scaling up the impact of agroforestry research: Report of the agroforestry dissemination workshop". World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, Kenya, 14–15 September 1999. 43 pp.

2.4 Opportunità e limiti della ricerca agricola

La crescita della produttività avvenuta grazie agli investimenti nella ricerca e sviluppo effettuati dal CGIAR durante il periodo della Rivoluzione Verde ha avuto un enorme impatto sulla disponibilità di cibo e sui prezzi dei generi alimentari, e conseguentemente un impatto sulla sicurezza alimentare e la riduzione della povertà. Inoltre, l'aumento della produttività nel settore agricolo ha stimolato la crescita dei settori non agricoli e ha agito come catalizzatore per la crescita economica globale.
Tuttavia, i benefici sono stati accompagnati da drammatici costi sociali e ambientali (NRC[111] 2002), e i piccoli agricoltori sono stati schiacciati (Van der ploeg) dal modello imposto dalla Rivoluzione Verde. E' importante comprendere qual è stato l'impatto della ricerca agricola sull'agricoltura di piccola scala. Nella sezione successiva si presentano i risultati raggiunti dalle strategie politiche adottate dal CGIAR negli ultimi cinquant'anni per la lotta alla povertà e il raggiungimento della sicurezza alimentare, mentre nell'ultimo paragrafo si delineano i limiti dell'attuale modello di ricerca, tentando di individuare quali sono le alternative in grado di promuovere uno sviluppo agricolo sostenibile che abbia effetti positivi per l'agricoltura familiare, finora rimasta esclusa dai processi decisionali della comunità internazionale, la quale tende a privilegiare la mera disponibilità piuttosto che affrontare le cause reali che non consentono a più di un miliardo di persone di accedere al cibo.

2.4.1. Offerta e prezzi dei beni alimentari

L'adozione di un moderno pacchetto tecnologico composto da semi e input chimici ha comportato un cambiamento significativo nella funzione di offerta dei prodotti alimentari, contribuendo ad una caduta dei prezzi, in termini reali, dei generi alimentari. La ricerca agricola ha avuto un effetto primario sulla povertà urbana, così come sui poveri rurali acquirenti netti di beni di consumo primari, attraverso la riduzione dei prezzi dei prodotti alimentari:
L'effetto della ricerca agricola sul potere d'acquisto dei poveri - sia aumentando i loro redditi sia mediante la riduzione dei prezzi dei prodotti base dei beni alimentari – è stato probabilmente la principale fonte di benefici associati alla ricerca agricola. Poiché una percentuale elevata di qualsiasi incremento di reddito da parte dei poveri è spesa in beni di sussistenza, gli effetti sul reddito di una maggiore disponibilità di cibo hanno avuto importanti implicazioni sul piano nutrizionale [Alston, Norton e Pardey[112] (1995)].
I primi tentativi di documentare l'impatto del cambiamento tecnologico sull'offerta e sui prezzi dei prodotti alimentari, e sulla distribuzione del reddito, risalgono ai lavori

[111] NRC (National Research Council of the National Academies) 2002 Environmental Effects of Transgenic Plants: The Scope and Adequacy of Regulation. Washington, DC: National Academy Press.
[112] Alston, J.M., Norton, G.W., Pardey, P.G. (1995). Science under Scarcity: Principles and Practices for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting. Cornell University, Ithaca.

di Hayami e Herdt[113] (1977) all'IRRI, Pinstrup-Andersen, Ruiz de Londoño e Hoover[114] (1976) e Scobie e Posada[115] (1978) presso il CIAT, e Binswanger[116] (1980) all'ICRISAT. Pinstrup-Andersen ha sostenuto con forza che l'impatto principale per i poveri è stato l'aumento della disponibilità di cibo generata dal cambiamento tecnologico.
Esaminando alcuni degli effetti sul benessere economico e sociale dei programmi di miglioramento genetico del CGIAR e dei suoi partner, Evenson e Rosegrant[117] (2003) stimano che, senza i programmi di ricerca del CGIAR, la produzione alimentare nei paesi in via di sviluppo sarebbe stata quasi il 20% in meno (o, alternativamente, 15-20 milioni di ettari di terra in più da coltivare, oltre ad un aumento del 5% delle importazioni di prodotti alimentari). I prezzi delle materie prime sarebbero stati dal 35 al 65% più alti, e di conseguenza, la disponibilità calorica media sarebbe diminuita dell'11-13% a livello globale (di più in alcune regioni). Infine, la malnutrizione infantile sarebbe stata più alta del 6-8% - pari a circa 30-45 milioni di bambini malnutriti. Nel complesso, questi sforzi hanno generato benefici globali per tutti i consumatori.
La redditività dei moderni sistemi di agricoltura non è diminuita nonostante la caduta dei prezzi dei prodotti alimentari, grazie alla possibilità di sfruttare le economie di scala permesse dalla concentrazione terriera (Ireson[118] (1987); Freebairn[119] (1995); Niazi[120] (2004); Merlet and Jamart[121] (2009)) avvenuta negli ultimi quarant'anni. Tuttavia, l'evidenza empirica non supporta la tesi sostenuta da molti che i produttori hanno continuato a beneficiare del cambiamento tecnologico, nonostante la diminuzione dei prezzi alla produzione. Infatti, gli studi sull'argomento non permettono di confermare che il costo unitario di produzione è diminuito in modo significativo per le varietà moderne (nel caso del riso si veda Pingali, Hossain e

---

[113] Hayami, Y., Herdt, R.W. (1977). "Market price effects of technological change on income distribution in semi-subsistence agriculture". American Journal of Agricultural Economics 59 (2), 245–256.
[114] Pinstrup-Andersen, P., Ruiz de Londoño, N., Hoover, E. (1976). "The impact of increasing food supply on human nutrition: Implications for commodity priorities in agricultural research". American Journal of Agricultural Economics 58 (2), 131–142.
[115] Scobie, G.M., Posada, R.T. (1978). "The impact of technical change on income distribution: The case of rice in Colombia". American Journal of Agricultural Economics 60 (1), 85–92.
[116] Binswanger, H.P. (1980). "Income distributional effects of technical change: Some analytical issues". Southeast Asian Economic Review 1 (3), 179–218.
[117] Evenson, R., Rosegrant,M. (2003). "The economic consequences of crop genetic improvement programmes". In: Evenson, R.E., Gollin, D. (Eds.), Crop Genetic Improvement and Agricultural Development. CABI.
[118] Ireson, W. Randall. 1987. Landholding, Agricultural Modernization, and Income Concentration: A Mexican Example. Economic Development and Cultural Change 35 (2):351-66.
[119] Freebairn, D.K. ,(1995,) 'Did the Green Revolution Concentrate Incomes? A Quantitative Study of Research Reports', World Development 23(2), 265-279.
[120] Niazi, Tarique, 2004, 'Rural Poverty and the Green Revolution: The Lessons from Pakistan', *Journal of Peasant Studies*, 31(2): 242-60.
[121] Michel Merlet and Clara Jamart, "Commercial Pressures on Land Worldwide: Issues and Conceptual Framework for Analysis," prepared by AGTER (*Améliorer la Governance de la Terre, de L'Eau, et des Ressources Naturelles*) for International LandCoalition, April 2009,
available from http://www.landcoalition.org/cpl-blog/wp-content/uploads/09_05_conceptual_framework_eng.pdf

Gerpacio[122] (1997) e Hossain[123] (1998) per il Bangladesh, e per il frumento si veda Sidhu e Byerlee[124] (1992) per la regione del Punjab indiano).

2.4.2 Effetti sulla povertà e la sicurezza alimentare

Mentre i benefici della produttività agricola sono ampiamente riconosciuti, alcuni settori della società hanno ricevuto scarsi benefici dalla Rivoluzione Verde, in particolare i lavoratori senza terra, le donne capo-famiglia, e gli agricoltori che vivono in ambienti marginali. Infatti, è difficile sostenere che i produttori delle zone marginali hanno ricevuto benefici simili agli agricoltori degli ambienti favorevoli, i quali affidandosi ad input esterni e all'irrigazione, hanno beneficiato dell'adozione delle varietà moderne selezionate dalla ricerca pubblica e, ultimamente, dal settore sementiero privato. Ad esempio, Byerlee e Morris[125] (1993) hanno messo in evidenza come le nuove tecnologie proposte, varietà ad alta resa e fertilizzanti chimici, sono state scarsamente adottate negli ambienti marginali e hanno avuto un impatto limitato rispetto a quanto avvenuto in ambienti favorevoli. All'adozione pressoché totale delle varietà di frumento e di riso ad alta resa avvenuta negli ambienti irrigui a partire dalla metà degli anni 1980, è corrisposta un'adozione molto bassa in quegli ambienti con scarse precipitazioni o con un controllo limitato delle falde acquifere. Inoltre, mentre l'adozione delle varietà moderne di grano hanno permesso un aumento del 40% delle rese per ettaro nelle zone irrigate, nelle zone aride i guadagni spesso non sono andati oltre il 10%.
In Messico, la patria della rivoluzione verde, il CIMMYT ha lavorato sul mais (e sul grano), per il miglioramento varietale dal 1960. Il mais è l'alimento base nella dieta di ogni messicano con oltre 12,7 milioni di tonnellate, equivalente a 125 kg procapite, consumate direttamente come alimento (Cleveland[126]). Il mais è la principale produzione rispetto a qualsiasi altro raccolto (8,0 milioni di ha) (Aquino et al.[127] 2001), ed è principalmente coltivato da piccoli agricoltori. Tra le ipotesi sottostanti alla Rivoluzione Verde in Messico vi è l'aumento della produzione per gli agricoltori di larga scala che producono in ambienti ottimali piuttosto che il sostegno all'agricoltura familiare presente negli ambienti marginali (Jennings[128] 1988). L'ipotesi economica sottostante è che i piccoli agricoltori producono secondo un modello inefficiente e

---

[122] P.L. Pingali, M.Hossain, and R.V. Gerpacio. 1997. Asian Rice Bowls: The Returning Crisis? CAB International, Wallingford, UK, April.
[123] Hossain, M. (1998). "Rice research, technological progress, and the impact on the rural economy: The Bangladesh case". In: Pingali, P.L., Hossain, M. (Eds.), Impact of Rice Research. Proceedings of the International Conference on the Impact of Rice Research, 3–5 June 1996, Bangkok, Thailand. Thailand Development Research Institute (TDRI) and International Rice Research Institute (IRRI), Bangkok and Los Baños.
[124] Sidhu, D.S., Byerlee, D. (1992) "Technical change and wheat productivity in the Indian Punjab in the post-Green Revolution period", CIMMYT Economics Working Paper No. 92-02. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, DF.
[125] Byerlee, D., Morris, M. (1993). "Research for marginal environments: Are we underinvested?". Food Policy 18 (5), 381–393.
[126] D.A. Cleveland. 2006. What Kind of Social Science Does the CGIAR, and the World, Need? *Culture and Agriculture,* Vol. 28, No. 1, pp. 4–9.
[127] P.F. Aquino, Pedro, R.Calvo, and D.Flores. 2001. Selected Maize Statistics. *In* CIMMYT 1999–2000 World Maize Facts and Trends. Meeting World Maize Needs: Technological Opportunities and Priorities for the Public Sector. P. L. Pingali, ed. Pp. 45–57. Mexico, DF: CIMMYT.
[128] Jennings, Bruce H. 1988. Foundations of International Agricultural Research. Boulder, CO: Westview Press.

inadeguato, che va sostituito dall'agricoltura industriale, in grado di competere sui mercati internazionali, grazie alla specializzazione settoriale e alla meccanizzazione, e di sfruttare le economie di scala. Questa ipotesi continua a svolgere un ruolo importante nelle politiche di sviluppo agricolo, non solo nel CGIAR, ma anche, per esempio, nell'accordo di libero scambio siglato con il NAFTA (Nadal[129] 2000).
Tuttavia, anche se i produttori di mais di piccola scala non hanno beneficiato direttamente dai programmi di miglioramento del mais portati avanti al CIMMYT, hanno continuato ad avere un ruolo importante nell'agricoltura messicana, e attualmente costituiscono tra il 27 e il 76 per cento degli agricoltori di mais (Nadal 2000:42), i quali producono circa Il 50 per cento del mais messicano (Nadal 2000). La resa del mais rimane comunque bassa (2,4 MT/Ha) rispetto ai paesi industriali come gli Stati Uniti (8,3 MT/Ha) (Aquino et al. 2001), e le varietà tradizionali degli agricoltori rappresentano il 79 per cento della superficie coltivata di mais. In molte aree marginali l'adozione delle varietà moderne di mais è ancora più bassa, come nello stato meridionale messicano di Oaxaca, dove circa Il 90 per cento della superficie di mai raccolto proviene dalle varietà tradizionali degli agricoltori (Aragón Cuevas et al. 2005[130]), con rese di 0,8 MT/Ha. Il basso tasso di adozione delle varietà moderne non dipende dal fatto che le varietà moderne non sono disponibili- il settore pubblico ha infatti rilasciato 222 varietà moderne di mais tra il 1966 e il 1997, mentre 155 varietà moderne provengono dal settore privato (Morris e López Pereira[131] 1999).
L'approccio dominante al miglioramento genetico delle risorse vegetali ha una serie di lacune, che riguardano soprattutto l'incapacità di un sistema di miglioramento e selezione fortemente centralizzato, rivolto ad affrontare l'enorme diversità delle condizioni ambientali e delle esigenze degli utenti finali con misure uniformi. Le preferenze varietali spesso variano a seconda delle località di riferimento, di stagione in stagione, e tra diversi agricoltori, in particolare nella produzione agricola di sussistenza. I principali programmi di selezione vegetale del CGIAR non sono stati in grado di indirizzare le risorse verso le molteplici preferenze di diversità varietale richieste degli agricoltori, ma hanno rivolto l'attenzione verso una strategia di sviluppo basata su un pacchetto tecnologico che comprende nuove varietà ad alta resa, l'uso di irrigazione, fertilizzanti, pesticidi e la meccanizzazione della produzione agricola.
Di fatto gli ambienti agricoli in cui le varietà moderne hanno avuto successo sono molto simili in termini ambientali (alta piovosità e suoli fertili), altrimenti comportano l'uso di irrigazione e fertilizzanti per renderli uniformi alle varietà rilasciate. Ciò ha causato principalmente tre problemi. Innanzitutto, Il pacchetto tecnologico ha previsto l'uso massiccio di prodotti chimici con effetti devastanti sull'ambiente. In secondo luogo, i coltivatori più poveri e in particolare quelli che vivevano in ambienti marginali sono

---

[129] Nadal, Alejandro. 2000. The Environmental and Social Impacts of Economic Liberalization on Corn Production in Mexico. Gland, Switzerland, and Oxford, UK: World Wide Fund for Nature, and Oxfam GB.
[130] Aragón Cuevas, Flavio, Suketoshi Taba, F. Humberto Castro-García, Juan Manuel Hernández-Casillas, José Manuel Cabrera-Toledo, Leodegario Osorio Alcalá, and Nicolás Dillánes Ramírez. 2005. In situ Conservation and Use of Local Maize Races in Oaxaca, Mexico: A Participatory and Decentralized Approach. *In* Latin American Maize Germplasm Conservation: Regeneration, In situ Conservation, Core Subsets, and Prebreeding; Proceedings of a Workshop held at CIMMYT, April 7–10, 2003. S. Taba, ed. Pp. 26–38. Mexico, DF:CIMMYT.
[131] Morris, M. L., and M. A. López Pereira 1999 Impacts of Maize Breeding Research in Latin America. Mexico, DF: CIMMYT.

stati di fatto esclusi dalla ricerca a causa della mancanza di risorse necessarie all'acquisto dei prodotti chimici richiesti nell'adozione delle nuove varietà. Infine, l'adozione di un numero limitato di varietà moderne ha comportato l'erosione della biodiversità agricola. Infatti, le diverse varietà locali geneticamente diverse custodite dagli agricoltori nel corso di millenni sono state sostituite dalle nuove varietà, le quali risultano molto simili in termini di costituzione genetica.

Ci sono molte ragioni per cui la ricerca agraria non ha apportato ampi benefici all'agricoltura di sussistenza dei paesi in via di sviluppo. Gli agricoltori di queste regioni si trovano in genere in ambienti difficili. Le aree agricole sono caratterizzate da ambienti molto variabili con precipitazioni estreme, una scarsa qualità del suolo e solitamente in un contesto che, a causa della loro posizione geografica difficilmente raggiungibile, è spesso contraddistinto da assenza di infrastrutture basilari, quali strade, mercati, sistemi di irrigazione e servizi pubblici. Molti di questi agricoltori sono frammentati in gruppi indigeni socialmente emarginati che storicamente non hanno avuto voce nella società, e con poco potere politico o capacità di influenzare le politiche di governo e di investimento, in un ambiente in cui è difficile creare attività generatrici di reddito in grado di attirare l'interesse privato.

Molte di queste popolazioni hanno una densità di popolazione relativamente alta rispetto alla dotazione di risorse naturali (che porta a forti pressioni su di esse), mentre la loro densità geografica può risultare piuttosto bassa, rendendo più difficile in termini di costi/benefici gli investimenti infrastrutturali.

I programmi di miglioramento genetico si sono concentrati solo su alcune colture principali, grano, riso e mais, per la coltivazione in ambienti favorevoli che permettono l'accesso alla irrigazione o a precipitazioni piovose consistenti. Questo non vuol dire che i poveri non hanno beneficiato di questi sforzi, dal momento che molti agricoltori vivono in ambienti favorevoli e dipendono da colture di base importanti, ma c'è stata una tendenza a dirigere le risorse finalizzate alla ricerca verso gli ambienti favorevoli piuttosto che verso quelli marginali.

L'obiettivo della ricerca agraria negli ambienti favorevoli è stata giustificata con il fatto che queste zone permettevano una elevata produttività e quindi un più elevato rendimento degli investimenti. Secondo tale visione, può essere inefficiente spostare gli investimenti lontano dalle zone di produzione più favorevoli verso le aree marginali, dove la produttività agricola tende ad essere bassa. In definitiva, il dibattito sul trade-off esistente tra investire in ambienti favorevoli piuttosto che nelle zone marginali ha riconosciuto che la ricerca agricola mirata agli ambienti di produzione più difficili può indirizzare a rispondere alle necessità dell'agricoltura di sussistenza, di piccola scala e quindi avere un impatto positivo sulla riduzione della povertà (Bellon[132], 2006). Sebbene l'aumento della produttività nelle aree marginali può risultare più costoso (a causa degli alti investimenti iniziali) e i benefici potrebbero essere inizialmente più bassi rispetto agli ambienti favorevoli, diversi autori continuano a sostenere che le decisioni di investimento basate solo sulla redditività possono risultare estremamente

[132] M.R. Bellon. 2006. Crop research to benefit poor farmers in marginal areas of the developing world: a review of technical challenges and tools. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 2006 1, No. 070. www.bioversityinternational.org.

fuorvianti e irresponsabili. Sull'argomento, Bellon (2006) sostiene che gli investimenti in aree marginali possono ottenere rendimenti più elevati, in particolare se nella valutazione si considera l'impatto anche in termini di riduzione della povertà e di sostenibilità ambientale.
Pertanto, la ricerca agricola può offrire notevoli opportunità di alleviare la povertà presente negli ambienti marginali individuando quelle specie che risultano importanti per i poveri, e sviluppando quindi quelle varietà che formano la base della dieta alimentare locale, oppure nella selezione di varietà che necessitano un basso impiego di input, o che rispondono meglio agli stress biotici e abiotici.

2.5 Il miglioramento genetico indirizzato agli ambienti marginali e alla lotta alla povertà

Gli ambienti marginali possono essere definiti come zone dove l'agricoltura è dominata da un'alta variabilità delle condizioni agro-ecologiche e socio-economiche, come le condizioni eterogenee del suolo, una topografia variabile e condizioni climatiche erratiche, e quindi rischi di produzione elevati. La grande eterogeneità degli ambienti in cui vivono gli agricoltori richiede una ricerca rivolta alla produzione di varietà specifiche, come le varietà adatte a contesti ambientali di bassa fertilità e a condizioni climatiche irregolari, che permettono di produrre anche con l'uso di input limitati. Questa sfida ambiziosa può essere la piattaforma sulla quale far incontrare gli obiettivi dei ricercatori con gli obiettivi degli agricoltori
L'eterogeneità e la variabilità degli ambienti marginali, nonché la limitata capacità degli agricoltori di applicare gli input necessari alla produzione o di investire in infrastrutture come l'irrigazione, suggeriscono la necessità di indirizzare i progetti di selezione varietale ad ambienti molto specifici: di qui la necessità di un ritorno all'adattamento locale, come facevano una volta gli agricoltori, quando la scelta era basata sulla coltivazione di varietà locali che si adattavano all'ambiente circostante. Una strategia che può avere risultati ampi, oltre a rispondere alle esigenze degli agricoltori poveri e alle difficoltà di produzione delle aree marginali, è quella di puntare sull'adattamento specifico. Si tratta di germoplasma selezionato per rispondere alle difficoltà di produzione che si possono incontrare nei diversi contesti più che ad un ecosistema che abbia le stesse caratteristiche.
La selezione varietale tradizionale è di solito effettuata nelle stazioni di ricerca, in condizioni molto controllate. Ciò consente di controllare le fonti di variabilità, e permette di identificare e selezionare le varietà che rispondono in modo più efficiente ad un ambiente ottimale. Il problema è che in molti casi vi è una scarsa correlazione tra le condizioni di selezione della stazione della ricerca e le effettive condizioni di impiego delle varietà nei luoghi di destinazione (i campi degli agricoltori), soprattutto in quelli marginali, che possono portare ad una cattiva performance delle varietà rilasciate dai programmi convenzionali di miglioramento genetico. Ad esempio, come già sottolineato nei paragrafi precedenti, in Messico le varietà di mais rilasciate dalle stazioni di ricerca non hanno ottenuto rendimenti più alti delle varietà

tradizionalmente coltivate dagli agricoltori. Affinché il miglioramento varietale sia in grado di rilasciare varietà rilevanti e appropriate per gli ambienti di destinazione, vi è la necessità che l'ambiente dove si effettua la selezione assomigli il più possibile ai campi di coltivazione che dovranno adottare le varietà rilasciate.
Non è quindi sorprendente che nel lavoro di Evenson e Gollin sugli effetti della Rivoluzione Verde, si afferma che lo sviluppo di varietà migliorate per gli ambienti marginali, dove la ricerca richiede un lavoro specifico e la diffusione del germoplasma può risultare più lenta, l'adozione delle varietà moderne è stata limitata rispetto agli ambienti favorevoli. Le varietà migliorate non sono ne economicamente ne ecologicamente vantaggiose e per questo i modelli d'agricoltura contadina, cioè non industrializzati, resistono all'adozione di "innovazioni" non adeguate.

2.6 L'approccio partecipativo alla ricerca agricola

Nel tentativo di superare i limiti dell'approccio tradizionale in materia di miglioramento genetico vegetale, i ricercatori dei Centri di ricerca internazionale e dei programmi nazionali di miglioramento genetico stanno sviluppando un nuovo approccio noto come miglioramento genetico partecipativo (PPB). Il PPB è stato definito come una piattaforma di ricerca che ingloba un insieme di metodi alla cui base è prevista una stretta collaborazione tra agricoltori e ricercatori al fine di realizzare un programma di miglioramento genetico vegetale indirizzato alle esigenze degli agricoltori (Weltzien et al., 2000). Il PPB dovrebbe produrre più benefici rispetto al modello tradizionale di selezione varietale in tutte quelle situazioni in cui un approccio fortemente centralizzato è inadeguato (Weltzien et al., 2000). Le situazioni in cui il PPB è previsto essere particolarmente vantaggioso sono i seguenti:
Maggiore adattamento locale del miglioramento genetico. I metodi del PPB sono adatti per lo sviluppo di varietà che abbiano buone prestazioni in ambienti altamente specializzati. I tratti provenienti dal territorio locale possono essere definiti non solo da variabili fisiche, ma anche dalle preferenze e dai bisogni umani. Il vantaggio dei metodi del PPB deriva dal forte legame che si generano tra gli scienziati e gli utenti finali. Rendendo i criteri di selezione più rilevanti per le esigenze degli utenti finali, il miglioramento partecipativo può raggiungere gli agricoltori poveri di risorse che non hanno ancora beneficiato di varietà moderne (Kornegay, Beltran e Ashby 1996; Sperling, Loevinsohn e Nabomvura, 1993; van Oosterom, Whitaker, e Weltzien , 1996).
La promozione della diversità genetica. A differenza del modello attuale di riproduzione vegetale, che in gran parte si è concentrato sullo sviluppo di un numero limitato di varietà stabili nel tempo e adatte ad una vasta gamma di ambienti omogenei, il modello di miglioramento basato sul PPB favorisce il mantenimento di popolazioni più eterogenee e adatte al territorio locale (Berg, 1995; Ceccarelli et al., 1997; Joshi e Witcombe, 1996). Nella misura in cui queste popolazioni continuino ad essere adottate e coltivate da parte degli agricoltori, ne risulterà aumentata la conservazione *in situ* delle risorse genetiche vegetali (Qualset et al., 1997).
Una maggiore efficienza di riproduzione. I rendimenti derivanti dagli investimenti nel miglioramento varietale possono subire un incremento se l'implementazione dei

metodi di PPB aumenti il livello globale di adozione delle varietà moderne. Allo stesso modo, è possibile che l'implementazione su vasta scala dei metodi di PPB creerà importanti benefici economici grazie alla riduzione dei tempi di adozione delle varietà moderne e al minor lasso di tempo necessario per sviluppare nuove varietà (Pandey e Rajataserrekul, 1999). Infatti, a prescindere dal paradigma scientifico prescelto, se il germoplasma non è adottato, il processo di riproduzione che genera le varietà moderne deve essere considerato inefficiente.

Empowerment delle comunità rurali. Il PPB permette di mantenere e gestire il germoplasma coinvolgendo direttamente le comunità rurali e permette loro di partecipare allo sviluppo di nuove varietà che più si adattano alle loro esigenze. I metodi PPB riportano gli agricoltori e le comunità rurali a svolgere un ruolo primario nel processo di conservazione e selezione varietale, dopo che per un lungo periodo sono rimasti esclusi dal processo di sviluppo, se non come beneficiari passivi (McGuire, Manicad e Sperling, 1999).

2.7 Opportunità per una visione complementare sul miglioramento genetico

In futuro il miglioramento genetico internazionale verrà notevolmente rafforzato se sarà possibile combinare i nuovi approcci emergenti a livello locale con gli attuali approcci tradizionali che governano il sistema mondiale, in modo da sfruttare i vantaggi di entrambi gli approcci, e rispondere concretamente alle necessità e preferenze degli agricoltori. Per raggiungere una visione complementare tra i due approcci, andranno affrontate tre livelli di sfida: tecnica, economica e istituzionale.

Sfide tecniche: Affinché l'approccio partecipativo al miglioramento genetico goda di un riconoscimento generale, sarà necessario valutare su vasta scala i risultati generati da questo approccio. Molte delle metodologie attualmente in fase di sperimentazione nel PPB sono ancora in evoluzione, e i dati provenienti da questi metodi vengono spesso considerati poco credibili dall'establishment scientifico tradizionale. I ricercatori che lavorano nel miglioramento genetico convenzionale sostengono che i risultati del metodo partecipativo non provengono da una rigorosa analisi statistica. A prescindere dalla discussione sulla fondatezza della critica, tali atteggiamenti possono agire come un disincentivo all'adozione della ricerca partecipativa. Purtroppo, il problema di affidabilità non ha niente a che fare con la professionalità dei responsabili del miglioramento genetico partecipativo. In molti paesi, le autorità addette alla registrazione delle nuove varietà non sono ancora disposte a prendere in considerazione le varietà che derivano dal lavoro di selezione varietale del processo partecipativo. Inoltre, i rappresentanti della società sementiere possono anche essere riluttanti a rilasciare varietà di mercato generate dal PPB, soprattutto per le diseconomie di scala che caratterizzano gli ambienti molto eterogenei. D'altra parte, uno dei principali vantaggi del PPB è quello di fornire uno strumento di valutazione dei tratti varietali richiesti dagli agricoltori stessi. Tra questi rientrano il gusto, l'aroma, l'aspetto, la consistenza, e tutte quelle caratteristiche che determinano l'idoneità di una varietà particolare all'uso finale. Queste caratteristiche sono difficili da misurare quantitativamente, perché sono una funzione delle percezioni umane. Ciò pone un

grave problema per le nuove varietà vegetali, perché prima di poter essere selezionate, la caratteristica desiderata deve essere ben identificata e oggetto di valutazione. L'individuazione e valutazione degli attributi qualitativi o soggettivi richiede una stretta collaborazione tra ricercatori, scienziati sociali, e agricoltori. Le scienze sociali hanno tradizionalmente svolto un ruolo minore nella selezione varietale, ma, quando si tratta di individuare gli attributi soggettivi, il loro contributo diviene fondamentale perché si specializzano nello studio delle percezioni e delle preferenze umane.

Sfide economiche: Date le risorse disponibili sempre più limitate, anche la ricerca risponde al requisito di efficacia in termini di costi-opportunità. I responsabili dei programmi di miglioramento varietale devono determinare in che modo gli approcci, sia globali che locali, possono essere combinati dal punto di vista economico. E' sempre più diffusa l'idea che non sarebbe efficiente scegliere a livello globale un solo modello di miglioramento genetico, composto esclusivamente o dai programmi di riproduzione convenzionale o solo dai programmi di miglioramento partecipativo; anzi, se ragioniamo in termini di efficienza, sembra auspicabile che si scelga per l'adozione di una combinazione dei due modelli, i quali andrebbero considerati complementari piuttosto che in completa antitesi. Si pone dunque il quesito sulle modalità di allocazione delle risorse tra i rispettivi modelli di miglioramento varietale. Anche se si adottasse un criterio di scelta basato esclusivamente su un'impostazione economica al problema, la sfida rimane comunque ambiziosa, perché si tratta di allocare le risorse in modo tale che i programmi di miglioramento genetico convenzionale e partecipativo possano generare benefici marginali pressoché simili. Tuttavia, le difficoltà sorgono perché la valutazione dei programmi di miglioramento genetico tende ad essere legata ad alcune variabili che sono legate alle caratteristiche del progetto, quali le località in cui il progetto è realizzato, le caratteristiche delle materie prime, il ruolo delle istituzioni che implementano il progetto, le condizioni agro climatiche, le scelte e le preferenze degli agricoltori che collaborano nel processo di selezione, etc.

Inoltre, i primi lavori riguardanti l'analisi costi/benefici dei programmi di miglioramento partecipativo sono piuttosto recenti, è quindi difficile dare una valutazione generale dell'approccio. Sarà quindi importante approfondire il lato economico del miglioramento genetico - sia esso fondato sull'approccio convenzionale, sia sull'approccio partecipativo – affinché l'integrazione dell'approccio convenzionale con quello partecipativo possa basarsi su considerazioni di efficienza economica affidabili.

Gli aspetti di efficienza economica devono riguardare non solo gli aspetti più generali dei programmi di miglioramento genetico, ma merita un approfondimento anche il tema dei partecipanti al processo di miglioramento varietale. Per definizione, il PPB si fonda sulla partecipazione degli agricoltori. In molti casi, gli agricoltori che partecipano nel PPB devono contribuire con la propria terra, lavoro, e/o altri fattori di produzione, e può anche essere richiesto di incorrere in ulteriori rischi. Come minimo, devono contribuire in termini di ore di lavoro che avrebbero potuto essere impiegate in altre attività. L'idea di fondo al PPB è quella che, coinvolgendo gli agricoltori nel processo di miglioramento genetico, i programmi di selezione vegetale saranno in grado di produrre varietà più adatte alle esigenze degli agricoltori, e quindi con un tasso di

adozione più elevato, così da generare maggiori benefici a livello complessivo. E' quindi importante comprendere come compensare gli agricoltori per il lavoro di selezione, il che vuol dire rispondere concretamente alle sfide istituzionali inerenti i regimi di proprietà intellettuale.

Le sfide istituzionali. Una terza serie di sfide che dovrà essere affrontata per permettere l'integrazione dell'approccio convenzionale con la metodologia partecipativa riguarda il ruolo delle istituzioni. In questo caso, per istituzioni si intende non soltanto le autorità, ma anche le leggi, le normative e le procedure operative che attualmente regolano la gestione delle risorse genetiche vegetali a livello internazionale.

Come ampiamente dibattuto nel primo capitolo, la regolamentazione nazionale e internazionale attualmente esistente è molto stringente sulle modalità di valutazione, approvazione e rilascio delle nuove varietà vegetali. I paesi che hanno definito le procedure per il rilascio delle nuove varietà, hanno stabilito un iter tecnico e burocratico che rende particolarmente difficile l'approvazione di una nuova varietà vegetale (Tripp, 1997; Morris, 1998). Nella maggior parte dei paesi, le nuove varietà vegetali sono approvate solo se viene dimostrato che esse differiscono in modo significativo dalle varietà già presenti sul mercato, e se risultano essere stabili e uniformi. Le prove per registrare le nuove varietà consistono in valutazioni convenzionali condotte sotto la supervisione di un'autorità governativa. Tuttavia, I dati generati attraverso il PPB di solito non sono riconosciuti nelle linee guida di approvazione varietale. Le attuali procedure di regolamentazione dovrebbero quindi subire importanti revisioni per permettere alle varietà provenienti dal PPB di essere certificate.

Un'altra aspetto istituzionale che dovrà essere rivisto, sono le regole e le procedure per stabilire le modalità di compensazione e condividere i benefici derivanti dal miglioramento partecipativo. I regimi attualmente in vigore sul tema dei diritti di proprietà intellettuale stabiliscono che i benefici spettano al costitutore o direttamente al programma di miglioramento genetico che ha effettuato la selezione finale. Chiaramente, nei casi in cui sono gli agricoltori stessi che procedono alla selezione del materiale di incrocio e partecipano attivamente alle fasi di miglioramento, è indubbio che il loro contributo necessita di un riconoscimento formale, e quindi di una compensazione per il lavoro svolto.

Attualmente, non esiste a livello internazionale un sistema formale di riconoscimento dei diritti degli agricoltori in grado di compensare il ruolo svolto dagli agricoltori nella selezione varietale. Solo recentemente si è tentato di riconoscere il contributo degli agricoltori nel miglioramento delle varietà locali, ma finora non esistono esempi pratici che garantiscano uno strumento di compensazione formale. Le discussioni riguardano le difficoltà pratiche di determinare un livello equo di compensazione e il soggetto cui spetta ricevere concretamente il pagamento. La letteratura esistente sull'argomento sottolinea comunque l'inadeguatezza delle attuali leggi sulla proprietà intellettuale che potrà essere superata solo con una completa revisione degli attuali regimi di diritti di proprietà intellettuale, che tenga adeguatamente in considerazione il contributo degli

agricoltori alle fasi di conservazione, miglioramento e selezione varietale, anche all'interno di un approccio partecipativo.

Capitolo 3

Il ruolo della conoscenza e dei processi di innovazione nella conservazione, valorizzazione e uso delle risorse genetiche

Introduzione

Le politiche agricole attuate a partire dagli anni Cinquanta si sono fondate su un modello di ricerca scientifica fondato sul trasferimento delle innovazioni scientifiche e tecnologiche a livello internazionale. Il paradigma proposto era incentrato su modello produttivistico basato sull'intensificazione e la specializzazione produttiva, la standardizzazione dei processi e dei prodotti e l'introduzione di tecnologie a forte capitalizzazione, sostitutive di lavoro che permettessero di sfruttare i vantaggi competitivi del sistema agroindustriale. L'impatto ambientale e socio-economico di tali politiche presenta un quadro allarmante, in termini di degrado ambientale e declino della biodiversità biologica e culturale, dovuto ad una gestione delle risorse naturali che ha finora puntato sulla produzione mono-colturale , in cui è stato completamente escluso il ruolo dei sistemi sementieri informali e dell'agrobiodiversità. Nonostante i proclami sui risultati raggiunti dalla rivoluzione verde nell'aumento della produttività nelle zone fertili per quelle aziende in grado di adottare il complesso degli input proposto[133] (basato su sementi migliorate "ad alta resa", irrigazione e l'uso dei prodotti chimici per

[133] (Raney e Pingali (2007); Lipper e Cooper (2007); Evenson e Gollin (2001)

la fertilizzazione e la gestione degli stress biotici e abiotici), i piccoli agricoltori sono stati esclusi dai benefici e indirizzati verso le città alla ricerca di forme di sostegno reddituale (Leach e Scoones[134], 2006).

Il modello di sviluppo proposto solo recentemente ha puntato sull'inclusione sociale e sulla compatibilità ecologica dei sistemi produttivi. I contributi provenienti dalle scienze ecologiche e dalla ricerca socio-economica, peraltro sostenuti dai movimenti della società civile e dalle nascenti organizzazioni contadine, hanno evidenziato la necessità di un approccio multidimensionale, multifunzionale e specifico alle esigenze legate al territorio. Inoltre, alcuni aspetti come il cambiamento climatico, l'erosione della biodiversità e il depauperamento della composizione del suolo suggeriscono un approccio locale nell'utilizzo di conoscenze e tecnologie da adottare nella produzione agricola.

L'organizzazione dei processi di conoscenza è il punto cruciale nel considerare l'adeguatezza di un modello teorico in grado di rispondere ai molteplici fattori che incidono su un'agricoltura in continuo cambiamento" (Borlaug e Dowswell[135], 1995). La valutazione e il confronto dei principali modelli di produzione va effettuato tenendo conto delle modalità di applicazione dei sistemi di produzione e del contesto istituzionale in cui vengono negoziati e ratificati gli accordi di carattere nazionale e internazionale. Questi ultimi assumo un ruolo rilevante poiché influenzano le forme di distribuzione del potere e della ricchezza, le modalità in cui le conoscenze vengono prodotte e le relative basi scientifiche e tecnologiche.

3.1 Un processo dominante della conoscenza: il trasferimento di tecnologia

Il modello prevalente che ha ampiamente regolato l'organizzazione dei processi di conoscenza nei paesi in via di sviluppo, e non solo, è il trasferimento di tecnologia (*Transfer of Technology* – ToT). In accordo con questa teoria, gli scienziati e i ricercatori hanno il compito di risolvere le procedure per definire i problemi e trovare le strategie di soluzione. Il modello assume un flusso lineare di prodotti tecnologici e delle informazioni. Anche se in pratica vi è una forte interazione tra attori economici, agricoltori e specialisti della ricerca, la tesi alla base del modello è che gli agricoltori sono meri beneficiari dei messaggi e delle tecnologie sviluppate e comunicate da parte di esperti, senza alcun ruolo attivo per la tradizione e la conoscenza locale. Il loro dovere è solo quello di eseguire un modello ben definito di pratiche agricole.

La maggior parte dei paesi in via di sviluppo ha ottenuto l'indipendenza solo nel corso della seconda metà del Novecento, scegliendo un modello di sviluppo basato su una organizzazione controllata dallo Stato sotto la direzione dei dipartimenti dell'agricoltura, delle stazioni di ricerca e delle università, puntando sull'agricoltura intensiva per accumulare capitali da destinare allo sviluppo dell'economia locale. I

---

[134] Leach, M and Scoones, I (2006) 'The Slow Race: Making Technology Work for the Poor' , London: Demos

[135] Borlaug, N.E., and C.R. Dowswell. (1995). The importance of agriculture and a stable adequate food supply to the well-being of humankind. In R.A. Goldberg (ed.) Research in domestic and international agribusiness management. Vol. 11. JAI Press, Greenwich, CT.

responsabili di governo erano solitamente persuasi dell'idea che la mancanza di accesso ai sistemi formali di conoscenza rappresentava un vincolo alla produzione.

Mentre i successi produttivi raggiunti dalla Rivoluzione verde hanno dato credibilità alle innovazioni tecnologiche introdotte in agricoltura, le politiche di sviluppo sono state indirizzate verso una sostenuta meccanizzazione delle pratiche agricole, l'utilizzo di sementi migliorate ad elevata resa e ad alto contenuto proteico, irrigazione, fertilizzanti e pesticidi chimici, e la creazione di grandi aziende specializzate, rifornite di input dalle multinazionali. Dopo i primi grandi successi, è risultato evidente che la produzione poteva aumentare solo con un ulteriore incremento degli input utilizzati. Sono emersi così i principali limiti della Rivoluzione Verde.

In primo luogo, nessun progresso tecnologico in agricoltura può adattarsi al clima, al suolo ed alle condizioni specifiche di ciascun territorio: sono infatti necessarie opportune modifiche per rendere compatibile tale innovazione tecnologica al contesto che la riceve e la applica.

Dal punto di vista socioeconomico, la Rivoluzione Verde ha spesso causato l'indebitamento dei piccoli agricoltori. Le varietà ad alta resa necessitavano infatti di input complementari, ma non sempre i coltivatori disponevano dei capitali necessari al loro acquisto. Essendo il sistema del credito imperfetto, nella misura in cui privilegiava i grandi produttori, i piccoli agricoltori hanno incontrato crescenti difficoltà a reperire il capitale d'investimento per una gestione remunerativa ed efficiente della propria terra. Non solo la loro performance è peggiorata ed il loro reddito è diminuito, ma in molti casi hanno dovuto vendere la terra a causa dei debiti contratti per rispondere all'aumento costante dei prezzi di sementi, fertilizzanti e pesticidi. Gli agricoltori con maggiori disponibilità finanziarie per contro hanno acquistato a basso prezzo i piccoli appezzamenti, ampliando le loro già grandi aziende. Il divario tra piccoli e grandi proprietari è progressivamente aumentato, e in breve tempo la rivoluzione che doveva sfamare i poveri e garantire un'equa distribuzione delle risorse e delle terre si è dimostrata accessibile solo ai ricchi.

In generale, le conseguenze ascrivibili alla rivoluzione verde possono essere sintetizzate nel controllo dei terreni, *diretto o indiretto*, da parte delle multinazionali chimiche e farmaceutiche, le quali influenzano le pratiche agricole, l'organizzazione e la gestione dell'intero sistema agroalimentare. Si consolida una situazione di quasi monopolio da parte delle multinazionali, in cui l'agricoltura è spinta verso la modernizzazione e l'industrializzazione, e l'agricoltore perde la proprietà dei mezzi di produzione (compreso il diritto di ripiantare le proprie sementi), e quindi la sua indipendenza. L'omologazione delle diverse tipologie di agricolture regionali al modello produttivistico comporta il progressivo indebolimento dell'agricoltura locale ed elimina la piccola proprietà contadina, la quale, incapace di sostenere il forte indebitamento necessario per l'acquisto degli input, vende la propria disponibilità terriera; si crea così una massa di disoccupati che si riversano nelle città, o migrano verso altri Paesi. I beneficiari della Rivoluzione Verde sono essenzialmente le classi medio-alte, che detengono le risorse per investire nei fattori di produzione; ne restano escluse dunque le classi meno abbienti, verso cui la Rivoluzione Verde era teoricamente indirizzata.

Dal punto di vista ambientale l'impatto della Rivoluzione Verde ha mostrato una serie di limiti che comprendono la salinizzazione, l'impoverimento dei suoli e la perdita di difese contro gli agenti erosivi, accelerando così il fenomeno della desertificazione. L'uso eccessivo degli input chimici e dell'irrigazione hanno acuito i problemi di inquinamento delle falde acquifere. Un ulteriore rischio ambientale deriva dall'introduzione della monocoltura: negli ecosistemi naturali, o anche artificiali, si sviluppano enormemente alcuni parassiti in agricoltura quando le monocolture stimolano una crescita delle loro popolazioni. Contro il loro proliferare si usano input chimici che possono comportare seri rischi per la salute umana e per l'ambiente.

La scomparsa delle specie locali e dei sistemi agricoli indigeni ha indotto gli agricoltori a passare dalle varietà geneticamente differenti coltivate da secoli alle nuove varietà ad alta resa. La perdita di queste piante è potenzialmente disastrosa poiché le varietà locali e i parenti selvatici posseggono dei geni validi che saranno necessari per i futuri miglioramenti vegetali. Le varietà tradizionali sono delle varietà sviluppate dagli agricoltori locali, utilizzando processi di selezione informali nel periodo in cui ogni agricoltore teneva una parte dei semi raccolti per poterli poi ripiantare. Ogni varietà locale era adattata al tipo di suolo e al microclima e veniva sviluppata per resistere agli stress biotici e abiotici che caratterizzano ciascun ecosistema. Nei riguardi delle malattie, la popolazione poteva non essere resistente ad un particolare organismo patogeno, ma probabilmente comprendeva individui mostravano tratti utili per la resistenza.

Lo sviluppo agricolo in senso stretto è stato così messo in discussione, a favore di una interpretazione più vasta in cui l'innovazione tecnologica e la crescita produttiva non possono prescindere dallo sviluppo del territorio e dal miglioramento delle condizioni di vita degli individui. Il concetto di sviluppo rurale sostenibile, abbracciando questa molteplicità di aspetti, porta in primo piano la necessità di esaminare tutti quei fattori che concorrono all'organizzazione ed alla trasformazione degli spazi agricoli, siano essi di portata locale, o sovralocale; e di collocare il territorio al centro di qualsiasi intervento volto al miglioramento delle condizioni di vita delle popolazioni.

3.2 Altri modelli per i processi di conoscenza

Nel corso degli anni Settanta, molti studi, sia teorici che empirici, hanno sottolineato la necessità di individuare nuovi modelli per i processi di conoscenza che avessero come finalità il raggiungimento di obiettivi di sviluppo più ampi rispetto al solo obiettivo produttivistico (Hunter, 1970). Diventava sempre più evidente l'importanza di rendere più efficace il processo di diffusione delle innovazioni tecnologiche e la condivisione dei risultati con gli agricoltori, con l'obiettivo principale di rivalutare le conoscenze locali e le priorità specifiche delle diverse categorie di agricoltori.

Definizione della conoscenza scientifica e indigena

Le scienze sociali hanno messo in risalto che sia la conoscenza scientifica ufficiale (Hull[136], 1988), che le conoscenze indigene o locali (Medin e Atran[137], 1999), sono costituite da una combinazione complessa di intuizioni, empirismo e modelli teorici, che derivano dalla verificabilità dell'osservazione oggettiva, nonché dalle costruzioni sociali, e possono quindi essere simili come pure differenti (Agrawal[138], 1995).

Nell'ambito del miglioramento genetico, la conoscenza scientifica si considera oggettiva perché studia le relazioni tra gli elementi del mondo reale, a prescindere dal soggetto che le studia; inoltre, rappresentando l'insieme di tutte queste relazioni, la scienza non può dipendere da fattori soggettivi o ideologici, né può essere assimilata ad altre forme di conoscenze, da cui deriva la netta separazione con la conoscenza locale o indigena tramandata nei secoli dagli agricoltori, che si presume essere intuitiva, empirica e integrata localmente ai contesti sociali e biofisici. La crescente tendenza a escludere il sapere delle comunità indigene, delle donne, dei contadini, degli anziani e i punti di vista dei giovani sta impoverendo intellettualmente l'umanità rendendola più vulnerabile a minacce di vario tipo.

La visione del mondo meccanicistica ha preso il sopravvento sulle concezioni ecologiste e sui sistemi di conoscenza delle comunità locali. Il sapere tradizionale è stato falsamente identificato con la mancanza di analisi sistematica, verifica, evoluzione dinamica, e innovazione che ha portato a identificarlo con la stagnazione e l'arretratezza. Sulla base di questo pregiudizio, il sapere scientifico riduzionista ha progressivamente preso il posto del sapere tradizionale, sopravvissuto per secoli come parte dei sistemi di conoscenza dinamici, i quali interagiscono intimamente con gli ecosistemi e sono caratterizzati per l'elevata capacità di adattamento. Il riduzionismo ha portato a una superspecializzazione nei processi cognitivi e nelle organizzazioni che trasferiscono il sapere al mondo della produzione. Questo modello ha creato gerarchie operando una divisione di fatto tra persone normali ed esperti, tra le diverse parti dei sistemi di conoscenza e tra le stesse discipline. L'imposizione di un modello meccanicistico e del metodo riduzionista ha ridotto la capacità dei popoli indigeni di far evolvere continuamente il loro sapere tradizionale nel contesto di un mondo in continuo cambiamento.

Generalmente i sistemi di conoscenza tradizionali si sono costantemente arricchiti dell'interazione dinamica tra comunità e ambiente e per lungo tempo sono stati alla base di una co-evoluzione virtuosa dell'uomo e della natura. Anche oggi, in molte parti del mondo, il sapere tradizionale è l'unico mezzo che i popoli indigeni hanno per affrontare le sfide della sopravvivenza nella modernità (C. Kalafatic, Cornell University, 2006/2008).

In alcuni casi abbiamo già perso per sempre un tesoro di conoscenze materialmente racchiuso nella biodiversità e in varie tradizioni culturali. Il predominio

---

[136] Hull, D. L. (1988). Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science. Chicago:The University of Chicago Press.

[137] Medin,D.L. and S.Atran. (1999). Folkbiology. Cambridge, MIT Press.

[138] Agrawal, A. 1995. Dismantling the divide between indigenous and scientific knowledge. *Development and Change* 26: 413–439.

di questi stereotipi significa che conoscenza scientifica e conoscenza tradizionale sono spesso considerati incompatibili, o addirittura la conoscenza tradizionale è considerata una versione inferiore rispetto alla conoscenza scientifica. Come risultato, la maggior parte dei progetti di sviluppo agricolo che coinvolgono la conoscenza degli agricoltori non hanno considerato la possibilità di collaborazione degli agricoltori e degli scienziati sulla base delle complementarietà esistenti tra le loro conoscenze teoriche.

Il miglioramento genetico formale, che include la scelta e la selezione delle popolazioni e delle linee varietali, necessita della comprensione delle piante, degli ecosistemi e l'interazione esistente tra le due componenti (Cleveland *at al.*[139], 2000). Tuttavia, i principi guida sono ben stabiliti e universalmente accettati dai ricercatori. In particolare è ampiamente accettato che:

• i fenotipi sono il risultato di genotipo e ambiente;
• il livello in cui un tratto è ereditabile dipende dal grado in cui essa è influenzata dall'interazione tra genotipo e ambiente;
• la variazione genetica in una popolazione dovuta alla selezione dipende dalla percentuale di piante selezionate e dall'ereditarietà del carattere selezionato.

Nella realtà, la comprensione di queste relazioni di base è difficile, perché entrano in gioco una serie di variabili non direttamente identificabili, e la previsione dei risultati di scelta e di selezione è ostacolata dalla mancanza dei necessari dati sperimentali, nonché delle tecnologie e delle risorse necessarie per raccoglierle e analizzarle. Inoltre, i ricercatori delle scienze naturali riconoscono i limiti di una conoscenza parziale di tutte le componenti della biosfera (importanti per la comprensione della teoria della relazione esistente tra genotipo e ambiente), a cui fanno fronte affidandosi all'intuizione e l'empirismo (Simmonds[140], 1979; Duvick[141], 1996).

La teoria biologica su cui si basa il miglioramento genetico è indipendente da dove avviene la coltivazione e selezione delle piante. Tuttavia, la biofisica, le variabili economiche e socio-culturali possono essere molto diverse, per esempio, tra i campi degli agricoltori in ambienti marginali e le stazioni di ricerca; o tra le priorità nazionali di politica agricola finalizzate alla produttività su larga scala e la necessità degli agricoltori di ridurre il rischio e ottimizzare la produzione agricola come parte di una strategia di sopravvivenza. L'implementazione delle politiche agricole in situazioni specifiche può portare a un'interpretazione della teoria che viene poi generalizzata e ampiamente applicata, senza dover investire le implicazioni di tali interpretazioni in ogni circostanza. Il coinvolgimento degli agricoltori necessita di riesaminare le modalità con cui il miglioramento genetico convenzionale testa le ipotesi (biologiche, ambientali, economiche e socio-culturali) su cui si basa la costituzione di nuove varietà.

---

[139] Cleveland, D. A., D. Soleri and S. E. Smith. 2000. A biological framework for understanding farmers' plant breeding. *Economic Botany* 54: 377–394.
[140] Simmonds,N.W. 1979. *Principles of Crop Improvement*. London: Longman Group Ltd.
[141] Duvick, D. N. 1996. Plant breeding: An evolutionary concept. *Crop Science* 36: 539–548.

I risultati di questi test avranno implicazioni sia per l'interpretazione della teoria, nonché sui metodi e le pratiche adottate.

La conoscenza dei genetisti è basata sull'esperienza realizzata in ciascuno degli ambienti e delle specie vegetali su cui lavorano; si possono quindi incontrare difficoltà nel generalizzare i risultati a causa della conoscenza pre-esistente acquisita nel contesto sociale da cui proviene il ricercatore. Questo significa che la difformità di visioni esistente tra gli scienziati naturali non è dovuta ai principi basilari della genetica e della statistica, ma è probabilmente legata all'esperienza personale e al contesto ambientale (Soleri e Cleveland[142], 2001).

3.3 Il paradigma sottostante al miglioramento genetico

L'uso sostenibile delle risorse fitogenetiche, una componente importante della biodiversità agricola, costituisce un obiettivo primario del Trattato internazionale sulle risorse genetiche vegetali per l'alimentazione e l'agricoltura (ITPGRFA) entrato in vigore nel 2005. Le risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura sono definite come qualsiasi materiale genetico di origine vegetale con un valore effettivo o potenziale per l'alimentazione e l'agricoltura. L'articolo 6 del Trattato sull'uso sostenibile delle risorse genetiche impegna le parti contraenti[143] a:

a. elaborare politiche agricole leali che incoraggino, se necessario, la realizzazione e il mantenimento di sistemi agricoli diversificati che favoriscono l'uso sostenibile della diversità biologica agricola e delle altre risorse naturali;

b. intensificare le ricerche che rafforzano e conservano la diversità biologica massimizzando la variazione intraspecifica e interspecifica a vantaggio degli agricoltori, in particolare di coloro che creano e utilizzano le proprie varietà e applicano principi ecologici di mantenimento della fertilità dei suoli e di lotta contro le malattie, le piante avventizie e gli organismi nocivi;

c. promuovere, se del caso, con la partecipazione degli agricoltori e in particolare nei paesi in via di sviluppo, le attività di selezione che rafforzano la capacità di messa a punto di varietà specificamente adatte alle diverse condizioni sociali, economiche ed ecologiche anche nelle zone marginali;

d. allargare la base genetica delle piante coltivate e accrescere la diversità del materiale genetico messo a disposizione degli agricoltori;

e. promuovere, se necessario, una maggiore utilizzazione delle piante coltivate, delle varietà e delle specie sottoutilizzate, locali o adatte alle condizioni locali;

---

[142] Soleri, D., D.A. Cleveland, S. Ceccarelli and S. Grando. 2000. Farmers' knowledge as a conceptual component of collaborative plant breeding: Barley farmers of northern Syria. Presented at the International Symposium, S*cientific Basis for Participatory Improvement and Conservation of Crop Genetic Resources*, Oaxtepec, Morelos, Mexico.

[143] Si veda a riguardo le schede tecniche curate da Maria Francesca Nonne e Riccardo Bocci della Rete Semi Rurali (italia). In particolare, la scheda 6: http://www.semirurali.net/modules/wfdownloads/singlefile.php?cid=12&lid=228.

f. incoraggiare, se del caso, un maggior uso di diverse varietà e specie nella gestione, nella conservazione e nell'uso sostenibile delle piante coltivate in azienda e stabilire dei legami stretti tra selezione vegetale e sviluppo agricolo al fine di ridurre la vulnerabilità delle piante coltivate e l'erosione genetica e di promuovere una maggiore produzione alimentare mondiale che sia compatibile con uno sviluppo sostenibile;
g. riesaminare e, se del caso, adeguare le strategie di selezione e la normativa inerente alla commercializzazione delle varietà e alla distribuzione delle sementi.

Dalle prime domesticazioni di oltre 10.000 anni fa e la successiva diffusione di nuove colture in tutto il mondo, il miglioramento varietale ha rivestito un ruolo fondamentale nello sviluppo agricolo, dove i contadini sono stati i principali responsabili della domesticazione di migliaia di varietà coltivate in centinaia di specie. Le varietà degli agricoltori, che includono anche varietà tradizionali e varietà locali derivanti dall'incrocio di popolazioni localmente adattate con varietà migliorate, sono solitamente caratterizzate dall'avere uno specifico adattamento geografico alla coltivazione in ambienti eterogeneo e un rendimento relativamente basso, se confrontato con le rese delle varietà moderne, ma una stabilità produttiva di anno in anno (Harlan[144], 1992).

Il miglioramento genetico moderno, sviluppatosi principalmente nei paesi industrializzati nel ventesimo secolo, è fondato sulla teoria dell'evoluzione di Darwin e attraverso i meccanismi di selezione genetica esposti da Mendel. Uno dei primi risultati del moderno miglioramento varietale è stata la separazione tra agricoltore, costitutore e il sistema di approvvigionamento delle sementi (Allard[145], 1999). Generalmente l'enfasi dei genetisti è posta sullo sviluppo di un numero relativamente limitato di varietà moderne geneticamente più uniformi che puntano ad un ampio adattamento geografico, in ambienti relativamente ottimali (ossia con basso stress e produzione uniforme), caratterizzate da un'alta resa e stabilità di rendimento (Fischer[146], 1996).

Nonostante i notevoli risultati che hanno permesso di soddisfare la crescente domanda alimentare dovuta all'aumento demografico mondiale, l'agricoltura e il miglioramento devono affrontare nuovi problemi, sia a livello locale che globale.

È ormai noto che l'impatto dell'uomo sugli ecosistemi minaccia gli attuali modelli di diversità biologica e socio-culturale, e questo ha spostato l'attenzione verso quei sistemi di produzione agricola basati sull'interazione sostenibile tra uomo e ambiente. Allo stesso tempo, la crescita demografica implica l'aumento della domanda alimentare, mentre le strategie adottate in passato per aumentare la produzione alimentare sono ormai considerate inadeguate (Evans[147], 1998).

---

[144] Harlan, J. R. 1992. *Crops and Man* (2nd edition). Madison, WI: American Society of Agronomy, Inc. and Crop Science Society of America, Inc.
[145] Allard, R.W. 1999. *Principles of Plant Breeding* (2nd edition). New York: John Wiley and Sons.
[146] Fischer, K. S. 1996. Research approaches for variable rainfed systems – thinking globally, acting locally. In M. Cooper and G. L. Hammer (eds) *Plant Adaptation and Crop Improvement* (pp. 25–35).Wallingford: CAB International in association with IRRI and ICRISAT.
[147] Evans, L.T.. 1998. *Feeding the Ten Billion: Plants and Population Growth*. Cambridge University Press.

Il miglioramento genetico delle piante agrarie in maniera sostenibile significa aumentare le rese (la quantità di raccolto per unità di terra) sia:
a) in ambienti che sono ottimali e ad alta resa, ma dove lo stress sulla produzione vegetale è in aumento al diminuire dei costi di produzione, e quindi dei fattori di produzione.
b) in ambienti marginali a basso rendimento, in cui vivono le comunità contadine che non hanno adottato le varietà moderne, ma che utilizzano varietà tradizionali i cui rendimenti risultano spesso inadeguati (Ceccarelli[148], 1996; Heisey e Edmeades[149] , 1999).

Il miglioramento genetico è una componente fondamentale delle politiche nazionali per l'aumento della produzione agricola. Questi programmi mirano a prendere decisioni corrette su una serie di questioni che costituiscono le componenti della strategia di miglioramento (Simmonds, 1979). Le decisioni possono riguardare, in particolare:

• le strategie di adattamento, la stabilità produttiva e altri obiettivi come la qualità del raccolto;
• le risorse genetiche che formano la base genetica (indigene o esotiche, varietà tradizionali o migliorate);
• le tecniche per la ricombinazione e l'introgressione della variabilità genetica;
• il tipo di varietà (ad esempio i tipi di ibridi sviluppati, popolazioni migliorate o varietà di sintesi),
• le fasi del miglioramento genetico e le procedure di selezione (gli ambienti di selezione, i criteri di selezione indiretta, l'adozione dell'approccio partecipativo per il coinvolgimento degli agricoltori nelle diverse fasi, ecc.).

La definizione di una strategia rispetto alle interazioni GE potrebbe comportare la presa di decisioni su molti di questi elementi, ossia: la strategia di adattamento e il target di stabilità, le risorse genetiche, il tipo di varietà e le procedure di selezione. Le decisioni iniziali possono cambiare nel tempo per adeguarsi alle nuove opportunità offerte da diversi componenti, tra i quali possono rientrare il progresso scientifico, le prove sperimentali, le disponibilità finanziarie, le politiche di sicurezza alimentare, i cambiamenti nei sistemi sementieri nazionali, e la cooperazione internazionale, ma devono rimanere coerenti con gli obiettivi di miglioramento predefiniti. Ad esempio, l'incoerenza tra la selezione nelle aree sfavorevoli e l'adozione di risorse genetiche, insieme alle procedure di selezione per la produzione di materiale specificamente adattato ad ambienti favorevoli, ha contribuito al fallimento parziale di una serie di

[148] Ceccarelli, S. 1996. Adaptation to low/high input cultivation. *Euphytica* 92: 203–214.
[149] Heisey, P.W. and G.O. Edmeades. 1999. Part 1. Maize production in drought-stressed environments: Technical options and research resource allocation. In CIMMYT (eds) *World Maize Facts and Trends 1997/98* (pp. 1–36). Mexico, DF:CIMMYT.

programmi di miglioramento svolti nel contesto della Rivoluzione Verde (Simmonds, 1979; Ceccarelli et al.[150], 1994).

La stabilità produttiva delle rese è spesso considerata di pari importanza al rendimento stesso (Pingali e Rajaram[151], 1999). L'analisi della stabilità si prefigge di identificare genotipi caratterizzati da una risposta nei vari ambienti (costituiti da anni, località, o più spesso combinazioni di anni e località) che sia relativamente costante in relazione a quella degli altri materiali valutati. Si tratta di un caso particolare di interazione genotipo-ambiente (GE), definita come il grado in cui genotipi diversi (o varietà) si comportano in modo coerente attraverso ambienti diversi. I due fattori più importanti che riguardano l'interazione genotipo-ambiente sulla resa di una varietà (e quindi la sua stabilità), sono il grado di similarità tra l'ambiente in cui viene selezionato o testato e l'ambiente in cui verrà coltivata (l'ambiente di destinazione), e il livello di diversità genetica delle varietà (Hill et al., 1998). Il ruolo della stabilità produttiva e la sua relazione con la produttività è un argomento molto controverso nella selezione varietale, e risulta fondamentale per capire come rendere l'agricoltura più sostenibile.

La sezione seguente descrive innanzitutto l'approccio comune (oggettivista e costruttivista) alla comprensione del miglioramento genetico, e successivamente viene presentata l'alternativa proposta da Cleveland e Soleri[152] (2001). I prossimi paragrafi illustrano due definizioni antitetiche di stabilità produttiva utilizzate dai costitutori, in particolare in relazione al concetto di agricoltura sostenibile. L'obiettivo è quello di esplorare il rapporto tra stabilità produttiva sia con le attività di selezione e test, che con gli ambienti di destinazione; prendendo in considerazione alcuni aspetti critici della teoria e pratica del miglioramento genetico.

Dal dibattito attuale sulla natura della conoscenza scientifica emerge una netta separazione tra il paradigma oggettivista e quello costruttivista (si veda a riguardo, Harding[153], 1998; Hull[154], 1988). L'assunto dell'approccio costruttivista è che la conoscenza è dominata da forze sociali, comprese le relazioni di potere, e contestualizzata storicamente e culturalmente. Il processo che media l'acquisizione della conoscenza è dominato dalla conoscenza preesistente, ivi compresi i valori, acquisiti grazie alla partecipazione in un particolare ambiente istituzionale o sociale, spesso mediati dal controllo sociale della tecnologia e dell'informazione. Al contrario, il presupposto della conoscenza oggettivista è la conoscenza universale e precisa della realtà biofisica, attraverso metodi scientifici, in grado di discriminare e di eliminare le

---

[150] Ceccarelli, S.,W. Erskine, J. Hamblin and S. Grando. 1994. Genotype by environment interaction and international breeding programmes. *Experimental Agriculture* 30:177–187.

[151] Pingali, P. and S. Rajaram. 1999. Global wheat research in a changing world: Options for sustaining growth in wheat productivity. In P.L. Pingali (ed.) *Global Wheat Research in a Changing World: Challenges and achievements* (pp. 1–18). CIMMYT 1998–99 World Wheat Facts and Trends. 1998/99. Mexico,DF:CIMMYT.

[152] Cleveland, D. and D. Soleri. 2001. Indigenous and Scientific Knowledge. In P.Sillitoe *et al.* (ed.) *Participating in Development. Approaches to Indigenous Knowledge.* Routledge

[153] Harding, S. 1998. Is Science Multicultural? Postcolonialisms, Feminisms, and Epistemologies. Bloomington, IN: Indiana University Press.

[154] Hull, D. L. 1988. Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science. Chicago:The University of Chicago Press

influenze sociali che non permetterebbero di accertare la vera natura del mondo al di fuori della mente individuale. Come evidenziato da Cleveland e Soleri, l'approccio olistico è un'alternativa ai punti di vista dominanti, spesso inconciliabili per definizione, e vede la conoscenza scientifica sia come mezzo per accrescere la conoscenza oggettiva della realtà, sia come un processo sociale che rifletta gli ambienti culturali e politici in cui si realizza (Gould[155], 2000).

Nella seguente sottosezione vengono illustrati i primi due approcci per comprendere la scienza del miglioramento genetico e le polemiche al suo interno, successivamente viene presentato l'approccio olistico, proposto da Cleveland, come un'alternativa che possa superare verosimilmente i limiti di entrambi i paradigmi.

L'approccio oggettivista

Nell'approccio oggettivista il ruolo del miglioramento genetico è quello di approfondire la conoscenza oggettiva sulle piante e il loro ambiente attraverso la verifica delle ipotesi della teoria di base; l'applicazione di questa conoscenza deve servire a produrre le nuove varietà interessate. L'approccio oggettivista è accettato dalla maggior parte dei genetisti, i quali si considerano degli "evoluzionisti applicati" (Allard, 1999; Simmonds, 1979). Lo sviluppo della professione nel corso del Ventesimo secolo è stato rafforzato con l'applicazione delle teorie evoluzionistiche di Darwin sull'evoluzione, congiuntamente con i meccanismi di base dell'ereditarietà e l'espressione del fenotipo (attraverso l'interazione genotipo ambiente – spesso indicato come GE o GxE) scoperto da Mendel nel 1885. Lo sviluppo della teoria e delle relative modalità di applicazione del miglioramento genetico assume un ruolo fondamentale, ad esempio per la comprensione dell'interazione genotipo-ambiente, mediante la combinazione dei modelli statistici sul miglioramento genetico con i modelli biofisici degli agronomi (Cooper e Hammer[156], 1996), o nelle strategie di incremento della produzione agricola (Wallace e Yan[157], 1998).

Tuttavia, i ricercatori riconoscono che la loro comprensione teorica delle piante è limitata dalla mancanza di dati sperimentali, delle tecnologie e delle risorse necessarie per raccogliere le relative informazioni. Come risultato, il lavoro dei costitutori sulla selezione varietale, spesso basato sull'empirismo piuttosto che su un modello teorico vincolante, è stato svolto su un gran numero di genotipi sconosciuti in ambienti non ben definiti, con la conseguenza di una scarsa comprensione dell'interazione genotipo-ambiente (Souza et al[158]., 1993). Specialmente nelle fasi iniziali di un programma di

---

[155] Gould, S. J. 2000. Deconstructing the 'science wars' by reconstructing an old mold. *Science* 287: 253–261.

[156] Cooper,M. and G. L. Hammer. 1996. Synthesis of strategies for crop improvement. In M. Cooper and G. L. Hammer (eds) *Plant Adaptation and Crop Improvement*. Wallingford:CAB International in association with IRRI and ICRISAT.

[157] Wallace, D. H. and W. Yan (1998). Plant Breeding and Whole-System Crop Physiology: Improving Crop Maturity, Adaptation and Yield. Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

[158] Souza, E., J. R. Myers, and B. T. Scully (1993). "Genotype by environment interaction in crop improvement." In M. B. Callaway and C. A. Francis (eds.), *Crop Improvement for Sustainable Agriculture* (pp. 192–233). Lincoln, Nebraska: University of Nebraska Press.

miglioramento genetico in cui un gran numero di popolazioni o linee devono essere valutate, la selezione si basa su un rapido confronto visivo e su criteri di scelta impliciti e intuitivi (Wallace e Yan, 1998), piuttosto che sull'interazione tra genotipo e ambiente, rendendo la selezione per la stabilità produttiva inefficiente. Il miglioramento genetico è spesso considerato dai suoi responsabili come "un'arte" (Simmonds, 1979; Wallace e Yan, 1998). In tale contesto, essi riconoscono che a volte le contingenze delle loro esperienze in materia di genotipi e ambienti specifici possono influenzare la loro comprensione empirica. Tuttavia, raramente si intraprende una discussione oggettiva su come le differenze di genotipi e ambienti potrebbero influenzare le conoscenze teoriche.

Gli studi oggettivisti sul miglioramento genetico comprendono anche l'impostazione sociale in cui opera la selezione varietale. La selezione varietale nel suo complesso è spesso vista come la risposta per contrastare la fame, come sottolineato dai fautori della rivoluzione verde. Una dichiarazione tipica è che il punto di vista umanitario necessita di un focus sulle scienze naturali e sulla innegabile necessità di un aumento della disponibilità globale di cibo a fronte della rapida crescita della popolazione.

Viene inoltre riconosciuta l'influenza dei fattori economici sul tipo di attività che il miglioramento genetico dovrebbe svolgere, in cui esiste una differenza sostanziale tra l'impegno dei programmi pubblici e quelli privati. Questa è stata una questione centrale nelle discussioni tra gli scienziati naturali, non appena negli Stati Uniti è cresciuto l'interesse privato sulla selezione varietale, a partire dal rilascio delle prime varietà di mais ibrido nel 1930, ed è accelerato in questi ultimi anni con la rivoluzione sulle biotecnologie[159].

---

[159] Il Rapporto del 2007 della Banca Mondiale è dedicato all'agricoltura ed affronta l'argomento enfatizzando il ruolo potenziale delle biotecnologie nell'aiutare i paesi del Sud e i poveri contadini in particolare. Secondo la Banca Mondiale, c'è un ritardo nello sviluppo tecnologico dovuto agli scarsi investimenti pubblici e ad un settore privato impossibilitato ad entrare su mercati troppo deboli e fragili. Per superare il divario esistente in Ricerca & Sviluppo fra paesi industrializzati e quelli meno avanzati, le istituzioni devono aiutare i paesi del Sud a dotarsi di un'offerta *pro-poor* che faccia leva sull'ingegneria genetica e sulle colture minori (le cosiddette *orphan crops),* importanti per la sicurezza alimentare, ma che non hanno un mercato rilevante.
La strategia delineata dalla Banca Mondiale per aumentare il profilo scientifico e tecnologico dell'agricoltura nei PVS è legata allo sviluppo del partenariato pubblico privato (PPP), dove le aziende multinazionali mettono a disposizione la capacità di ricerca nel campo delle biotecnologie, l'accesso ai mercati internazionali, la disponibilità di capitale, le economie di scala e l'expertise sui diritti di proprietà intellettuale, mentre la ricerca pubblica nazionale e internazionale contribuisce con la diversità genetica collezionata nelle banche del seme, le infrastrutture per il miglioramento varietale, il trasferimento dei nuovi caratteri genetici alle varietà adatte ai contesti locali e la loro diffusione, altri donatori e l'integrità della reputazione. Visto che nel Sud del mondo il 94% della Ricerca & Sviluppo agricola è assicurata dal settore pubblico, questo tipo di strategia può risultare conveniente soprattutto a una penetrazione di prodotti e strumenti di proprietà intellettuale detenuti dal settore privato, anche perché a questo non si chiedono investimenti e rischi commerciali a cui sono chiamate a concorrere importanti fondazioni, quali la Gates e la Syngenta, che nel rapporto sono citate esplicitamente. Il partenariato pubblico privato diviene una vera e propria strategia di capitalizzazione di una rendita di posizione che le *corporation* hanno maturato nel settore della ricerca agricola, in un quadro di progressive fusioni e acquisizioni che ha

Tuttavia, mentre l'approccio oggettivista riconosce che i fattori sociali possano influenzare il miglioramento genetico a seconda del contesto in cui è applicato, gli scienziati hanno ritenuto di considerarsi socialmente neutrali – poiché il loro contributo diretto non determina effetti sociali, e i fattori sociali non influenzano la teoria scientifica.

L'approccio costruttivista

Nell'approccio costruttivista, lo sviluppo, l'applicazione e i risultati del miglioramento genetico, in cui sono compresi i tipi di varietà sviluppate, sono visti come il risultato di variabili politiche o economiche, e in particolare come una conseguenza della modernizzazione industriale. Questo approccio è condiviso da gran parte degli scienziati sociali che discutono del miglioramento genetico, i quali sono considerati come una voce non scientifica (ovvero non oggettiva), poiché si concentrano su aspetti quali il cambiamento climatico o gli effetti ambientali causati da una strategia incentrata sull'adattamento di un ecosistema ad un predeterminato ideotipo (Scott[160], 1998). La procedura di base è esattamente l'opposta di quella dei contadini indigeni, i quali spesso hanno una comprensione molto più articolata della realtà oggettiva sottostante allo sviluppo delle varietà tradizionali. Così, il miglioramento genetico è visto come una conseguenza della lotta di potere tra il miglioramento genetico moderno e quello tradizionale, in cui il miglioramento genetico formale segue la logica dell'agricoltura industriale, in cui assume un ruolo primario l'obiettivo della produzione in termini quantitativi mentre la conoscenza di tutte le componenti che regolano i sistemi naturali può essere semplificato e adattato ai progressi ottenuti nel campo tecnologico (Scott, 1998).

Nella visione costruttivista, i costitutori seguono gli stessi principi di modernità su cui si fondano le società o le istituzioni. Pertanto, il lavoro del miglioramento genetico perde la caratteristica di combattere la fame e la povertà, ma è visto come un processo istituzionale promosso dalle teorie dominanti dei paesi occidentali fortemente in auge dopo la seconda guerra mondiale. In questo senso, è spesso sostenuto che la rivoluzione verde ha aprioristicamente accettato il pessimismo maltusiano e la necessità di modernizzazione, con l'implicazione di un'incompatibilità tra l'agricoltura di sussistenza e lo stato industriale.

Al pari dell'approccio oggettivista, il quale tende a negare l'effetto della realtà sociale sulla conoscenza empirica e soprattutto teorica del miglioramento genetico, l'approccio costruttivista attribuisce scarsa rilevanza al ruolo della realtà biofisica (piante e ambienti), lasciando non trattato gran parte di ciò che i costitutori vedono come il cuore del miglioramento genetico. Secondo il paradigma costruttivista, l'epistemologia dei costitutori è dominata dalle conoscenze preesistenti, inclusi i valori,

---

profondamente modificato le gerarchie all'interno dei vari mercati, concentrando il potere decisionale e il controllo degli *asset* industriali.

[160] Scott, J. C. 1998. Seeing Like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition have Failed.New Haven, CT:Yale University Press.

acquisite grazie all'esperienza maturata in un particolare ambiente istituzionale o sociale. Le modalità con le quali le variabili sociali influenzano la conoscenza dei costitutori su genotipo e ambiente non vengono di solito prese in considerazione, tantomeno è dedicata la necessaria attenzione al ruolo delle scienze sociali nelle strategie di miglioramento genetico, compresa la ricerca effettuata dai centri di ricerca internazionali del CGIAR, in cui c'è stata una scarsa riflessione su questioni teoriche, quali il trade-off tra largo adattamento e adattamento specifico, importanti per il dibattito sulla stabilità produttiva.

L'approccio olistico

La ricerca sul miglioramento genetico dal punto di vista oggettivista e costruttivista permette di comprendere la conoscenza e le pratiche del miglioramento genetico e, allo stesso tempo, ne delinea lo sviluppo storico a seconda dei contesti sociali e biologici, ma entrambi gli approcci ignorano le componenti essenziali del miglioramento genetico. Negli studi sociali della conoscenza scientifica, l'approccio olistico cerca una via di mezzo tra i due poli della dell'oggettivismo e del costruttivismo. L'approccio olistico considera la conoscenza come il risultato sia delle percezioni sociali della biofisica sia della conoscenza individuale. E' una posizione che respinge sia l'assolutismo sia il relativismo epistemico irrazionalista (Cleveland[161], 2001;).

L'approccio olistico allo studio del miglioramento genetico proposto da Cleveland esamina i punti di forza di entrambi i paradigmi. Innanzitutto viene riconosciuta l'importanza degli scienziati naturali nello sviluppo varietale e la conoscenza sulla funzione del gene, frutto di anni di osservazione e di sperimentazione, che suggerisce una realtà universale biofisica delle piante e dei loro ambienti (e di conseguenza la cognizione umana della realtà biofisica), fornendo un quadro sistematico e generalizzabile dei metodi di produzione dei genotipi desiderati. Inoltre, il lavoro svolto dagli scienziati sociali sulla storia e il contesto sociale in cui si è sviluppato il miglioramento genetico suggerisce che la conoscenza dei costitutori su specie vegetali e ambienti di produzione è influenzata dall'ambiente sociale e dal contesto istituzionale che li circonda.

Soprattutto per quegli aspetti della realtà biofisica dei genotipi e ambienti che non sono del tutto compresi dalla teoria del miglioramento genetico, la conoscenza dei costitutori è solitamente basata sulle esperienze che ognuno ha con gli ambienti particolari e le varietà vegetali con le quali lavora. Tale conoscenza può essere più il risultato di una intuizione piuttosto che basata su risultati scientifici, e quindi meno generalizzabile, nonchè suscettibile di essere influenzata dai valori della conoscenza preesistente e dai valori specifici al contesto sociale dei costitutori. Ciò significa che potrebbero presentarsi disaccordi tra i costitutori anche se i fondamentali principi genetici e statistici rimangono costanti in un'ampia gamma di contesti, perché il lavoro

[161] Cleveland, D. A. 2001. Is plant breeding science objective truth or social construction? The case of yield stability. *Agriculture and Human Values* 18(3): 251–270.

di selezione varietale è più legato alla conoscenza delle persone e/o degli ambienti (Cleveland e Soleri, 2001).

Sebbene l'approccio olistico allo studio della coltivazione delle piante non sia ancora ben radicato, tuttavia esistono una serie di studi pionieristici. Tra questi vale la pena citare il contributo di Simmonds[162] (1990), il quale ha posto seri dubbi sul ruolo e gli effetti socio-economici dell'adattamento varietale, suggerendo che la selezione delle piante implica sempre un vantaggio economico per qualcuno, e che l'analisi costi-benefici può essere combinata con l'analisi GE per migliorare la propagazione vegetativa.

3.4 Rendimento e stabilità produttiva

L'obiettivo primario dei programmi di miglioramento genetico dovrebbe essere quello di produrre varietà migliorate in grado di massimizzare il potenziale agricolo di ciascun area, e ridurre al minimo la probabilità di perdite del raccolto, o di rendimenti molto bassi negli anni sfavorevoli. Nel lungo periodo, l'adattamento e la stabilità produttiva possono derivare dalla definizione di una strategia di miglioramento genetico appropriata; mentre, nel breve termine, dipenderanno dalla scelta delle varietà più idonee al contesto locale (sia indigene che moderne, ma anche tradizionali o rilasciate da istituzioni pubbliche o private). Idealmente, le decisioni concernenti la strategia di miglioramento e la scelta delle varietà vegetali dovrebbero basarsi dall'interazione tra conoscenze scientifiche sul materiale vegetale e la conoscenza tradizionale sulle peculiarità degli ambienti locali e le pratiche di coltivazione degli agricoltori.

Finora l'impegno della ricerca sull'adattamento e la stabilità produttiva è risultato modesto[163]. Le varietà, e le tecnologie proposte, difficilmente vengono raccomandate sulla base di una valutazione approfondita in merito alle condizioni di adattamento e alla stabilità produttiva, nonostante negli ultimi anni le tecniche di investigazione dei due fenomeni siano relativamente semplici, anche grazie allo sviluppo di software poco costosi.

Genotipo e Ambiente

In questo contesto, il termine genotipo fa riferimento ad una varietà (ovvero con materiale geneticamente omogeneo, come le linee pure o cloni, o eterogeneo, come le popolazioni allogame). Il termine ambiente si riferisce ad un insieme di fattori, compre le condizioni climatiche, la composizione del suolo, i fattori biotici (parassiti e malattie)

---

[162] Simmonds,N.W. 1990.The social context of plant breeding. *Plant Breeding Abstracts* 60: 337–341.

[163] Cooper, M. & Byth, D.E. 1996. Understanding plant adaptation to achieve systematic applied crop improvement - A fundamental challenge. *In* M. Cooper & G.L. Hammer, eds. *Plant adaptation and crop improvement*, p. 5-23. Wallingford, UK, CABI.

e le modalità di gestione delle risorse naturali. In particolare, un ambiente identifica una determinata combinazione località-anno nell'analisi di prove ripetute nel tempo.
Le differenze nei rendimenti dei genotipi possono variare significativamente tra diversi ambienti in presenza di effetti di interazione tra genotipo e ambiente (GE) (DeLacy et al.[164], 1990). In generale, le interazioni GE sono considerati un ostacolo al miglioramento varietale in una regione di destinazione, quando tali effetti possono contribuire, all'instabilità temporale e spaziale della produzione agricola. In particolare, l'instabilità temporale ha un effetto negativo sul reddito degli agricoltori e, nel caso delle colture di base, contribuisce all'insicurezza alimentare sia a livello nazionale che individuale. D'altra parte, le interazioni GE possono offrire importanti opportunità, soprattutto nella scelta di quei genotipi che mostrano un'interazione positiva con il territorio e le sue condizioni ambientali (adattamento specifico), o per quei genotipi caratterizzati da una bassa frequenza di rese scarse o di mancato raccolto (Ceccarelli[165], 1996).

Gli effetti GE non dovrebbero essere ignorati ma analizzati mediante tecniche appropriate, al fine di esplorare le opportunità e gli svantaggi potenziali. Tali informazioni sugli effetti GE possono contribuire:

- a comprendere meglio il tipo e la dimensione delle interazioni GE attese in una determinata regione, e le ragioni della loro presenza;
- a definire una strategia per affrontare con successo gli effetti delle interazioni.

Gli effetti più importanti di GE per la selezione varietale sono il tipo di *crossover*[166] che influenza i genotipi ad alta resa. Tuttavia, tutti gli effetti di interazione GE dovuti alla mancanza di correlazione genetica fra ambienti possono essere rilevanti se i risultati forniscono un'informazione rilevante sugli effetti GE di una data regione di destinazione (Cooper et al[167]., 1996).

Casi di interazione GE sono stati riscontrati in coppie di ambienti con livelli differenti di stress (Ceccarelli, 1989; Bramel-Cox[168], 1996), definiti come "favorevoli" quando caratterizzati da condizioni di stress limitato e da rese medie elevate, e come "sfavorevoli" nei casi di alto stress e bassa resa. Tuttavia, l'interazione potrebbe

---

[164] DeLacy, I.H., Eisemann, R.L. & Cooper, M. 1990. The importance of genotype-by-environment interaction in regional variety trials. *In* M.S. Kang, ed. *Genotype-by-environment interaction and plant breeding*, p. 287-300. Baton Rouge, LA, Louisiana State Univ.

[165] Ceccarelli, S. 1996. Positive interpretation of genotype by environment interaction in relation to sustainability and biodiversity. *In* M. Cooper & G.L. Hammer, eds. *Plant adaptation and crop improvement*. p. 467-486. Wallingford, UK, CABI.

[166] Il fenomeno del crossover nelle performance varietali riflette un adattamento differenziale a seconda degli ambienti in cui le varietà vengono coltivate (Evans, 1993)

[167] Cooper, M., DeLacy, I.H. & Basford, K.E. 1996. Relationships among analytical methods used to study genotypic adaptation in multi-environment trials. In M. Cooper & G.L. Hammer, eds. Plant adaptation and crop improvement, p. 193-224. Wallingford, UK, CABI

[168] Bramel-Cox, P.J. 1996. Breeding for reliability of performance across unpredictable environments. In M.S. Kang & H.G. Gauch, eds. Genotype-by-environment interaction. p. 309-339. Boca Raton, FL, CRC Press.

verificarsi anche tra coppie di ambienti sfavorevoli o tra coppie di ambienti moderatamente favorevoli in possesso di analoghi rendimenti medi, ma con diverse combinazioni di stress.

Come discusso in precedenza, la produttività e la stabilità produttiva sono gli obiettivi della selezione varietale, laddove la stabilità è considerata particolarmente importante ai fini della sostenibilità. I problemi si presentano quando le rese e la stabilità produttiva sono negativamente correlate. La sfida è capire la natura e la causa delle correlazioni negative e come possono essere ridotte o eliminate. Questa discussione si svolge in due parti. La prima parte è dedicata alla comprensione dei concetti di largo adattamento e adattamento specifico, temi cruciali nella definizione delle strategie e delle politiche di sviluppo del miglioramento genetico, poiché la scelta di uno dei due approcci avrà conseguentemente un effetto non solo sulla disponibilità di cibo globale, ma anche sulla povertà e l'insicurezza alimentare. La seconda parte si concentra sulla spiegazione della stabilità in termini di variabili biologiche e di progettazione e gestione dei programmi di selezione vegetale, compresa la scelta delle modalità di attuazione delle attività di selezione e degli ambienti di destinazione.

Adattamento regionale e specifico nei programmi di selezione

Già negli anni Venti, gli studi sul materiale vegetale hanno portato all'introduzione del termine "ecotipo", evidenziando la presenza di adattamento specifico ad alcune zone in base alle condizioni ambientali. Nello stesso periodo, i primi genetisti inglesi (Engledow[169], 1925) e italiani, grazie alla figura di Nazareno Strampelli e di Francesco Todaro, sostenevano l'importanza di studiare gli effetti dell'adattamento specifico al fine di aumentare i raccolti dei rispettivi paesi. Tuttavia, i programmi di miglioramento genetico nella seconda metà del secolo erano per lo più concentrati sull'aumento della produzione aggregata (Bramel-Cox et al., 1991; Evans, 1993), puntando alla selezione negli ambienti favorevoli (Simmonds, 1991). Anche il concetto di "ideotipo" per la selezione è stato sviluppato per aumentare la produttività di varie specie in condizioni agronomiche ottimali (Donald, 1968; Mock e Pearce, 1975). Questa tendenza è stata favorita dalla prospettiva di poter ottenere rapidi incrementi sulle rese grazie all'elevato utilizzo di input, alla maggiore redditività dei semi destinati ai mercati più produttivi, e in base alla convinzione che la selezione nelle zone favorevoli avrebbe potuto permettere un aumento sostanziale delle rese anche in aree meno favorevoli (effetto *spillover*).

Questa convinzione è stata contestata sia dal punto di vista teorico (Falconer[170], 1990; Simmonds, 1991) che da numerosi studi empirici sul miglioramento genetico indirizzato agli ambienti soggetti a stress da siccità (Muñoz et al.[171], 1998; Ceccarelli et

---

[169] Engledow, F.L. 1925. The economic possibilities of plant breeding. In Proc. Imperial Botanical Conf., p. 31-40. London, F.T. Brooks.

[170] Falconer, D.S. 1990. Selection in different environments: effects on environmental sensitivity (reaction norm) and on mean performance. Genet. Res. Camb., 56: 57-70.

[171] Muñoz, P., Voltas, J., Araus, J.L., Igartua, E. & Romagosa, I. 1998. Changes over time in the adaptation of barley releases in north-eastern Spain. Plant Breed., 117: 531-535.

al.[172], 1998), carenza di nutrienti (Bänzinger et al.[173], 1997) o di entrambi i fattori (Cooper et al.[174], 1997). Questi lavori hanno evidenziato che la selezione in condizioni ambientali caratterizzati da stress limitati implica un obiettivo di adattamento specifico indirizzato alle zone favorevoli.

In realtà, gli ambienti favorevoli permettono di ottenere alte rese non necessariamente a causa di fattori climatici o del suolo. La gestione ottimale delle stazioni di ricerca, tra cui rientrano l'uso abbondante di fertilizzanti, l'accurata preparazione del terreno, l'irrigazione e il controllo chimico degli elementi patogeni, può produrre un aumento medio delle rese rispetto alle performance registrate nei campi degli agricoltori. Queste differenze nelle rese possono anche dipendere dalla presenza di effetti di interazione GE (Ceccarelli[175], 1994). La bassa densità nella semina o le procedure adottate per la selezione possono risultare in un miglioramento degli ambienti di coltivazione, perché aumentano la disponibilità di risorse, quali luce, acqua e sostanze nutritive.

Negli ultimi anni, diversi programmi dei centri di ricerca internazionali hanno modificato la loro strategia di miglioramento genetico per la produzione di germoplasma adatto al rilascio di varietà indirizzate alle zone meno favorevoli. Una strategia di adattamento specifico è stato perseguita nel miglioramento varietale dell'orzo presso il Centro internazionale per la ricerca agricola nelle zone aride (Icarda) del CGIAR, con procedure di selezione analoghe a quelle dell'ambiente di destinazione (favorevoli o soggette a siccità), e con implicazioni anche per alcuni elementi della strategia di miglioramento genetico, come la scelta delle risorse genetiche e delle varietà tipo (Ceccarelli, 1994). La possibilità di interazione GE tra ambienti con potenziale ecologico simile (in base alla resa media delle colture) può portare alla definizione delle diverse subregioni anche all'interno di aree sfavorevoli e favorevoli. Per questo motivo, il miglioramento genetico dell'orzo all'Icarda ha iniziato la produzione di materiale specifico per diversi paesi mediorientali e del Nord Africa soggetti a siccità. Il miglioramento genetico dell'IRRI per la selezione di varietà di riso ha definito ideotipi specifici per ecosistemi diversi (Fischer[176], 1996); invece il miglioramento genetico del grano al CIMMYT ha cercato un compromesso tra una prospettiva di largo adattamento e la possibilità di adattamento specifico per 12 diversi mega-ambienti (Braun et al[177]., 1996).

---

[172] Ceccarelli, S., Grando, S. & Impiglia, A. 1998. Choice of selection strategy in breeding barley for stress environments. Euphytica, 103: 307-318.

[173] Bänzinger, M., Bertrán, F.J. & Lafitte, H.R. 1997. Efficiency of high-nitrogen selection environments for improving maize for low-nitrogen target environments. Crop Sci., 37: 1103-1109.

[174] Cooper, M., Stucker, R.E., DeLacy, I.H. & Harch, B.D. 1997. Wheat breeding nurseries, target environments, and indirect selection for grain yield. Crop Sci. 37: 1168-1176.

[175] Ceccarelli, S. 1994. Specific adaptation and breeding for marginal conditions. Euphytica, 77: 205-219.

[176] Fischer, K.S. 1996. Research approaches for variable rainfed system. Thinking globally, acting locally. In M. Cooper & G.L. Hammer, eds. Plant adaptation and crop improvement, p. 25-35. Wallingford, UK, CABI.

[177] Braun, H.J., Rajaram, S. & van Ginkel, M. 1996. CIMMYT's approach to breeding for wide adaptation. Euphytica, 92: 175-183.

Le differenti subregioni possono essere individuate non solo all'interno di grandi aree o a livello internazionali, ma anche all'interno di regioni relativamente piccole, come suggerito dai risultati in:

- Siria settentrionale (Ceccarelli[178], 1996);
- Italia Settentrionale (Annicchiarico[179], 2002);
- Nuovo Galles del Sud (Basford e Cooper[180], 1998);
- Queensland (DeLacy et al[181]. 1996);
- Canada meridionale (Saindon e Schaalje[182], 1993),
- Ontario (Yan et al.[183], 2000).

Pertanto, la scelta tra una strategia di largo adattamento e quella di adattamento specifico può essere un aspetto cruciale nella definizione dei programmi nazionali di miglioramento genetico.

La strategia di adattamento specifico sta ricevendo una crescente attenzione nei paesi in via di sviluppo, a volte in combinazione con i programmi di miglioramento genetico che adottano un approccio partecipativo. La partecipazione degli agricoltori è in grado di: i) dare sostegno al lavoro di selezione in località diverse; ii) sfruttare i possibili effetti di adattamento specifico anche all'interno delle subregioni; iii) contribuire a migliorare la biodiversità, migliorando così la stabilità produttiva; iv) facilitare la disponibilità di semi adatti alle esigenze degli agricoltori attraverso i sistemi sementieri locali (Weltzien et al[184]., 1999;). Per i piccoli agricoltori dei paesi meno avanzati, tali sistemi assumono un ruolo molto più importante rispetto ai sistemi sementieri formali (Almekinders et al[185]., 1994).

---

[178] Ceccarelli, S. 1996. Positive interpretation of genotype by environment interaction in relation to sustainability and biodiversity. In M. Cooper & G.L. Hammer, eds. Plant adaptation and crop improvement. p. 467-486. Wallingford, UK, CABI.

[179] Annicchiarico, P. 2002. Defining adaptation strategies and yield stability targets in breeding programmes. In M.S. Kang, ed. Quantitative genetics, genomics, and plant breeding, p. 365-383. Wallingford, UK, CABI.

[180] Basford, K.E. & Cooper, M. 1998. Genotype x environment interactions and some considerations of their implications for wheat breeding in Australia. Aust. J. Agric. Res., 49: 153-174.

[181] DeLacy, I.H., Ratnasiri, W.G.A. & Mirzawan, P.D.N. 1996c. Retrospective analysis of historical data sets from multi-environment trials - Case studies. In M. Cooper & G.L. Hammer, eds. Plant adaptation and crop improvement, p. 269-290. Wallingford, UK, CABI.

[182] Saindon, G. & Schaalje, G.B. 1993. Evaluation of locations for testing dry bean cultivars in western Canada using statistical procedures, biological interpretation and multiple traits. Can. J. Plant Sci., 73: 985-994.

[183] Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q. & Szlavnics, Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Sci., 40: 597-605.

[184] Weltzien, E., Smith, M., Meitzner, L.S. & Sperling, L. 1999. Technical and institutional issues in participatory plant breeding - from the perspective of formal plant breeding: a global analysis of issues, results and current experience. CGIAR Systemwide Program on Participatory Research and Gender Analysis for Technology Development and Institutional Innovation. Working Document No. 3. Cali, CIAT.

[185] Almekinders, C.J.M., Louwaars, N.P. & de Bruijn, G.H. 1994. Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. Euphytica, 78: 207-216.

L'adattamento specifico può rivelarsi un obiettivo importante per i programmi nazionali di miglioramento genetico, in cui lo studio degli effetti di interazione GL all'interno del Paese può contribuire a far fronte alla crescente concorrenza esercitata dalle imprese di sementi internazionali sui mercati delle sementi locali. Per le istituzioni pubbliche, il miglioramento genetico di germoplasma diversificato, e adattato specificamente, può essere un elemento importante di una politica di ricerca indirizzata all'agricoltura sostenibile che abbia come obiettivo quello di:

• massimizzare il potenziale di aree diverse adattando le varietà all'ambiente in considerazione piuttosto che alterare l'ambiente con l'utilizzo di input a costi elevati e dannosi per l'ambiente dell'ambiente, come i pesticidi, concimi e irrigazione) che permetterebbe di adottare varietà rilasciate per qualsiasi ambiente.
• sostenere la salvaguardia della biodiversità agricola, aumentando il numero di varietà coltivate, con effetti positivi per la stabilità produttiva nazionale.

Inoltre, il miglioramento genetico specifico può facilitare l'adattamento tecnologico delle varietà mediante la definizione delle caratteristiche di interesse specifico per le subregioni (ad esempio la selezione di cereali a piccoli grano, o con lo stelo corto per l'agricoltura intensiva di cereali e lo stelo lungo per l'agricoltura estensiva indirizzata all'allevamento degli animali; o in base alle diverse caratteristiche qualitative del grano, ecc.).

La stabilità produttiva in agricoltura e nel miglioramento genetico

L'analisi delle cause di instabilità dei rendimenti in agricoltura è controversa, poiché i risultati della ricerca sono influenzati da una serie di variabili metodologiche, quali le scelte temporali e le località di produzione, il metodo di trasformazione dei dati, e le scelte statistiche per l'analisi (Anderson e Hazell[186], 1989). Tuttavia vi è un accordo generale nel considerare la stabilità produttiva un fattore importante nella produzione agricola, in cui le varietà moderne possono essere un fattore importante nell'aumentare la stabilità futura di molte regioni (Hazell[187], 1989).

Una migliore comprensione della stabilità produttiva sembra essere cruciale per supportare le decisioni degli agricoltori nella selezione e adozione delle nuove varietà, nella scelta di quali varietà piantare stagionalmente, o quanto investire nella produzione agricola rispetto ad altre attività; nelle possibili strategie che i ricercatori devono intraprendere all'interno dei programmi di miglioramento, ad esempio

---

[186] Anderson, J. R. and P. B. R. Hazell (1989) Variability in Grain Yields: Implications for Agricultural Research and Policy in Developing Countries (pp. 1–10). Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press.

[187] Hazell, P. B. R. (1989). "Changing patterns of variability in world cereal production." In J. R. Anderson and P. B. R. Hazell (eds.), *Variability in Grain Yields: Implications for Agricultural Research and Policy in Developing Countries* (pp. 13–34). Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press.

riguardo le fonti di diversità genetica, gli ambienti di selezione e destinazione; infine nelle scelte dei responsabili politici sul tipo di sostegno ai prezzi agricoli, su i sussidi agli input e i meccanismi assicurativi sul raccolto. Come vengono prese tali decisioni avrà effetti importanti sulla sostenibilità economica e futura delle strategie di sviluppo.
E' dunque importante comprendere come utilizzare efficacemente l'obiettivo della stabilità nel miglioramento genetico, e in che misura questa sia compatibile con i diversi obiettivi della propagazione vegetativa, come la resa, l'ampia adattabilità, o la resistenza a fattori di stress specifici.

Definizione e uso della stabilità produttiva

Un'alta stabilità produttiva di solito si riferisce alla capacità di un genotipo di ottenere rendimenti stabili in più ambienti, sia ad alti che a bassi livelli di rendimento. Le principali misure di stabilità si riferiscono a due concetti contrastanti di stabilità: quella "statica" (Tipo 1) e quella "dinamica" (tipo 2) (Becker e Léon[188], 1988). La stabilità statica è analoga al concetto biologico di omeostasi: un genotipo stabile tende a mantenere un rendimento costante in tutti gli ambienti. Il termine "sensibilità ambientale" è stato utilizzato anche in questo senso, in cui ad una maggiore sensibilità corrisponde una minore stabilità (Dyke et al[189]., 1995). La stabilità dinamica comporta per un genotipo stabile una risposta ad ogni ambiente conforme alla media produttiva dei genotipi esaminati, vale a dire zero interazione GE. La misura della stabilità dinamica dipende da una serie specifica di genotipi testati, a differenza del concetto di stabilità statica, che riguarda la coerenza nel tempo e nello spazio, vale a dire in ambienti appartenenti a uguali o differenti località.

Gli effetti GE che contribuiscono alla stabilità possono essere:

• sfruttati dal miglioramento genetico per quei genotipi che risultano stabili secondo il concetto statico del termine, ovvero con una migliore risposta negli anni o in ambienti sfavorevoli, oppure
• minimizzati, utilizzando materiale che è stabile, secondo il concetto dinamico.

La stabilità statica può essere più utile di quella dinamica in una serie di situazioni, soprattutto nei paesi in via di sviluppo. Dal punto di vista dell'agricoltore, la posizione geografica è una costante, e quindi la stabilità produttiva dal punto di vista temporale è l'unica componente alla quale è interessato.

3.5 La stabilità produttiva e il rapporto tra ambiente di selezione e di destinazione

[188] Becker, H.C. & Léon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breed., 101: 1-23.
[189] Dyke, G.V., Lane, P.W. & Jenkyn, J.F. 1995. Sensitivity (stability) analysis of multiple variety trials, with special reference to data expressed as proportions or percentages. Expl. Agric., 31: 75-87.

Il miglioramento genetico comprende quattro fasi che portano al rilascio di una nuova varietà:

1. creazione di una grande quantità di diversità genetica attraverso la scelta del germoplasma iniziale, e tramite l'ibridazione;
2. selezione di popolazioni e linee varietali inizialmente in un numero limitato di ambienti di selezione;
3. valutazione, durante la fase di selezione, delle migliori popolazioni su una vasta gamma di ambienti;
4. scelta delle varietà da rilasciare nell'ambiente di destinazione.

Una sfida fondamentale nel miglioramento genetico è la scelta degli ambienti di selezione in cui testare le varietà. Benché sia comunemente accettato che le nuove varietà debbano essere testate in condizioni simili a quelle in cui sono state inizialmente coltivate (Stoskopf et al., 1993) il cuore del problema sta nell'interazione tra genotipo e ambiente. La questione fondamentale è quanto sarà simile il rendimento di un determinato genotipo con l'ambiente di destinazione rispetto al rendimento ottenuto nell'ambiente in cui è stata effettuata la selezione. Ci sono tre modi fondamentali di trattare con l'interazione genotipo-ambiente: ignorarlo, evitarlo, o sfruttarlo (Cooper e Hammer, 1996). La scelta degli ambienti di selezione e di destinazione include alcune decisioni su quanto questi ambienti debbano essere considerati simili, ma riguarda anche le pratiche che gli agricoltori adottano nell'ambiente di destinazione, e di conseguenza il tipo e la quantità di input utilizzati. Solitamente, il concetto di stabilità adottato dai genetisti è discordante con quello applicato negli ambienti di destinazione. Mentre gli agricoltori sono interessati esclusivamente alla stabilità temporale, e quindi all'adattamento specifico, i genetisti tendono ad ignorare l'interazione genotipo-ambiente ma hanno come obiettivo quello di rilasciare varietà adatte a più regioni, e quindi puntano sul largo adattamento, in contrasto con le esigenze degli agricoltori.

L'avvento delle nuove tecnologie dell'informazione, e in particolare lo sviluppo di software statistici specificamente rivolti allo studio dell'interazione genotipo-ambiente (tra cui i programmi sviluppati per SAS, i software specifici elaborati dall'IRRI, o Genstat), la crescente preoccupazione per la sostenibilità, al pari della necessità ed importanza di produrre in ambienti marginali, hanno spinto gli scienziati naturali ad una maggiore attenzione alla comprensione dell'interazione genotipo-ambiente. La ricerca biologica si è quindi impegnata a migliorare l'efficienza del processo di selezione in termini di scelta degli ambienti di selezione e di destinazione (Ceccarelli et al., 1998; Singh et al.[190], 1999;).

Le prossime due sottosezioni discutono di come la scelta della stabilità del primo o del secondo tipo possa influenzare la scelta degli ambienti di selezione e di

[190] Singh, M., Ceccarelli, S. & Grando, S. 1999. Genotype x environment interaction of cross-over type: detecting its presence and estimating the crossover point. Theor. Appl. Genet., 99: 988-995.

destinazione, anche in relazione all'accettazione di un modello basato sull'adattamento specifico o sul largo adattamento

L'impatto delle varietà moderne sulle località di destinazione

L'uso del concetto di stabilità dinamica è associato con l'adattamento ad una serie di ambienti, in cui l'interazione genotipo-ambiente gioca un ruolo assolutamente secondario. Nell'ambito di questo scenario la produttività e la stabilità possono essere positivamente correlate e, quindi, le varietà selezionate in ambienti ottimali mostreranno una ricaduta positiva sulle rese in ambienti marginali. Le varietà selezionate per la stabilità statica negli ambienti marginali avranno rendimenti sempre più bassi rispetto a quelli ottenibili, e non avverrà il cosiddetto effetto *crossover*. Pertanto, le varietà degli ambienti marginali andranno selezionate negli ambienti ottimali.

Un esempio spesso citato a sostegno degli effetti di spillover è il programma di miglioramento genetico del grano portato avanti dal CYMMIT. Questo approccio utilizza un elevato numero di incroci, e continui cicli di selezione in ambienti diversi, con l'obiettivo di individuare varietà ad alta resa (*shuttle breeding*). Le analisi di impatto mettono in evidenza il ruolo che il programma ha avuto nel rilascio di varietà moderne di grano sensibili alle condizioni ottimali, spesso più produttive delle varietà locali presenti negli ambienti marginali (Romagosa e Fox[191], 1993). Questo è uno degli esempi di adozione diffusa, da parte degli agricoltori che operano in ambienti marginali, delle varietà migliorate di grano sviluppate in ambienti ottimali, a sostegno quindi della tesi relativa all'esistenza di *spillover* (Pingali e Rajaram[192], 1999).

Gli *spillover* sono spesso citati anche per le varietà moderne di mais. Ad esempio, nel lavoro di Duvick, si mette in evidenza il ruolo del miglioramento genetico nel rilasciare ibridi per l'agricoltura a basso utilizzo di input, in condizioni di crescita difficili o in risposta ai cambiamenti climatici (Duvick[193], 1992). Tuttavia, Duvick riconosce la possibilità di risultati deludenti per le varietà di mais ibrido quando la produzione avviene in condizioni di forte stress ambientale e con un uso limitato di erbicidi.

Una revisione dei test avvenuti in aziende agricole di cinque paesi in via di sviluppo ha confrontato, direttamente nei campi degli agricoltori, l'adattamento delle varietà di mais provenienti dal germoplasma del CYMMIT con le varietà tradizionali. Il risultato dell'analisi ha evidenziato prove dell'esistenza di un effetto *crossover* in un numero limitato di casi, e ha concluso che le varietà moderne generalmente dominano le rese ottenute dalle varietà degli agricoltori anche nelle peggiori condizioni

---

[191] Romagosa, I. & Fox, P.N. 1993. Genotype x environment interaction and adaptation. In M.D. Hayward, N.O. Bosemark & I. Romagosa, eds. Plant breeding: principles and prospects, p. 373-390. London, Chapman & Hall.

[192] Pingali, P. and S. Rajaram (1999). "Global wheat research in a changing world: Options for sustaining growth in wheat productivity." In P. L. Pingali (ed.), *Global Wheat Research in a Changing World: Challenges and Achievements*. CIMMYT 1998–1999 World Wheat Facts and Trends (pp. 1–18). Mexico, D.F.: CIMMYT.

[193] Duvick, D. N. (1992). "Genetic contributions to advances in yield of U.S. maize." *Maydica* 37: 69–79.

ambientali (Pham et al.[194], 1989). Un altro rapporto del CYMMIT sui programmi di ricerca sul mais ha concluso che la strategia del CYMMIT (selezione in ambienti relativamente ottimali e successivo trasferimento negli ambienti marginali) ha avuto successo nello sviluppo varietale di mais per gli agricoltori dei paesi in via di sviluppo, dove generalmente si ottiene una produzione con bassi rendimenti (Pandey et al.[195], 1991). In Zimbabwe, ad esempio, le varietà moderne di mais ibrido hanno ottenuto elevati tassi di adozione tra gli agricoltori poveri degli ambienti più marginali (Heisey et al.[196], 1998).

Le possibili spiegazioni biologiche per l'esistenza di una correlazione positiva tra resa e stabilità produttiva (ossia assenza di interazione genotipo-ambiente) includono un'alta correlazione genetica tra i tratti espressi in ambienti ottimali e marginali (cioè, le caratteristiche sono determinate dai geni stessi), e una più alta ereditarietà espressa negli ambienti ottimali, in cui è ridotta al minimo la variazione ambientale, ottimizzando così i cambiamenti genetici ottenibili dai genetisti (Romagosa e Fox, 1993).

Al contrario, l'uso del concetto di stabilità statica è associato con l'adattamento specifico, spesso ad ambienti marginali, e allo studio dell'interazione genotipo-ambiente. In questo scenario, il rendimento e la stabilità produttiva possono essere correlati negativamente, ossia le varietà selezionate in ambienti ottimali avranno rendimenti più bassi in ambienti marginali, rispetto alle varietà direttamente sviluppate per gli ambienti marginali. In termini di analisi di regressione, le varietà selezionate in ambienti ottimali mostreranno un *crossover* tra ambienti ottimali e quelli marginali – e non avverrà alcun effetto *spillover* tra i due ambienti. Pertanto, le varietà rilasciate agli ambienti marginali andrebbero selezionate direttamente nelle località di destinazione.

Secondo alcuni osservatori, l'accento sulla capacità di adattamento spaziale delle varietà moderne è dovuta ad una scarsa attenzione agli effetti di interazione genotipo-ambiente delle varietà moderne negli ambienti marginali (Simmonds, 1991; Ceccarelli et al.[197], 1994). Simmonds suggerisce che le varietà moderne sviluppate presso i Centri CGIAR siano state indirizzate a situazioni relativamente ottimali (con gli agricoltori ad alto input), mentre per la selezione rivolta verso l'ottenimento di varietà ad alta resa potenzialmente trasferibili in ambienti marginali, la selezione deve avvenire in tali ambienti (Simmonds, 1991). Così, le correlazioni positive tra i coefficienti di regressione e la produttività delle varietà moderne sono un risultato prevedibile, poiché le località

---

[194] Pham, H. N., S. R. Waddington, and J. Crossa (1989). "Yield stability of CIMMYT maize germplasm in international and on-farm trials." In J. R. Anderson and P. B. R. Hazell (eds.), *Variability in Grain Yields: Implications for Agricultural Research and Policy in Developing Countries* (pp. 185–205).

[195] Pandey, S., S. K. Vasal, and J. A. Deutsch (1991). "Performance of open-pollinated maize cultivars selected from 10 tropical maize populations." *Crop Science* 31: 285–290.

[196] Heisey, P. W., M. L. Morris, D. Byerlee, and M. A. López-Pereira (1998). "Economics of hybrid maize adoption." In M. L. Morris (ed.), *Maize Seed Industries in Developing Countries* (pp. 143–158). Boulder, Colorado/Mexico, D.F.: Lynne Rienner/CIMMYT.

[197] Ceccarelli, S., W. Erskine, J. Hamblin, and S. Grando (1994). "Genotype by environment interaction and international breeding programmes." *Experimental Agriculture* 30:177–187.

in cui vengono effettuati i test rientrano tra gli ambienti ottimali, mentre ci si aspetterebbe una correlazione negativa in ambienti marginali.

L'attenzione verso l'adattamento specifico presuppone che la selezione ed il controllo debbano avvenire in condizioni molto simili a quelle dell'ambiente di destinazione, con la conseguenza che si potranno trovare diverse varietà specificamente adattate a questi ambienti. Ciò implica lo studio dell'interazione genotipo-ambiente in funzione delle differenze ambientali in termini di rendimenti medi, attraverso la selezione di varietà con una base genetica in grado di resistere ad agenti patogeni, come insetti e virus, o agli stress termici, idrici e salini che caratterizzano gli ambienti marginali (Ceccarelli et al., 1998). Il fenomeno del *crossover* nelle performance varietali è comune e riflette un adattamento differenziale a seconda degli ambienti in cui le varietà vengono coltivate (Evans[198], 1993)

Quando si confrontano varietà moderne e varietà tradizionali, le prime mostrano rese più alte rispetto alle seconde, se confrontate in condizioni ottimali, mentre le varietà tradizionali ottengono una migliore performance negli ambienti marginali in molte aree dei paesi in via di sviluppo (si veda ad esempio, Kelley et al.[199], 1996, per il miglio perlato ; Ceccarelli et al., 1994, per l'orzo e la lenticchia). Gli studi sull'orzo effettuati da Ceccarelli indicano che, in condizioni di forte stress, come nelle zone aride del Medioriente, si evidenziano genotipi di qualità superiore per tali condizioni, mentre i test effettuati a livelli intermedi di stress idrico, e in condizioni ottimali, non riescono ad individuare varietà adatte alle zone marginali.

Le possibili spiegazioni biologiche dell'esistenza di una correlazione negativa tra la resa e la stabilità produttiva sono la bassa correlazione genetica tra i tratti espressi in ambienti ottimali e marginali (ovvero i tratti sono determinati da geni diversi). Inoltre, la riduzione della diversità genetica delle varietà moderne permette di aumentare la produttività al costo di una minore stabilità (Bramel-Cox[200], 1996). Diversi lavori hanno messo in evidenza l'importanza della diversità genetica: la presenza di componenti geneticamente eterogenee in una popolazione garantisce un effetto "tampone" nei confronti di eventuali malattie, riducendo il conseguente danno sulle produzioni. Nell'agricoltura tradizionale l'impiego delle *landraces* permette, quindi, di aumentare la stabilità all'interno dell'ecosistema, favorendo una coltivazione in ambienti marginali con bassi livelli di input esterni. In questi sistemi la diversità costituisce una sorta di copertura assicurativa contro gli imprevisti. Anche nell'agricoltura moderna, in cui sono gli input esterni a dover garantire la stabilità produttiva, le varietà tradizionali diventano fonti preziose di variabilità legata a caratteri particolari come, ad esempio, la resistenza a patogeni e la tolleranza agli stress ambientali.

---

[198] Evans, L. T. (1993). *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Cambridge: Cambridge University Press.

[199] Kelley, T. G., P. P. Rao, E. Weltzien, and M. L. Purohit (1996). "Adoption of improved cultivars of pearl millet in an arid environment: Straw yield and quality considerations in Western Rajasthan." *Experimental Agriculture* 32: 161–171.

[200] Bramel-Cox, P. J. (1996). "Breeding for reliability of performance across unpredictable environments." In M. S. Kang and H. G. Gauch Jr. (eds.), *Genotype-by-Environment Interaction* (pp. 309–339). Boca Raton, Florida: CRC Press.

Criteri di definizione degli ambienti ottimali e marginali

Il dibattito su una definizione chiara degli ambienti in cui avviene la selezione delle varietà da destinare agli ambienti marginali suggerisce che una delle principali differenze risiede nella gamma di ambienti finora in considerazione (Annichiarico[201], 2002). Questo problema è strettamente connesso al dibattito sulle metodologie di adattamento, iniziato negli anni Venti del secolo scorso (Engledow, 1925). Le cause della polemica sono state spiegate da Ceccarelli e Grando (2002) e da al Ceccarelli et al. (2004) e riguardano la definizione di ambiente marginale e la confusione tra adattamento temporale e spaziale, distinzione che risulta di fondamentale importanza. L'adattamento nel tempo si riferisce alla risposta di una varietà in un determinato luogo su più anni: se la varietà ottiene un rendimento nel tempo più alto rispetto alla media ambientale, allora è considerata stabile. L'adattamento nello spazio si riferisce invece alla performance di una varietà in diversi luoghi: se la varietà ottiene una risposta nei vari ambienti relativamente più alta rispetto a quella degli altri materiali valutati, si considera ampiamente adattata (Ceccarelli e Grando, 2002). Un problema ricorrente nella letteratura scientifica su questo tema è l'uso del termine "ambiente" per indicare luoghi e anni, e, più spesso, le combinazioni di luoghi e anni. Questo rende difficile comprendere se l'adattamento si riferisca al tempo, allo spazio, o sia il risultato di entrambi i fattori.

La distinzione è importante perché l'adattamento nel tempo è ovviamente molto più importante per gli agricoltori dell'adattamento attraverso lo spazio. Quest'ultimo è, per ovvie ragioni, la principale preoccupazione delle industrie sementiere. Due altre cause della controversia sono i parametri di definizione degli ambienti soggetti ad analisi e il tipo di materiale genetico utilizzato; nella maggior parte degli studi le strategie sono distorte o perché non riescono a notare le differenze tra gli ambienti considerati (Cleveland et al.[202], 2000), oppure perché non vengono inclusi i materiali selezionati per l'adattamento ad ambienti particolarmente sotto stress.

Gli esempi tipici sull'utilizzo di una ristretta gamma di ambienti sono illustrati da Brancourt-Hulmel et al.[203] (2003), i quali mettono in evidenza come il rapporto tra gli ambienti con la più alta e più bassa resa sia minimo; in questi casi risulta evidente l'assenza di *crossover*. Solo alcuni programmi di miglioramento genetico hanno condotto un numero sufficiente di cicli riproduttivi in condizioni marginali per realizzare guadagni misurabili. Così, si trovano pochissimi studi che mettono a confronto le rese delle varietà moderne selezionate per ambienti ottimali e per ambienti

---

[201] Annicchiarico, P. 2002. Defining adaptation strategies and yield stability targets in breeding programmes. In M.S. Kang, ed. Quantitative genetics, genomics, and plant breeding, p. 365-383. Wallingford, UK, CABI.

[202] Cleveland, D. A., D. Soleri and S. E. Smith. 2000. A biological framework for understanding farmers' plant breeding. *Economic Botany* 54: 377–394.

[203] Brancourt-Hulmel, M., Biarnès-Dumoulin, V. & Denis, J.B. 1997. Points de repère dans l'analyse de la stabilité et de l'interaction génotype-milieu en amélioration des plants. Agronomie, 17: 219-246.

marginali. Questi ultimi dimostrano chiaramente l'esistenza di un effetto *crossover* significativo (Calhoun et al.[204], 1994; Ceccarelli[205], 1996).

La mancanza di prove convincenti sull'esistenza di un effetto *spillover* è ancora più forte nel caso delle varietà d'orzo e frumento. Infatti, per l'orzo, si è sempre trovata una correlazione negativa tra il rendimento potenziale e la resa in condizioni di stress ambientale (van Oosterom et al.[206], 1993). La mancanza di un effetto *spillover* è dovuta al fatto che la siccità continua a colpire negativamente le produzioni agricole di tutto il mondo, nonostante gli aumenti spettacolari delle rese agricole ottenuti in condizioni ottimali. Un esempio concreto è offerto dal frumento tenero (Triticum aestivum L.) in Siria, prendendo in considerazione i rendimenti nel periodo 1984-2000. Con il rilascio della varietà nel 1983, i rendimenti sono aumentati ogni anno con una media di 60 kg/Ha, trasformando così la Siria da importatore a esportatore netto. Tuttavia, l'aumento della produzione fu dovuta principalmente all'aumento annuale di 50 kg/ha nelle zone irrigue, mentre l'aumento in condizioni di normale piovosità (11,8 kg / ha / anno) è stato minimo, nonostante l'adozione di varietà migliorate abbia raggiunto quasi il 90%.

Il miglioramento genetico rivolto alla resistenza alla siccità gode tuttora di molta enfasi, spesso di natura propagandistica. I tratti che sono stati indagati includono caratteristiche fisiologiche, biochimiche e morfologiche. Anche se le basse rese derivanti dai tratti selezionati possono apparire irrilevanti dal punto di vista di un'agricoltura basata su un alto utilizzo di input, esse sono essenziali per il sostegno degli agricoltori in alcune delle zone più aride del mondo.

Mentre l'approccio analitico è stato molto utile per capire quali tratti sono associati con la tolleranza alla siccità, solo in pochi casi questi sono stati utilizzati per sviluppare cultivar che mostrino un miglioramento della resistenza alla siccità in condizioni di campo. In parte questo riflette la tempistica e l'intensità delle siccità, la biologia delle diverse specie e la presenza di fattori complessi che interagiscono tra di loro. Ad esempio Seki et al. (2001) hanno mostrato come l'interazione di fattori di stress, quali il freddo, la siccità e la salinità, hanno forti implicazioni nella regolazione dello sviluppo e nelle risposte all'ambiente dell'*Arabidopsis thaliana*. Il miglioramento genetico rivolto alla selezione di varietà resistenti alla siccità è efficace quando viene svolto direttamente nell'ambiente di destinazione (*empirical* o *pragmatic breeding*).

3.6 Il ruolo della conoscenza degli agricoltori nel miglioramento genetico

Fino a oggi i botanici hanno proceduto alla catalogazione di oltre 275 mila specie vegetali. La maggior parte di queste varietà di piante si trova nei paesi del Sud del

---

[204] Calhoun, D.S., Gebeyehu, G., Miranda, A., Rajaram, S. & van Ginkel, M. 1994. Choosing evaluation environments to increase wheat grain yield under drought conditions. Crop Sci., 34: 673-678.

[205] Ceccarelli, S. 1996. Positive interpretation of genotype by environment interaction in relation to sustainability and biodiversity. In M. Cooper & G.L. Hammer, eds. Plant adaptation and crop improvement. p. 467-486. Wallingford, UK, CABI.

[206] van Oosterom, E.J., Kleijn, D., Ceccarelli, S. & Nachit, M.M. 1993. Genotype-by-environment interactions of barley in the Mediterranean region. Crop Sci., 33: 669-674.

mondo e sono il risultato della selezione di contadini locali e indigeni, i quali hanno svolto un lavoro di selezione millenario rivolto a trovare le varietà più adatte al loro specifico ecosistema o alle necessità familiari di sussistenza.

In tutto il mondo i contadini stanno rivalutando il sapere tradizionale come fonte di innovazione, e propongono vie di sviluppo indipendenti da quelle suggerite dai sistemi di conoscenza ufficiali. Alcune correnti di pensiero vicine ai temi dell'agroecologia e sostenitrici dell'*empowerment* degli agricoltori sostengono la necessità di trovare forme di interscambio tra sapere tradizionale e i sistemi di conoscenza moderni. Partendo da questo punto di vista, è cresciuta l'attenzione verso il ruolo del sapere tradizionale in nuovi modelli di produzione basati su sistemi alimentari locali.

Tuttavia, come sottolineato da diversi autori (Cleveland et al., 2000; Weltzien et al., 2000), il mainstream ufficiale tende a prendere in scarsa considerazione le conoscenze tradizionali legate al tema di miglioramento genetico. Al fine di superare le carenze della ricerca formale, e permettere agli agricoltori di avere una voce paritaria all'interno del dibattito sulle strategie di miglioramento genetico e sulle politiche di sviluppo, sono nate diverse proposte per coinvolgere gli agricoltori nella ricerca istituzionale. Solitamente, gli agricoltori non hanno avuto la possibilità di partecipare attivamente ai processi decisionali o alle strategie politiche che li riguardavano, a causa del loro status sociale e della mancanza di potere politico, per cui è stata esclusa qualsiasi possibilità di contribuire al lavoro di ricerca degli scienziati.

In ambito antropologico e sociologico, vi sono due diversi modi di concepire il rapporto tra la conoscenza degli agricoltori e i sistemi di conoscenza scientifici. Nel primo caso, la conoscenza degli agricoltori è vista in antitesi alla conoscenza scientifica (Sillitoe[207], 1998), poiché basata principalmente sull'intuizione e l'abilità, legata ai contesti sociali e ambientali locali, nonché priva di analisi sistematica, verifica e innovazione, e incapace di evolversi rispetto ad un sistema circostante in profondo cambiamento.

Nel secondo caso, si sottolinea che la conoscenza degli agricoltori è costituita principalmente da conoscenze empiriche e razionali dell'ambiente. Nonostante ciò, si suppone che gli scienziati siano più razionali e bisognerebbe quindi facilitare la modernizzazione agricola su piccola scala, compresa la sostituzione delle loro varietà locali con le varietà moderne.

La ricerca basata sull'approccio partecipativo è stata in gran parte basata sul secondo tipo di definizione con la conseguenza dell'utilizzo della conoscenza tradizionale come uno strumento descrittivo da utilizzare nella selezione varietale. Assumono così un ruolo fondamentale le esperienze degli agricoltori, le preferenze e le esigenze specifiche che indirizzeranno le priorità della selezione vegetale formale e il processo formale di sviluppo varietale (Weltzien et al. , 2000).

Recentemente, il coinvolgimento degli agricoltori si è esteso a tutte le fasi del programma di miglioramento genetico. Gli agricoltori possono scegliere tra le varietà rilasciate e quelle sperimentali (ad esempio per il miglio perlato, Weltzien et al., 1998),

---

[207] Sillitoe, P. 1998.What know natives? Local knowledge in development. *Social Anthropology* 6: 203–220.

oppure chiedere di lavorare sullo sviluppo varietale partendo da varietà tradizionali in loro possesso. Quando la selezione è realizzata utilizzando le varietà esistenti, l'analisi dei risultati può rivelare attributi impliciti che risultano evidenti solo con il coinvolgimento diretto degli agricoltori (Louette e Smale[208], 1998; Soleri et al., 2000).

A differenza della Rivoluzione Verde, in cui uno dei limiti è stato quello dello scarso impiego delle varietà moderne da parte dei piccoli agricoltori, l'approccio partecipativo ha permesso di innalzare in modo significativo i tassi di adozione delle varietà rilasciate dai centri di ricerca. Tuttavia, la base concettuale della conoscenza tradizionale non ha di solito la massima considerazione. Louette e Smale[209] (2000) hanno fatto notare che, quando le modalità di gestione rimangono indirizzate dagli scienziati, raramente le opportunità di interazione con gli agricoltori vanno al di là della semplice consultazione, il che rende difficile conoscere realmente le opinioni degli agricoltori. Non vanno inoltre sottovalutate le difficoltà di comunicazione tra agricoltori e scienziati in merito al proprio bagaglio di conoscenza. Una proposta interessante è arrivata da Soleri et al.[210] (2000), i quali hanno suggerito una prospettiva alternativa per la collaborazione tra agricoltore e scienziato, sulla base di un modello olistico di conoscenza, che ha come obiettivo quello di ridurre al minimo le ipotesi deduttive sulla natura della conoscenza tradizionale e scientifica, e che riduca al minimo i giudizi a priori sul contributo quantitativo degli agricoltori e degli scienziati.

Il ruolo dell'approccio partecipativo nella conoscenza scientifica

L'approccio partecipativo ha accresciuto la sua importanza nello sviluppo agricolo, provando a rendere la scienza formale più utile per gli agricoltori e più efficiente dal punto di vista dello scienziato (Chambers[211], 1991). L'applicazione della ricerca partecipativa nella propagazione vegetale comporta una vasta gamma di attività presenti nei progetti di PPB, in cui il contributo e il controllo da parte degli agricoltori o dei genetisti è uno degli aspetti più importanti e maggiormente discussi sull'argomento, poiché il grado di partecipazione e collaborazione può variare sostanzialmente. Il livello di partecipazione si può distinguere tra la partecipazione degli agricoltori alla ricerca degli scienziati (*formal-led* PPB), e la partecipazione degli scienziati alla ricerca degli agricoltori (*farmer-led* PPB). La definizione di PPB, tuttavia, implica che gli agricoltori partecipino ai programmi di miglioramento genetico gestiti

---

[208] Louette, D. and M. Smale. 1998. *Farmers' Seed Selection Practices and Maize Variety Characteristics in a Traditional Mexican Community*. Economics Working Paper no. 98–04. Mexico,DF:CIMMYT.

[209] Louette D, Smale M (2000) Farmers' seed selection practices and traditional maize varieties in Cuzalapa, Mexico. Euphytica 113: 25-41

[210] Soleri, D., D.A. Cleveland, S. Ceccarelli and S. Grando. 2000. Farmers' knowledge as a conceptual component of collaborative plant breeding: Barley farmers of northern Syria. Presented at the International Symposium, S*cientific Basis for Participatory Improvement and Conservation of Crop Genetic Resources*,Oaxtepec,Morelos, Mexico.

[211] Chambers, R. 1991. Shortcut and participatory methods for gaining social information for projects. In M. M. Cernea (ed.) *Putting People First: Sociological Variables in Rural Development* (2nd edition) (pp. 515–537). New York:The World Bank.

dagli scienziati. Una rassegna di 49 progetti PPB *formal*-led, ha riscontrato che i ricercatori di solito usano il termine "partecipazione" per indicare la fase del programma di miglioramento in cui sono coinvolti gli agricoltori, ma di fatto non è chiaro l'effettivo coinvolgimento o come gli agricoltori possono influenzare il processo di riproduzione.

Di solito, è implicitamente assunto che la conoscenza degli agricoltori possa essere complementare ai sistemi di conoscenza scientifici, i quali possono rafforzare la conoscenza e le pratiche degli agricoltori. Ad esempio, Biggs (1989) suggerisce quattro tipologie di partecipazione degli agricoltori (contrattuale, consultiva, collaborativa e collegiale) per aiutare i ricercatori ad aumentare l'efficacia dei costi di ricerca e mantenere gli obiettivi di ricerca incentrati sulla lotta alla povertà e all'insicurezza alimentare. Inoltre, gli scienziati hanno riconosciuto la complementarietà tra conoscenza tradizionale e quella scientifica. Nelle modalità di lavoro collegiale, gli scienziati hanno l'opportunità di rafforzare la ricerca informale degli agricoltori e la loro capacità di acquisire informazioni e servizi.

3,7 Scaling-up del PPB

Come discusso in precedenza, il modello di ricerca centralizzato fondato sul trasferimento top-down di un pacchetto tecnologico ha generato per gli agricoltori gravissimi indebitamenti, spesso insostenibili. La sostituzione delle varietà locali con varietà moderne sensibili all'uso di fertilizzanti, pesticidi chimici e irrigazione, volte a facilitare la trasformazione strutturale dell'attività produttiva, ha generalmente funzionato bene solo nelle zone agricole più fertili. Tuttavia, nelle aree marginali soggette a stress ambientali, la tecnologia basata sul principio *"one size fits all"* non è stata una strategia adeguata a garantire benefici per i più poveri, per i quali la trasformazione non è mai avvenuta. Per far fronte a questo problema, gli scienziati naturali hanno iniziato a coinvolgere gli agricoltori e definire congiuntamente gli obiettivi del miglioramento genetico e la successiva selezione e sperimentazione varietale (sia nelle stazioni di ricerca che nei campi degli agricoltori). Gli obiettivi erano di soddisfare al meglio le esigenze degli agricoltori che devono rispondere ai vincoli di produzione, dettati dai diversi ambienti ecologici in cui operano e dalle esigenze familiari, e migliorare l'adattamento locale (Ceccarelli et al., 2001; Sperling et al., 2001; Witcombe et al., 2002; Weltzien et al. , 2003).

Nel frattempo, sono divenuti sempre più evidenti i limiti del modello di modernizzazione dell'attività agricola basato sull'introduzione di tecnologie ad alta intensità di capitale, la specializzazione e l'integrazione con la trasformazione industriale dei prodotti, il quale ha comportato la dipendenza del settore agricolo dai fattori esterni, con effetti negativi sulla salute dei consumatori e la riproduzione delle risorse ambientali. Come sottolineato dallo IAASTD, è cresciuta l'esigenza di rivalutare le conoscenze "dinamiche" degli agricoltori nello sviluppo di tecnologie e saperi appropriati ai fabbisogni sociali e ai vincoli locali posti dagli ecosistemi, traendo esperienza dai fallimenti insiti nelle tecnologie impiegate nel passato e nelle modalità con cui queste sono state trasferite e adottate.

Anche la letteratura scientifica ha evidenziato l'importanza dei sistemi sementieri informali come principali fonti di diversità. In molti paesi i sistemi sementieri gestiti dagli agricoltori forniscono un'affidabile sistema di approvvigionamento di sementi rispetto ai sistemi istituzionali. Questa ri-validazione ha sottolineato le specificità delle differenti pratiche agricole, come fondamento di una tendenza di sviluppo rurale che si sta consolidando in contrapposizione al processo di modernizzazione. Van der Ploeg (2008) segnala a questo riguardo l'opportunità di reindirizzare la ricerca scientifica e il sistema tecnologico dominante basato sull'*expert system*, nel tentativo di liberare l'agricoltura dalla dipendenza dal capitale finanziario e dagli interessi dell'agri-business.

Il processo di ricontadinizzazione (*repeasantization*[212]) non si è limitato a riportare al centro dell'attenzione la questione agraria, emergente a livello mondiale, attraverso il consolidamento di un movimento contadino internazionale e il sostegno ad uno sviluppo rurale di tipo endogeno, basato sui sistemi dei saperi locali, ma ha evidenziato la necessita di definire nuove strategie indirizzate al recupero e alla salvaguardia della diversità genetica all'interno dei sistemi di scambio locali, in particolare nelle aree più marginali. La diversità costituisce una risorsa importante per l'adattamento alle condizioni locali di stress ambientale e alle preferenze dei consumatori. A tale proposito diventano di fondamentale importanza le organizzazioni contadine che continuano a sviluppare la diversità attraverso la gestione dei sistemi sementieri informali. Per gli agricoltori custodi della biodiversità, la riproduzione delle sementi è un metodo per minimizzare la dipendenza dal settore privato e far fronte agli effetti negativi del cambiamento climatico. Ciò ha contribuito all'emergere di nuovi schemi per la selezione di sementi, la riproduzione varietale, e la distribuzione di sementi adatte alla produzione di piccola scala, sia convenzionale che biologica. Questi nuovi punti di vista hanno portato ad aumentare i livelli di partecipazione degli agricoltori ai programmi di miglioramento genetico. Un importante contributo allo sviluppo di tali approcci è stato fornito dalla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo (UNCED) di Rio de Janeiro del 1992 e dalla Convenzione sulla diversità biologica, le quali hanno portato alla luce del grande pubblico l'importanza della conservazione e uso delle Risorse Genetiche per l'Alimentazione e l'Agricoltura. Gli attori coinvolti nel dialogo hanno rappresentato una vasta gamma di interessi, tra cui il settore privato, il settore civile, le istituzioni governative e la FAO, evidenziando la necessità di considerare la conservazione *in situ* direttamente collegata all'utilizzo della diversità genetica *on-farm*. E' diventato così evidente la necessità di coinvolgere gli agricoltori nella conservazione e garantire loro l'accesso al germoplasma. Ciò ha portato ad una rivalutazione delle pratiche degli agricoltori nella selezione, sviluppo e adattamento delle varietà locali ad una vasta gamma di ambienti eterogenei. I sistemi informali dominano negli ambienti dove i programmi di selezione formali non hanno avuto un impatto significativo, e rappresenta una delle principali fonti di risorse

---

[212] Pérez-Victoria S. (2007). *Il ritorno dei contadini*. Jaca Book.
Ploeg van der J.D. (2008). *The New Paesantries: Struggles for Autonomy and Sustainability in an Era of Empire and Globalization*. London: Earthscan

genetiche vegetali attualmente disponibili. Affinché gli agricoltori abbiano beneficio dei progressi realizzati nel campo della ricerca, e possano contribuire agli obiettivi di conservazione in situ, è necessario che i processi di selezione istituzionali adottino e comprendano pienamente le potenzialità del *Participatory Plant Breeding* (Hardon, 1995). Tale approccio ha formato la base del Programma di Conservazione e Sviluppo della Diversità Biologica Comunitaria - Community Biological Diversity Development and Conservation Programme (CBDC), il cui obiettivo fondamentale è quello di riconoscere in modo esplicito la capacità degli agricoltori di selezionare e sviluppare il materiale genetico adatto alle loro condizioni, in modo assolutamente complementare al miglioramento genetico istituzionale.

Il coinvolgimento degli agricoltori aumenterebbe l'efficacia della selezione varietale e permetterebbe di ampliare le modalità di accesso degli agricoltori alla ricerca che finora ha prevalentemente trascurato le loro esigenze. Il programma CBDC ha avuto il merito di lanciare una serie di progetti in cui gli agricoltori partecipano direttamente al miglioramento genetico. Questi programmi hanno ripreso le metodologie di collaborazione con gli agricoltori già esistenti, in cui la partecipazione è però limitata alle fasi finali del processo, ad esempio per valutare e rilasciare commenti nelle fasi immediatamente precedenti al rilascio ufficiale (Participatory Varietal Selection - PVS), e sono andati oltre definendo un processo di selezione partecipativa lungo tutte le fasi del processo, dall'identificazione delle linee di popolazioni su cui effettuare gli incroci fino alla fase di sperimentazione e selezione sul campo (Participatory Plant Breeding - PPB).

Il PPB è quindi un approccio che si è evoluto partendo da modelli originari in grado di evolversi al momento opportuno. Come sottolineato da Vernooy (2003), il PPB prevede una stretta collaborazione tra ricercatori e agricoltori, e potenzialmente di altre parti interessate, per realizzare il miglioramento genetico all'interno delle specie vegetali. L'obiettivo, primario rimane quello di garantire alla ricerca una coerenza con le esigenze degli agricoltori.

Vi è ora una grande varietà di progetti in diverse parti del mondo che rientrano sotto la voce di PPB. Il programma del CGIAR sulla ricerca partecipativa e l'analisi di genere (*System-wide Programme on Participatory Research and Gender Analysis*) ha dato un importante contributo al riconoscimento e all'adozione del PPB sia nell'ambito del CGIAR, che nei programmi di miglioramento genetico nazionali e tra le ONG. Nel 1989 questo programma aveva già individuato 80 progetti PPB all'interno e all'esterno del sistema CGIAR. Da allora, molti altri progetti sono stati avviati. Successivamente, con il sostegno di donatori privati e pubblici, è stato lanciato un programma per stimolare la ricerca sul PPB.

Nonostante molti scenziati rimangano scettici del PPB come approccio al miglioramaneto gentico, poichè considerano la partecipazione degli agricoltori attraente dal punto di vista sociale e politico, ma scientificamente inefficace nell'ottenere un reale progresso, negli ultimi anni il PPB ha avuto diffusione a livello globale. Iniziative influenti hanno incluso quelle sull'orzo in Siria e in altri paesi del Mediterraneo (lanciata da Ceccarelli e Grando), sul riso in Nepal e in India (Witcombe, LIBIRD e partner indiano) sul miglio in Rajastan, India (Weltzien), in Honduras e Cuba

attraverso il programma meso-americano, e sul mais in Cina ad opera di CCAP e GMRI.

Capitolo 4

Il rischio in agricoltura

4.1 Introduzione

Gli agricoltori delle aree marginali affrontano molti rischi connessi con gli ambienti in cui coltivano ed hanno forti vincoli legati alle modalità di produzione. Questi rischi non sono limitati ai rischi naturali come la siccità e gli elementi patogeni, ma possono essere associati anche alle fasi di stoccaggio, commercializzazione e distribuzione dei loro prodotti. Una ricerca appropriata deve prendere in considerazione tutti quei rischi che possono avere un impatto negativo (ad esempio la siccità, l'allettamento del raccolto o gli elementi patogeni che possono incidere sul rischio di produzione), affrontando in primo luogo le problematiche direttamente rilevanti per le esigenze degli agricoltori.

L'agricoltura di piccola scala è esposta frequentemente ad una serie di rischi, il cui impatto può incidere negativamente sui già fragili sistemi di produzione. Alcuni sono potenzialmente controllabili dal momento che dipendono dall'azione dell'uomo sull'ambiente, o dalle strategie politiche in ambito commerciale, mentre altri sono prevalentemente legati a variabili esogene (come il clima). La produzione agricola è influenzata un insieme di fattori, come le alluvioni, la siccità, le infestazioni, su cui

l'azione umana può fare ben poco per contrastarne gli effetti. Gli agenti climatici ed ambientali condizionano in modo imprevedibile la quantità prodotta e, a sua volta, i ricavi e la redditività aziendale. La gestione del rischio associato al livello di produzione sta diventando un'esigenza pressante in relazione a tre principali circostanze: la specializzazione produttiva delle imprese agrarie; la liberalizzazione dei mercati agricoli; il cambiamento climatico. In passato, la diversificazione produttiva dell'azienda agraria veniva considerata come uno strumento, in analogia a quanto previsto dalla teoria del portafoglio, per far fronte alle avversità climatiche ed ambientali. Tuttavia, il recente modello di produzione basato sulla specializzazione, l'utilizzo di input chimici e la propagazione delle mono-colture ha aggravato il rischio di produzione.

Il sistema basato sulla modernizzazione produttivistica dell'agricoltura, sostenuta dai fautori della Rivoluzione Verde, e promosso dalle Istituzioni Internazionali, è stato favorito nei primi anni '80 dalle politiche di aggiustamento strutturale e, a partire dagli inizi degli anni '90, da programmi di liberalizzazione e deregolamentazione, ovvero lo smantellamento progressivo delle politiche in ambito agricolo. Gli accordi internazionali di libero scambio, multilaterali e bilaterali, hanno generato effetti devastanti sul reddito dei piccoli produttori, sui consumatori ed in particolare sulle popolazioni povere.

L'agricoltura di piccola scala si fonda su dinamiche di produzione molto eterogenee che necessitano di un sostegno in termini di politiche pubbliche e di una ricerca indirizzata alla specificità dei territori locali. Invece, il processo di liberalizzazione dei mercati agricoli ha ridotto in modo sostanziale il sostegno pubblico all'agricoltura e con esso la dotazione di risorse finanziarie destinate ai fondi di solidarietà contro le avversità climatiche e le calamità naturali. Le stesse previsioni circa le temperature, la piovosità, la frequenza di eventi climatici avversi si ripercuotono negativamente sul rischio di produzione, in cui l'esperienza dell'imprenditore agricolo difficilmente riesce a far fronte a causa dell'incertezza dovuta al cambiamento climatico.

Parallelamente, le forme di copertura assicurativa contro il rischio di produzione in agricoltura hanno ottenuto un supporto limitato e indirizzato in particolare ad una certa categoria di rischio I problemi riguardano la difficoltà di assicurare integralmente il reddito dell'impresa agraria attraverso schemi assicurativi che facciano riferimento alle perdite di raccolto in base alla coltura e al territorio di riferimento.

Il cambiamento climatico è alla base di eventi imprevedibili ed estremamente variabili, a seconda delle regioni e delle stagioni, con evidenti ripercussioni sulla quantità e la qualità prodotta dalle aziende agricole. Nelle zone agricole, prive ad esempio di sistemi di irrigazione dove la produzione alimentare dipende dalla frequenza e dalla quantità delle piogge, un prolungato periodo di siccità può causare danni ingenti alle comunità locali (la perdita del raccolto, il mancato reddito, indebitamento, ecc.), provocando nel tempo una situazione di insicurezza alimentare. In tali condizioni le stesse comunità, ed in particolare i suoi gruppi più deboli in termini di reddito e di accesso al cibo, diventano vulnerabili alla insicurezza alimentare in quanto l'esposizione al rischio siccità deteriora le loro risorse e mezzi di sussistenza.

L'impatto del cambiamento climatico sulla produzione agricola è difficilmente prevedibile e fortemente legato al contesto territoriale, alle specie e varietà coltivate, e al modello tecnologico prescelto.

In questi casi, i meccanismi di adattamento allo shock possono rafforzarsi nel tempo se esercitati in modo continuativo, diventando così delle strategie di sussistenza che la comunità utilizza in funzione della gestione dei rischi. Tali meccanismi e strategie sono attualmente studiati in contesti di insicurezza alimentare, come ad esempio nelle aree a rischio di siccità (Webb, Braun, 1994). Le popolazioni rurali in contesti vulnerabili possono decidere di diversificare le coltivazioni (con coltivazioni più resistenti alla siccità), di coltivare delle terre marginali, di vendere parte del bestiame ed altro ancora, con l'obiettivo di ridurre gli effetti di una insufficiente disponibilità di alimenti. Il grado di reversibilità dei meccanismi di adattamento misura la resilienza di una popolazione, di una comunità rurale e/o dei gruppi familiari nelle capacità di recupero e di sopravvivenza in situazioni di crisi e instabilità.

Nelle situazioni di forte instabilità, alimentare ed economica, le comunità cercano di proteggere le risorse ed i mezzi di produzione strategici per la loro sopravvivenza, in modo da "preservare la loro capacità di rapido recupero a crisi terminata". L'affitto e la vendita di alcuni mezzi produttivi può in talune circostanze rivelarsi una scelta penalizzante per la stessa comunità, in quanto limita la possibilità di riattivare le proprie capacità, qualora i rischi si riducano e si ristabiliscano così delle condizioni di normalità. I meccanismi di adattamento possono consolidarsi, diventando nel tempo parte integrante delle strategie di sopravvivenza sviluppate dalle persone e dalle comunità. La comprensione dei meccanismi di adattamento e delle strategie di sopravvivenza rappresenta un tema centrale della formulazione e nella realizzazione dei programmi di sicurezza alimentare. In assenza di un'analisi approfondita su tali aspetti, gli interventi di miglioramento alimentare e nutrizionale rischiano di essere inefficaci rispetto agli obiettivi previsti e perfino controproducenti per gli stessi beneficiari

La gestione dell'esposizione al rischio e la conseguente possibilità riduzione dei consumi è una preoccupazione importante delle famiglie agricole, soprattutto negli ambienti marginali (Bromley e Chavas, 1989, Paxson, 1992, Fafchamps, 1992, Deaton, 1992, Fafchamps et al., 1998). Spesso, le strategie di coltivazione e le possibilità di implementare le innovazioni tecnologiche sono limitate. Infatti, le condizioni agroecologiche e l'eterogeneità del territorio possono ridurre i potenziali benefici delle varietà ad alta resa (Bellon e Taylor, 1993). Inoltre, l'uso dei fertilizzanti può essere antieconomico, sia perché alcune variabili, come il tasso di umidità del terreno, non possono essere controllate attraverso l'irrigazione, sia perché i costi di trasporto e di transazione possono risultare elevati.

I meccanismi assicurativi, formali e informali, spesso funzionano male, a causa dei vincoli sul credito e delle asimmetrie informative (Deaton, 1990, Fafchamps, 1992, Kurosaki e Fafchamps, 2002). E anche quando presenti, i sistemi assicurativi offerti dal mercato del credito possono fornire solo un supporto limitato (Jayre et al., 2000; Dercon e Krishnan, 2003; Dercon 2004). Anche le forme di reddito derivanti da attività non agricole potrebbero risultare limitate. Pertanto, la capacità di generare attività di

diversificazione del reddito possono essere minime. Anche se gli agricoltori possono accumulare grano e bestiame come stock di riserva, la vendita delle attività agricole per soddisfare le esigenze di consumo ha conseguenze serie nel lungo termine. Le decisioni di produzione ex ante restano dunque una componente importante nelle strategie di gestione del rischio per le famiglie agricole (Just e Candler, 1985, Fafchamps, 1992, Chavas e Holt, 1996, Dercon, 1996; Benin et al., 2004).

Negli agroecosistemi, le risorse genetiche vegetali sono la materia prima del moderno miglioramento genetico, nella resistenza agli stress biotici e abiotici, così come per il miglioramento della produttività e il raggiungimento della stabilità. Diversi studi nella letteratura agro-ecologica suggeriscono che la variabilità genetica dentro e tra le specie permette di far fronte agli stress e permette la copertura dalle condizioni avverse, aumentando così la resistenza e la sostenibilità delle agroecosistemi. L'analisi utilizza dati a livello di azienda agricola per analizzare l'impatto della biodiversità delle colture sulla media e la varianza dei rendimenti. A tal fine, si utilizza la funzione di produzione stocastica di Just e Pope. I risultati dimostrano che la biodiversità è positivamente correlata con la media della produzione e negativamente correlata alla varianza dei rendimenti. Pertanto, la biodiversità ha un ruolo importante nella gestione del rischio ambientale.

4.2 La relazione tra diversità e produttività

Gli scienziati naturali sono da tempo preoccupati per gli effetti di una diffusa adozione di varietà geneticamente uniformi sulla produttività e la stabilità dei rendimenti. E' stato pubblicato una serie di studi sulla valutazione della diversità - ipotesi della produttività e della diversità - ipotesi di stabilità.

L'erosione della biodiversità varietale aumenta la vulnerabilità delle colture agli stress biotici e abiotici. Per esempio, si è scoperto che la riduzione della biodiversità promuove la formazione di parassiti e di elementi patogeni sulle popolazioni (Abalu, 1976, Singh, 1981, Sumner, 1981, Walker, 1983). Pertanto, l'aumento della diversità tra o all'interno delle specie, permetterà una maggiore tolleranza ai parassiti. Questo perché gli elementi patogeni hanno una maggiore capacità di diffusione attraverso i raccolti con la stessa base genetica (Sumner, 1981, Gleissman, 1986, Altieri e Lieberman, 1986,, Trenbath 1986; Heisey et al, 1998).

Inoltre, le prestazioni di diverse specie varia a seconda delle condizioni naturali ed agro-ecologiche in cui avviene la produzione. L'agroecosistema è soggetto a stress a causa di precipitazioni piovose e umidità del suolo insufficienti, la casualità della temperatura, l'evaporazione potenziale, tutte variabili che incidono sullo sviluppo varietale (Loss e Siddique, 1994, Pecetti et al., 1992).

Piante funzionalmente simili che rispondono in modo diverso alla casualità delle variabili climatiche contribuisce alla resilienza e assicura che

> *"whatever the environmental conditions there will be plants of a given functional type that thrive under those conditions"* (Heal, 2000).

Questo permette dell'agroecosistema di garantire una produzione su un'ampia gamma di condizioni (Tilman et al. 1994, 1996, Naeem et al., 1995, Bellon, 1996). Quindi,

la biodiversità varietale conferisce una potenziale resistenza alla siccità e ad altri stress ambientali, mentre il costo di uniformità genetica può essere potenzialmente elevato. Pertanto, l'agrobiodiversità riveste un'importanza economica nei sistemi produttivi, a prescindere se le popolazioni sono caratterizzate prevalentemente da varietà tradizionali, moderne o locali (Meng et al.).

In concomitanza con gli studiosi di scienze naturali, nella letteratura economica sull'agricoltura sono stati pubblicati una serie di studi sulle determinanti dell'erosione genetica (Brush, Heisey, Smale, Meng, Van Dusen, Birol). L'integrazione dei mercati, le condizioni agro-ecologiche, l'adozione di nuove varietà ad alta resa, e gli atteggiamenti degli agricoltori nei confronti del rischio sono risultati essere fattori determinanti della gestione della biodiversità varietalenei campi.

Sorprendentemente, meno attenzione è stata dedicata all'analisi empirica delle relazioni esistenti tra diversità e produttività e tra diversità e stabilità. Gli studi a riguardo, fino ad oggi forniscono prove piuttosto contrastanti. Questi studi sono limitati a Smale e Widawsky. Per esempio, Smale et al., 1997, hanno stimato gli effetti sulla produttività delle diversità tra le varietà moderne in una funzione di produzione stocastica (Just e Pope, 1977) utilizzando i dati dai distretti del Punjab del Pakistan. Questo studio ha trovato che la diversità è positiva rispetto alla media dei rendimenti e negativamente correlata con la varianza dei rendimenti nelle zone *rainfed*. Tuttavia, l'analisi diventa statisticamente più debole quando la relazione viene testato nelle zone irrigue. Widawsky e Rozelle (1998), utilizzando i dati provenienti dalle regioni della Cina, hanno testato l'impatto della diversità varietale di riso sulla media e la varianza dei rendimenti. L'analisi mette in evidenza che il numero di varietà coltivate riduce sia la media e la varianza dei rendimenti, anche se le stime della varianza non sono statisticamente significative. Inoltre, la scelta varietale degli agricoltori è connessa con la gestione del rischio.

Mantenere diverse varietà è un modo semplice di copertura contro il rischio ambientale. Questo è particolarmente vero quando la produzione avviene in aree remote dove non c'è grande progresso tecnologico e la variabilità delle condizioni climatiche riveste un ruolo importante è presente. In tali circostanze l'adattamento locale è di fondamentale importanza.

Il presente documento contribuisce al dibattito in corso sulla biodiversità delle colture sotto un duplice aspetto. In primo luogo, presenta una valutazione del ruolo della biodiversità delle colture sulla produttività agricola e la gestione delle aziende agricole di rischio ambientale. A tal fine vengono utilizzati i dati provenienti dalle aziende agricole che producono orzo in Siria coinvolte nei programmi di miglioramento genetico convenzionale e partecipativo, gestiti rispettivamente dal Ministero dell'Agricoltura siriano e dall'Icarda. Il documento procede come di seguito. La prossima sezione fornisce il background concettuale. Nella sezione successiva viene presentata l'analisi empirica.

4.3 Background

L'orzo è una di quelle antiche colture che ha avuto un ruolo fondamentale nella storia dell'alimentazione umana, sia per l'alto valore nutrizionale che per la sua

capacità di adattarsi a cambiamenti climatici sottoposti a stress ambientali e, quindi, in grado di garantire una produzione significativa anche in condizioni di modesta fertilità del terreno. Diversi studi archeologici hanno messo inevidenza la presenza dell'orzo in molte zone del Medio Oriente e dell'Asia già dal 6000 A.C., per il suo stretto legame con le esigenze alimentari di queste antiche civiltà. Era impiegato per la produzione di farina per la panificazione, per la preparazione di minestre o decotti.
Non va dimenticato che, come altre colture "minori", l'orzo è spesso una specie scelta nei sistemi agricoli differenziati, caratterizzati da un basso utilizzo di input esterni, da una diversificazione del sistema produttivo solitamente di piccole dimensione. Tutto ciò rende l'orzo un'interessante opportunità economica che rientra perfettamente nelle strategie di conservazione *on farm* delle risorse genetiche di specie e varietà autoctone in un determinato contesto territoriale.

Le caratteristiche di facile adattabilità che lo contraddistinguono, rendono l'orzo compatibile con la ricerca sul miglioramento genetico indirizzata a beneficiare principalmente i contadini con risorse limitate che operano in territori con particolari condizioni agro-climatiche. Attraverso il Participatory Plant Breeding i contadini hanno la possibilità di decidere quali varietà si adattano meglio alle loro necessità. La partecipazione degli agricoltori permette inoltre di accrescere il tasso di adozione delle varietà selezionate, aumentando così l'efficacia e l'efficienza del programma di miglioramento partecipativo (Ceccarelli and Grando 2002).

La produzione di orzo in Siria è indirizzata principalmente all'alimentazione ovina, uno dei principali settori economici del paese. L'orzo viene coltivato in oltre 2 milioni di ettari su tutto il territorio nazionale. Tuttavia, nonostante l'ampia presenza nei campi, i programmi di miglioramento hanno puntato in modo limitato sul miglioramento varietale dell'orzo, privilegiando la ricerca su grano, duro e tenero, e cotone perchè rappresentano i principali prodotti da esportazione del Paese.

La coltivazione dell'orzo avviene in diversi contesti ambientali, caratterizzati da precipitazioni annuali che vanno dai 200 ai 350mm. La resa media nazionale è piuttosto bassa, corrispondente a 0.65 t ha^{-1}. Gran parte dell'orzo, infatti, è cresciuto in aree marginali a basso utilizzo di input esterni e in zone marginali, solitamente pre-desertiche. Le prove sul campo avvengono solitamente in 25 villaggi che corrispondono alle diverse condizioni agro-climatiche della Siria.

Negli ultimi anni, la ricerca scientifica ha fatto un uso sempre più crescente degli approcci partecipativi nella ricerca per cercare di individuare tecnologie più appropriate alle necessità dei sistemi agricoli differenziati. Un articolo di N. Lilja e Aw-Hassan stima i benefici e costi del miglioramento genetico partecipativo dell'ICARDA rispetto all'approccio convezionale sui contadini. L'analisi dei due autori evidenzia un più alto tasso di adozione delle varietà provenienti dal programma di miglioramento partecipativo rispetto ai tassi di adozione del programma convenzionale.

I risultati mostrano che, grazie all'approccio partecipativo, l'agricoltura ha goduto di significativi incrementi produttivi. Il passaggio dal miglioramento convenzionale a quello partecipativo influenza l'allocazione dei costi. In particolare, il cambiamento principale è dovuto alla decentralizzazione del processo di selezione, dai

campi sperimentali alle aziende agricole. Inoltre, la partecipazione permette l'accrescimento delle competenze e capacità dei contadini

L'ICARDA ha implementato progetti di miglioramento partecipativo in Siria già dal 1996. Il programma di miglioramento partecipativo è iniziato con il coinvolgimento dei contadini nella coltivazione di 208 varietà di orzo in 9 villaggi della Siria. Secondo l'approccio attuale, il programma di miglioramento partecipativo testa nei campi dei contadini di diverse località oltre 200 linee di orzo in quelli che sono chiamati i *Farmer Initial Trials* (FIT). Queste linee sono un campione casuale delle linee d'orzo rappresentanti lo stage iniziale del processo di selezione, che nel programma di miglioramento convenzionale avviene nelle stazioni di ricerca. Le linee rappresentano i tipi di germoplasma più differenti, e in cui rientrano varietà da 2 e 6 fila di cariossidi, varietà moderne e tradizionali, linee uniformi e popolazioni segreganti, o varietà di colore nero o bianco.

I materiali selezionati dai contadini nel FIT, l'anno successivo vengono piantati anche nei campi dei contadini ospiti (*host*) di ciascuna località per un confronto delle varietà sotto condizioni agroclimatiche differenti. Tali prove sono chiamate *Farmer Advance Trials* (FAT). I materiali selezionati dai FAT vanno a far parte dei *Farmer Elite Trials* (FET), che costituiscono le prove del terzo anno. Il ruolo dei ricercatori è quello di effettuare gli incroci iniziali, testare il materiale nelle stazioni di ricerca, fornire il materiale genetico da testare nei *trials* e registrare le selezioni effettuate. I ricercatori e gli agricoltori lavorano quindi insieme decidendo quali materiali reputano più opportuno selezionare durante le diverse fasi.

4.4 Il programma di conservazione della biodiversità in Siria

Nel 1991, l'ICARDA incominciò in modo graduale a decentralizzare il lavoro di selezione sull'orzo verso i programmi nazionali. Questo ebbe come risultato l'estensione del programma di miglioramento partecipativo in Siria, Egitto, Giordania, Tunisia, Marocco, Yemen, Algeria, Iran ed Eritrea.

La Siria conserva un'ampia disponibilità di specie vegetali su cui è fortemente impegnata nei programmi di miglioramento genetico. Infatti tali risorse genetiche si caratterizzano per possedere tratti morfologici e tecnologici che permettono di affrontare le condizioni ambientali e climatiche sfavorevoli della regione. Già dagli anni '80, la Siria ha partecipato alle negoziazioni tenutesi in sede FAO, risultando tra i primi paesi a firmare l'ITPGRFA, ratificato con il decreto legislativo n. 46/2003. Al fine di ottemperare agli articoli previsti dall'ITPGRFA, il governo siriano si è impegnato a:

- creare un'istituzione ufficiale impegnata nella conservazione e sviluppo della biodiversità.
- Regolare l'accesso alle risorse genetiche
- Proteggere i diritti dei contadini impegnati nella selezione e conservaizone delle varietà locali
- Individuare i meccanismi per un'equa condivisione dei benefici

La Commissione Nazionale per la protezione delle risorse genetiche ha quindi sviluppato un piano per la conservazione delle risorse genetiche all'interno di un piano per la biodiversità. Il piano ha portato all'adozione di una legge, la n. 20 del 2009 che mira a proteggere, salvaguardare e gestire le risorse genetiche e, allo stesso tempo, proteggere i diritti dei contadini coinvolti nella conservazione e uso delle risorse genetiche. Gli obiettivi enunciati della legge sono quelli di:

A. proteggere, conservare, sviluppare e regolamentare lo scambio di risorse genetiche a fini di ricerca scientifica e accademica e di miglioramento genetico per nuovi genotipi che abbiano un valore commerciale.
B. regolamentare l'accesso alle risorse genetiche e il trasferimento di tecnologia.
C. assicurare l'equa condivisione dei benefici scientifici, tecnici e finanziari dovuti all'accesso e all'uso delle risorse genetiche, nel rispetto dell'accordo di trasferimento del materiale tra l'autorià in possesso delle risorse genetiche e l'applicante.
D. far partecipare i contadini, il settore privato e pubblico ai programmi di protezione e mantenimento delle risorse genetiche.

La legge stabilisce inoltre le modalità per l'accesso alle risorse genetiche attraverso tre sistemi: il sistema multilaterale, il sistema commerciale e il sistema informale. La legge proibisce il trasferimento di materiale fuori dai confini nazionali senza un accordo specifico e impone sanzioni finanziarie ai trasgressori.
Le risorse genetiche sono principalmente acquisite attraverso lo scambio con i centri di ricerca internazionali, ed in particolare con l'ICARDA. Il numero di accessioni conservate nella banca del germoplasma ammonta a 11272, in cui l'orzo, selvatico e domestico, è presente con 1309 varietà.

4.5 Dati

Le fonti dei dati sono state diverse. Le fonti secondarie includono le statistiche della produzione nazionale siriana, gli studi economici dell'ICARDA e i report annuali preparati dal programma di miglioramento genetico. Le fonti primarie di dati includono le interviste ai contadini effettuate nel 2004-2005 da Yasmin Mustafa, ricercatrice dell'ICARDA e i dati raccolti da Salvatore Ceccarelli, Stefania Grando e Michel Michel, ricercatori del Barley Breeding Program dell'ICARDA durante il periodo in analisi, che va dal 2001 al 2008.
Per condurre l'analisi tecnica di produzione all'interno dei programmi di miglioramento convenzionale e partecipativo, sono stati raccolti i dati dall'ICARDA, dal Ministero dell'Agricoltura siriano e dai programmi di ricerca nazionali. I dati raccolti, oltre ad informazioni demografiche sulle famiglie delle aziende agricole coinvolte nei rispettivi programmi di miglioramento, includono il costo delle differenti attività, l'area totale piantata ad orzo, la percentuale di terra associata con nuove varietà di orzo e la resa delle varietà selezionate. I dati provengono da sette provincie della Siria: Aleppo, Edlib, Hassakeh, Raqqa, Deraa e Sweida, che corrispondono alle

principali zone dove viene prodotto l'orzo in Siria. La raccolta delle informazioni ha previsto l'intervista di 168 contadini, suddivisi tra i due programmi, più un gruppo di agricoltori indipendenti che hanno partecipato solamente alla fase di selezione sul campo.

4.6 Definizione del modello

Consideriamo una tecnologia di produzione rappresentata dalla frontiera di produzione $y = g(x, y)$, dove y rappresenta la produzione ottenibile, x è un vettore di input controllabili (ad esempio, lavoro e capitale), e v è vettore di input non controllabili (ad esempio, le condizioni atmosferiche). Nelle zone aride, le condizioni meteo durante la stagione di crescita non sono note in anticipo. Durante il periodo della semina, v è trattato come un vettore casuale, con una data distribuzione di probabilità soggettiva.

Just e Pope hanno proposto di specificare $g(x, v)$ come $g(x, y) = f(x) + [h(x)]^{1/2} e(v)$, dove $h(x) > 0$ e $e(v)$ è una variabile casuale con media zero e varianza pari a 1. In questo contesto, la funzione di produzione di Just-Pope diventa

$$y = f(x) + e(v)[h(x)]^{1/2}$$

Ciò implica che $E(y) = f(x)$ e $Var(y) = h(x)$. Quindi, $f(x)$ rappresenta la funzione di produzione media, mentre $h(x)$ è la varianza della produzione. Poiché $\partial Var(y)/\partial x = \partial h/\partial x$, allora $\partial h/\partial x > 0$ identifica che gli input x sono *risk increasing*, mentre $\partial h/\partial x < 0$ implica che gli input sono decrescenti al rischio.

Si noti che $e(v)[h(x)]^{1/2}$ si comporta come un termine di errore con media zero e varianza $h(x)$. Così, la specificazione di Just-Pope corrisponde ad un modello di regressione con termine di errore eteroschedastico. Dopo una appropriata parametrizzazione di $f(x)$ e $h(x)$, il modello può essere stimato in modo coerente ed efficace.

Questo può essere fatto attraverso un modello dei minimi quadrati generalizzato a tre stadi. In primo luogo, si procede alla stima di $y = f(x)$ con i minimi quadrati ordinari. In secondo luogo, si utilizzano i residui $[y - fe(x)]$ per stimare $h(x)$. In terzo luogo, si procede alla stima del modello dei minimi quadrati generalizzati, utilizzando l' $he(x)$ stimato come peso per prendere in considerazione l'eteroschedasticità. In alternativa, si possono effettuare alcune ipotesi parametriche sulla distribuzione di *e*, il modello di Just-Pope può così essere coerentemente ed efficientemente stimato attraverso il metodo della massima verosimiglianza.

4.7 Analisi empirica

La funzione di produzione stocastica proposta da Just e Pope (1977, 1978) fornisce una metodologia semplice per valutare il ruolo della biodiversità sulla media e la varianza delle rese delle varietà di frumento duro. La funzione di produzione di Just e Pope

ammette un impatto positivo degli input sulla produzione media e un impatto variabile sulla varianza delle rese. La funzione di produzione è:

$$y_i = f(X,\beta) + h(X,\beta)u_i$$

dove il termine y_i è la quantità prodotta di orzo e z è il vettore che include gli input convenzionali e l'indicatore di biodiversità, mentre e è il termine di errore. Come specificazione della forma funzionale viene scelta una funzione di produzione quadratica per la funzione media. Pertanto

$$y = a_0 + \sum b_i z_i + \sum b_{ij} z_i z_j + u$$

Dove $b_{ij} = b_{ji}$ per tutti $i \neq j$. La varianza dei rendimenti è assunta essere una funzione lineare degli input convenzionali, la topografia e l'indicatore della biodiversità varietale:

$$u^2 = b_0 + \sum b_i z + v$$

Al fine di verificare se esiste endogeneità, si è effettuato un test di regressione di endogeneità.. E' stato riscontrato che non è possibile rifiutare l'ipotesi nulla di esogeneità.

La tabella 1 riporta i risultati delle stime:

Tabella 1

Variables	Mean Function	Variance Function
Diversity	**35.04*** (13.45)**	**-845.20* (159.54)**
Rainfall	**4.52 (0.99)**	**2059.85 (427.82)**
Input	**21.75*** (1.39)**	**46874.38 (814.86)**
Diversity*Rainfall	**-0.28 (0.05)**	**-352.93 (16.1)**
Diversity squared	**-2.81*** (1.01)**	**-63.59** (285.55)**
Rainfall squared	**-0.003 (0.001)**	**3.92 (0.64)**
Input Squared	**-0.04 (0.01)**	**176.3 (7.81)**
Constant	**0.002** (0.001)**	**-8778.13 (63006.83)**
**** 1% one tailed test; ** 5% one tailed test; * 10% one tailed test**		

Nelle variabili della funzione media che rappresentano gli input convenzionali (fertilizzanti e pesticidi) si evidenziano i segni attesi che sono statisticamente significativi. La biodiversità è positivamente e significativamente correlata con i rendimenti. Inoltre, l'indice di biodiversità è negativo e significativamente correlato con la varianza dei rendimenti. Il coefficiente stimato per i fertilizzanti, anche se non significativo, è positivamente correlato alla varianza della produzione. E' interessante notare che questo risultato corrisponde alla ricerca originale di Just e Pope (1978), dove i fertilizzanti sono stati trovati come input che aumentano il rischio.

Tabella 2

Variables Conventional	Mean Function	Variance Function
Diversity	**644.25** **(346.39)**	**0.0028** **(37835)**
Rainfall	**7.03*** **(2.81)**	**15460.47** **(1923.75)**
Input	**35.06*** **(2.32)**	**34045.9** **(1968.97)**
Diversity*Rainfall	**17.07**** **(8.19)**	**69402.78** **(8168.74)**
Diversity squared	**11055.49 ns** **(13696.49)**	**7.84e+07** **(97783)**
Rainfall squared	**-0.009*** **(0.004)**	**-21.98** **(2.77)**
Input Squared	**-0.109*** **(0.03)**	**408.75** **(17.24)**
Constant	**778.97*** **(398.59)**	**-14352.35** **(3405.55)**
Significance code: ***** 1% one tailed test; ** 5% one tailed test; * 10% one tailed test**		

La tabella 2 mostra lo stesso tipo di risultati per quanto riguarda l'utilizzo del pacchetto tecnologico offerto dal Conventional Plant Breeding. L'indice di diversità continua ad essere significativo e positivamente correlato con i rendimenti medi, mentre non influenza la varianza. Più in generale, nessuna delle covariate incide in modo significativo sul rischio (varianza). Il risultato è da collegarsi con le zone di produzione prescelte dal Conventional, in cui la variabilità della produzione risulta essere molto ridotta.

Tabella 3

Variables Participatory	Mean Function	Variance Function
Diversity	-66.46** (7.28)	-636.53** (123.41)
Rainfall	-17.62 (1.48)	-1013.9 (295.48)
Input	335.22* (24.41)	45807.29 (812.85)
Diversity*Rainfall	1.43 (0.09)	152.75 (10.09)
Diversity squared	-2.11* (0.29)	-1470.63* (57.59)
Rainfall squared	0.03 (0.002)	-0.95** (0.19)
Input Squared	-0.34* (0.02)	-53.06 (8.13)
Constant	-0.004 (0.0003)	-130089.9 α (49564.24)
Significance code: *** 1% one tailed test; ** 5% one tailed test; * 10% one tailed test		

La tabella 3 riporta i dati relativi all'analisi condotta sul Participatory Plant Breeding. In questo caso si può evidenziare come la biodiversità risulti essere correlata negativamente sia con la media che con la varianza, dimostrando come questo tipo di tecnologia conduca ad una riduzione del rischio di produzione. Da quest'analisi si può concludere che il PPB si comporti come un meccanismo di copertura assicurativa di fronte al rischio ambientale. Quando le condizioni agrecologiche non sono favorevoli

alla biodiversità la conservazione diventa una strategia chiave nel mantenere la produttività media e nella gestione dei rischi ambientali. I risultati sono coerenti con la ricerca esistente in letteratura. Inoltre, il ruolo della produttività è ancora molto importante nell'agricoltura marginale caratterizzata da ambienti di produzione difficili.

Tabella 4

```
. xtreg yield_hat bio_hat rain_hat biorain_hat input_hat bio2_hat rain2_hat input2_hat, re

Random-effects GLS regression                   Number of obs      =      1924
Group variable: id                              Number of groups   =        54

R-sq:  within  = 0.8563                         Obs per group: min =         6
       between = 0.6338                                        avg =      35.6
       overall = 0.8352                                        max =        90

Random effects u_i ~ Gaussian                   Wald chi2(7)       =  11152.44
corr(u_i, X)       = 0 (assumed)                Prob > chi2        =    0.0000
```

yield_hat	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
bio_hat	35.04229	13.44859	2.61	0.009	8.683535	61.40105
rain_hat	4.515278	.9915094	4.55	0.000	2.571956	6.458601
biorain_hat	-.2803775	.0500034	-5.61	0.000	-.3783824	-.1823726
input_hat	21.74837	1.386849	15.68	0.000	19.0302	24.46655
bio2_hat	-2.811836	1.009371	-2.79	0.005	-4.790168	-.8335053
rain2_hat	-.0026805	.0014226	-1.88	0.060	-.0054687	.0001077
input2_hat	-.0405038	.0135851	-2.98	0.003	-.0671301	-.0138776
_cons	.0002413	.0001009	2.39	0.017	.0000435	.0004392
sigma_u	.00028611					
sigma_e	.00076213					
rho	.12352799	(fraction of variance due to u_i)				

La tabella 4 riporta i risultati finali dell'analisi basata sul modello di Just e Pope (1978) dove i risultati non sono influenzati dall'eteroschedasticità. Il fatto che in questo modello le variabili risultino tutte significative supporta l'idea che alcuni dei parametri risultati non significativi nelle fasi precedenti di sviluppo del modello fossero in realtà significativi ma inficiati dalla presenza di eteroschedasticità.
Sostanzialmente i risultati raggiunti supportano l'idea che le due distinte tecnologie rappresentino due strategie di produzione alternative sulla cui efficienza relativa non si

possono trarre conclusioni univoche. Per approdare ad un giudizio di efficienza, non si può prescindere dal tenere in considerazione l'interazione tra la tecnologia utilizzata e le necessità in termini di bilanciamento di rendimenti e copertura dal rischio che il contesto produttivo esprime.
In particolare, nelle zone fertili in cui la variabilità di produzione è bassa risulta evidente che la strategia produttiva più efficiente debba tendere a massimizzare il rendimento piuttosto che a minimizzare il rischio connesso alla variabilità. Al contrario, nelle zone marginali in cui la variabilità di produzione è alta, la strategia efficiente risulta essere connessa alla minimizzazione del rischio piuttosto che alla massimizzazione del rendimento.
Dall'analisi condotta risulta evidente come la tecnologia adottata con il CPB, che tende a massimizzare la resa senza controllare il rischio, sia efficiente nelle zone favorevoli. Simmetricamente, la tecnologia adottata con il PPB, che tende a minimizzare il rischio piuttosto che massimizzare il rendimento, sia maggiormente adatto alle zone marginali.
Per corroborare ulteriormente le conclusioni dell'analisi econometria, la tabella 5 mostra il confronto delle varianze della produzione connesse all'utilizzo delle tecnologie alternative sulle stesse varietà. Tale analisi viene condotta in quanto consente di eliminare l'effetto genotipo che è invece presente nel modello econometrico. La possibilità di depurare lo studio da questo effetto consente di confrontare in modo più trasparente le due tecnologie a seconda del contesto ambientale (suddiviso in zone favorevoli, zone B, e zone marginali, zone C).

Tabella 5

PPB – CPB Variance Score

Location	Abiad difference (%)	Aswad difference (%)	Arta difference (%)	Furat2 difference (%)
FIT03 – Tel Tir	-0.94	-0.77	-0.86	-0.94
FIT04 - J.Aswad	-0.98	-0.91	-0.96	-0.97
FIT05 - Beylounan	-0.96	-0.95		
FIT06 – Om Adaseh	-0.66	-0.92	3.54	-1.00
FIT07 - Marjarjaa	-0.88	-0.83		
FIT08 - Bari Sharki	-0.91	-0.89		
FIT09 - Suran	-0.82	-0.82	-0.62	-0.85
FIT12 - El Alimat	-1.00	-0.22		
FIT14 - El Horieh	2.49	1.25	1.74	1.68
FIT17 - El Batraneh	-0.93	-0.96		
FIT18 - Izraa	-0.05	-0.94	-0.79	0.07
FIT19 - Khabab	-0.82	-0.76		
FIT25 - Haran	0.80	0.88	-0.72	0.21
Grand mean	***-0.42***	***-0.55***	*-0.48*	*-1.00*
Grand mean zone B	***-0.03***	***-0.40***	*-0.13*	*-1.00*
Grand mean zone C	***-0.92***	***-0.80***		

I dati evidenziano che la tecnologia supportata dal PPB permette di ridurre la variabilità della produzione, a prescindere dal tipo di varietà selezionata. Inoltre, la riduzione della variabilità è più accentuata nelle zone ecologicamente ed economicamente marginali.

Conclusioni

La ricerca qui esposta parte dall'analisi del contesto internazionale relativo alla tutela delle risorse genetiche, mettendo in luce il processo evolutivo che ha portato la comunità internazionale all'adozione di una serie di accordi istituzionali sulla conservazione, l'uso e l'accesso alle risorse genetiche, tra i quali rientrano i diritti degli agricoltori.

la conservazione *in situ* della diversità è stata quindi riconosciuta come priorità delle politiche nazionali e globali per il raggiungimento dell'obiettivo della protezione della biodiversità. Le politiche di conservazione *in situ* sono una componente complementare importante per quei programmi che puntano non solo alla conservazione, ma anche ai processi evoluzionari delle specie. Tuttavia, Il sostegno della scienza ufficiale rimane ancora molto lontano dall'essere considerato soddisfacente in base alle priorità indicate sia dalla CBD che dall'ITPGRFA.

E' ormai ampiamente riconosciuto che le strategie di miglioramento e selezione delle risorse genetiche non sono riuscite ad avere un impatto significativo sui sistemi agricoli differenziati ma, anzi, hanno comportato la marginalizzazione delle pratiche e delle conoscenze agricole tradizionali che hanno esacerbato la situazione di precarietà e di diffusa insicurezza alimentare in cui vivono le famiglie rurali, in particolare dei paesi in via di sviluppo. Un effettivo cambiamento di rotta potrà essere possibile attraverso l'implementazione delle misure previste dall'ITPGRFA, il quale, all'articolo 6, indica alcune misure che potrebbero adottarsi facilmente per sostenere efficacemente l'agricoltura contadina, da cui dipendono più di tre quarti della popolazione mondiale affetta da condizioni di povertà estrema. La capacità di raggiungere gli "invisibili" è soggetta alla volontà dei singoli governi nazionali, sui quali sia i movimenti contadini che la società civile internazionale stanno facendo pressione ed effettuano un continuo monitoraggio sull'iter di attuazione delle regolamentazioni previste in materia. Un altro aspetto cruciale sarà quello di creare un quadro normativo che permetta ai sistemi sementieri informali di crescere e promuovere allo stesso tempo la diversità genetica. Allo stato attuale non si può che segnalare un quadro legislativo che restringe le possibilità degli agricoltori custodi della biodiversità agricola di partecipare attivamente al processo di conservazione, riproduzione, utilizzo, scambio e vendita delle risorse genetiche, se non in rari casi, come quello europeo, che ammette, seppure in forma limitata, la possibilità di scambiare e riprodurre le cosiddette varietà da conservazione. Tuttavia i regimi di proprietà intellettuale e le legislazioni sementiere sono da considerarsi un serio ostacolo al coinvolgimento concreto degli agricoltori nell'attività di conservazione e, in alcuni casi, limita le possibilità di sostegno e sviluppo dell'agricoltura di piccola scala, la quale necessita di strategie e politiche mirate che tengano conto delle esigenze peculiari degli agricoltori, tra i quali rientra senza dubbio l'avvio di programmi di miglioramento partecipativo che permettano la valorizzazione della diversità esistente per rispondere ad alcune criticità, tra i quali rientrano il cambiamento climatico, la mancanza di tecnologie adatte all'agricoltura tradizionale o biologica, la vulnerabilità agli stress biotici ed abiotici.

Il lavoro svolto nel capitolo 2 ha permesso di spiegare i risultati e i corrispondenti limiti del paradigma dominante nel campo della ricerca agronomica, prendendo in esame i programmi di miglioramento genetico lanciati all'interno della Rivoluzione Verde. Senza voler sottovalutare i progressi raggiunti in termini di aumento della produzione globale, i risultati mettono in evidenza i problemi legati a soddisfare le esigenze di quei sistemi di produzione basati sulla diversificazione e l'utlizzo limitato di input esterni. Alla base di tale critica, la letteratura pone tra i limiti principali quella che è la filosofia sottostante alla Rivoluzione Verde, ovvero la scelta di avere come target l'ampia adattabilità e la conseguente selezione di varietà migliorate che dovrebbero andare bene per qualsiasi territorio, purche accompagnate dall'adozione di un pacchetto tecnologico standard, il quale comprende anche l'utilizzo di input esterni e la meccanizzazione per la produzione intensiva di monocolture, con problemi serissimi di vulnerabilità ed erosione genetica. L'analisi dei flussi di investimento verso il CGIAR e la segmentazione per tipologie di attività mette in evidenza un elemento preoccupante della

Bibliografia

Agrawal, A. 1995. Dismantling the divide between indigenous and scientific knowledge. *Development and Change* 26: 413–439.

Allard, R.W. 1999. *Principles of Plant Breeding* (2nd edition). New York: John Wiley and Sons.

Almekinders, C., Louwaars, N.P., 1999. *Farmers' seed production. New Approaches and Practices*. IT Publications, London.

Almekinders, C.J.M., Louwaars, N.P. & de Bruijn, G.H. 1994. Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. Euphytica, 78: 207-216.

Alston, J.M., Norton, G.W. and Pardey, P.G. (1998) *Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting*, CAB International, Wallingford, UK.

Alston, J.M., Marra, M.C., Pardey, P.G., Wyatt, T.J. (2000). "Research returns *redux*: A meta-analysis of the returns to agricultural R&D". Australian Journal of Agricultural Resource Economics 44 (2), 185–215.

Anderson, J. R. and P. B. R. Hazell (1989) Variability in Grain Yields: Implications for Agricultural Research and Policy in Developing Countries (pp. 1–10). Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press.

Miguel Altieri, Agroecologia

Annicchiarico, P. 2002. Defining adaptation strategies and yield stability targets in breeding programmes. In M.S. Kang, ed. Quantitative genetics, genomics, and plant breeding, p. 365-383. Wallingford, UK, CABI.

P.F. Aquino, Pedro, R.Calvo, and D.Flores. 2001. Selected Maize Statistics. *In* CIMMYT 1999–2000 World Maize Facts and Trends. Meeting World Maize Needs: Technological Opportunities and Priorities for the Public Sector. P. L. Pingali, ed. Pp. 45–57. Mexico, DF: CIMMYT.

Badstue, L.B., Bellon, M.R., Berthaud, J., Ramirez, A., Flores, D., Juarez, X., 2007. *The dynamics of farmers' maize seed supply practices in the central valleys of Oaxaca, Mexico*. World Development 35 (9), 1579–1593.

Bänzinger, M., Bertrán, F.J. & Lafitte, H.R. 1997. Efficiency of high-nitrogen selection environments for improving maize for low-nitrogen target environments. Crop Sci., 37: 1103-1109.

Barrett, C.B., Lybbert, T.J., 2000. *Is bioprospecting a viable strategy for conserving tropical ecosystems?* Ecological Economics 34, 293–300.

Basford, K.E. & Cooper, M. 1998. Genotype x environment interactions and some considerations of their implications for wheat breeding in Australia. Aust. J. Agric. Res., 49: 153-174.

Becker, H.C. & Léon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breed., 101: 1-23.

Bellon, M.R., Adato, M., Becerril, J., Mindek, D., 2006. *Poor farmers' perceived benefits from different types of maize germplasm: the case of creolization in lowland tropical Mexico*. World Development 34 (1), 113–129.

M.R. Bellon. 2006. *Crop research to benefit poor farmers in marginal areas of the developing world: a review of technical challenges and tools*. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 2006 1, No. 070. www.bioversityinternational.org.

Benkler, Y., 2002. *Coase's penguin or Linux and the nature of the firm*. Yale Law Journal 112 (3), 369–448.

Benkler, Y., 2004. *Sharing nicely: on shareable goods and the emergence of sharing as a modality of economic production*. Yale Law Journal 114 (2), 273–358.

Enrico E. Bertacchini, *Coase, Pigou and the potato: Whither farmers' rights?*. Ecological Economics 68 (2008), 183 – 193.

Biber-Klemm, S., Cullet, P., Kummer Peiry, K., 2006. New collective policies. In: Biber-Klemm, S., Cottier, T. (Eds.), *Rights To Plant Genetic Resources and Traditional Knowledge: Basic Issues and Perspectives*. CABI Publishing.

Binswanger, H.P. (1980). "Income distributional effects of technical change: Some analytical issues". Southeast Asian Economic Review 1 (3), 179–218.

Borem A. et al. (2002), *From Mendel to Genomics, plant breeding milestones: a review.* Crop Breeding and Applied Biotechnology,v.2, n. 4, p. 649-658, 2002. (http://km.fao.org/gipb/images/pdf_files/frommendeltogenomics2002.pdf).

Borlaug, N.E., and C.R. Dowswell. (1995). *The importance of agriculture and a stable adequate food supply to the well-being of humankind*. In R.A. Goldberg (ed.) Research in domestic and international agribusiness management. Vol. 11. JAl Press, Greenwich, CT.

Bramel-Cox, P.J. 1996. *Breeding for reliability of performance across unpredictable environments*. In M.S. Kang & H.G. Gauch, eds. Genotype-by-environment interaction. p. 309-339. Boca Raton, FL, CRC Press.

Brancourt-Hulmel, M., Biarnès-Dumoulin, V. & Denis, J.B. 1997. *Points de repère dans l'analyse de la stabilité et de l'interaction génotype-milieu en amélioration des plants*. Agronomie, 17: 219-246.

Braun, H.J., Rajaram, S. & van Ginkel, M. 1996. CIMMYT's approach to breeding for wide adaptation. Euphytica, 92: 175-183.

Brock, A.N. and Xepapadeas, A. (2003) *Valuing biodiversity from an economic perspective: a unified economic, ecological and genetic approach*. The American Economic Review 93, 1597–1614.

Brush, S.B., 2004. *Farmers' Bounty*. Yale University Press.

Brush, S.B., 2002. *The lighthouse and the potato: internalizing the value of crop genetic diversity*. Political Economy Research Institute Working Paper, 37.

Brush, S.B., 1998. *Bio-cooperation and the benefits of crop genetic resources: the case of Mexican maize*.World Development 26 (5), 755–766.

Buiatti M., *La Biodiversità*. Il Mulino, 2007.

Byerlee, D., 1996. *Modern varieties, productivity and sustainability: recent experiences and emerging challenges*. World Development 24 (4), 697–718.

Byerlee, D., Morris, M. (1993). "*Research for marginal environments: Are we underinvested?*". Food Policy 18 (5), 381–393.

Byerlee, D., Moya, P. (1993). *Impacts of International Wheat Breeding Research in the Developing World 1966–1990*. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, DF.

Byerlee, D., Traxler, G. (2001). "*The role of technology spillovers and economies of size in the efficient design of agricultural research systems*". In: Alston, J., Pardey, P., Taylor, M. (Eds.), Agricultural Science Policy: Changing Global Agendas. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Calhoun, D.S., Gebeyehu, G., Miranda, A., Rajaram, S. & van Ginkel, M. 1994. *Choosing evaluation environments to increase wheat grain yield under drought conditions*. Crop Science, 34: 673-678.

Campbell, B., Sayer, J.A., Frost, P., Vermeulen, S., Ruiz Pérez, M., Cunningham, A., Prabhu, R. (2001). "*Assessing the performance of natural resource systems*". Conservation Ecology 5 (2), 22.

Ceccarelli, S. 1996. *Positive interpretation of genotype by environment interaction in relation to sustainability and biodiversity*. In M. Cooper & G.L. Hammer, eds. Plant adaptation and crop improvement. p. 467-486. Wallingford, UK, CABI.

Ceccarelli, S.,W. Erskine, J. Hamblin and S. Grando. 1994. Genotype by environment interaction and international breeding programmes. *Experimental Agriculture* 30:177–187.

Ceccarelli, S. 1996. Adaptation to low/high input cultivation. *Euphytica* 92: 203–214.

Ceccarelli, S. 1996. Positive interpretation of genotype by environment interaction in relation to sustainability and biodiversity. *In* M. Cooper & G.L. Hammer, eds. *Plant adaptation and crop improvement*. p. 467-486. Wallingford, UK, CABI.

Ceccarelli, S., Grando, S. & Impiglia, A. 1998. Choice of selection strategy in breeding barley for stress environments. Euphytica, 103: 307-318.

Ceccarelli, S. 1994. Specific adaptation and breeding for marginal conditions. Euphytica, 77: 205-219.

CGIAR.Full Financial Report 2008.
http://www.cgiar.org/publications/annual/pub_ar2008/cg_ar09_final_files/index.html.

Chambers, R. 1991. Shortcut and participatory methods for gaining social information for projects. In M. M. Cernea (ed.) *Putting People First: Sociological Variables in Rural Development* (2nd edition) (pp. 515–537). New York:The World Bank.

Cleveland, D. and D. Soleri. 2001. Indigenous and Scientific Knowledge. In P.Sillitoe *et al.* (ed.) *Participating in Development. Approaches to Indigenous Knowledge.* Routledge

Cleveland, D. A., D. Soleri and S. E. Smith. 2000. A biological framework for understanding farmers' plant breeding. *Economic Botany* 54: 377–394.

Cleveland, D. A. 2001. Is plant breeding science objective truth or social construction? The case of yield stability. *Agriculture and Human Values* 18(3): 251–270.

D.A. Cleveland. 2006. What Kind of Social Science Does the CGIAR, and the World, Need? *Culture and Agriculture,* Vol. 28, No. 1, pp. 4–9.

Coase, R.H., 1960. *The problem of social cost*. Journal of Law and Economics 3, 1–44. *The lighthouse in economics*. Journal of Law and Economics 23, (1974) 357–376.

Colombo L. e A. Onorati, *Diritti al Cibo! Agricoltura sapiens e governance alimentare.* Jaca Book, 2009.

Cooper, P.J.M., Denning, G.L. (2000). "Scaling up the impact of agroforestry research: Report of the agroforestry dissemination workshop". World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, Kenya, 14–15 September 1999. 43 pp.

Cooper, M. & Byth, D.E. 1996. Understanding plant adaptation to achieve systematic applied crop improvement - A fundamental challenge. *In* M. Cooper & G.L. Hammer, eds. *Plant adaptation and crop improvement*, p. 5-23. Wallingford, UK, CABI.

Cooper,M. and G. L. Hammer. 1996. Synthesis of strategies for crop improvement. In M. Cooper and G. L. Hammer (eds) *Plant Adaptation and Crop Improvement*. Wallingford:CAB International in association with IRRI and ICRISAT.

Cooper, M., DeLacy, I.H. & Basford, K.E. 1996. Relationships among analytical methods used to study genotypic adaptation in multi-environment trials. In M. Cooper & G.L. Hammer, eds. Plant adaptation and crop improvement, p. 193-224. Wallingford, UK, CABI

Cooper, M., Stucker, R.E., DeLacy, I.H. & Harch, B.D. 1997. Wheat breeding nurseries, target environments, and indirect selection for grain yield. Crop Sci. 37: 1168-1176.

A.Corrado (2010), *Il Paradigma dei semi. Crisi Agro-Alimentare e Reti per un'altra Agricoltura*. Jaca Book, 78.

Correa, C.M., 2000. *Options for the implementation of farmers' rights at the national level*. South Centre Working Paper, 8

Costanza, R., d. Arge, R., d. Groot, R., Farber, S.C., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. and v. d. Belt, M. (1997) *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature 387, 253–260.

Aragón Cuevas, Flavio, Suketoshi Taba, F. Humberto Castro-García, Juan Manuel Hernández-Casillas, José Manuel Cabrera-Toledo, Leodegario Osorio Alcalá, and Nicolás Dillánes Ramírez. 2005. In situ Conservation and Use of Local Maize Races in Oaxaca, Mexico: A Participatory and Decentralized Approach. *In* Latin American Maize Germplasm Conservation: Regeneration, In situ Conservation,Core Subsets, and Prebreeding; Proceedings of a Workshop held at CIMMYT, April 7–10, 2003. S. Taba, ed. Pp. 26–38. Mexico, DF:CIMMYT.

Dalrymple, D.G. (1978). "Development and spread of high yielding varieties of wheat and rice in the less developed nations", USDA Foreign Agricultural Economics Report No. 95. United States Department of Agriculture, Washington, DC.

Dang R. e C. Goel, *Sui Generis Plant Variety Protection: The Indian Perspective*, American Journal of Economics and Business Administration 1 (4): 303-312, 2009. http://www.scipub.org/fulltext/ajeba/ajeba14303-312.pdf

Dedeurwaerdere, T., 2005. *From bioprospecting to reflexive governance*. Ecological Economics 53, 473–491.

DeLacy, I.H., Eisemann, R.L. & Cooper, M. 1990. The importance of genotype-by-environment interaction in regional variety trials. *In* M.S. Kang, ed. *Genotype-by-environment interaction and plant breeding*, p. 287-300. Baton Rouge, LA, Louisiana State Univ.

DeLacy, I.H., Ratnasiri, W.G.A. & Mirzawan, P.D.N. 1996c. Retrospective analysis of historical data sets from multi-environment trials - Case studies. In M. Cooper & G.L. Hammer, eds. Plant adaptation and crop improvement, p. 269-290. Wallingford, UK, CABI.

Dennis, E., Ilyasov, J., Van Dusen, E., Treshkin, S., Lee, M., Eyzaguirre, P., 2007. *Local institutions and plant genetic conservation: exchange of plant genetic resources in rural Uzbekistan and some theoretical implications*. World Development 35 (9), 1564–1578.

Donald, C.M. (1968), *The breeding of crop Ideotypes*. Euphytica, 17: 285-403.

Dutfield, G., 2004. *Intellectual Property, Biogenetic Resources and Traditional Knowledge*. Earthscan, London.

Duvick, D. N. (1992). "Genetic contributions to advances in yield of U.S. maize." *Maydica* 37: 69–79.

Duvick, D. N. 1996. Plant breeding: An evolutionary concept. *Crop Science* 36: 539–548.

Dyke, G.V., Lane, P.W. & Jenkyn, J.F. 1995. Sensitivity (stability) analysis of multiple variety trials, with special reference to data expressed as proportions or percentages. Expl. Agric., 31: 75-87.

Engledow, F.L. 1925. The economic possibilities of plant breeding. In Proc. Imperial Botanical Conf., p. 31-40. London, F.T. Brooks.

J. Esquinas Alcazar, *Protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges*. Nature Reviews Volume 6 December 2005.

Evans, L. T. (1993). *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Cambridge: Cambridge University Press.

Evans, L.T.. 1998. *Feeding the Ten Billion: Plants and Population Growth*. Cambridge University Press.

Evenson, R.E. and Gollin, D. (1997) *Genetic resources, international organizations, and improvement in rice varieties*. Economic Development and Cultural Change 471, 471–500.

Evenson, R.E., Gollin, D. and Santaniello, V. (eds) (1998) *Agricultural Values of Plant Genetic Resources*. CAB International, Wallingford, UK.

Evenson, R.E. and Gollin, D. (2002) *Crop Variety Improvement and its Effect on Productivity. The Impact of International Agricultural Research*. CABI Publishing. UK.

Evenson, R.E., Gollin, D. (2003). Crop Genetic Improvement and Agricultural Development. CABI.

Evenson, R., David, C. (1993). Adjustment and Technology: The Case of Rice. Development Centre Studies,Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris.

Evenson, R., Rosegrant,M. (2003). "The economic consequences of crop genetic improvement programmes". In: Evenson, R.E., Gollin, D. (Eds.), Crop Genetic Improvement and Agricultural Development. CABI.

Falcon, W., Fowler, C., 2002. *Carving up the commons: the emergence of a new regime for germplasm development and transfer*. Food Policy 27, 197–222.

Falconer, D.S. 1990. Selection in different environments: effects on environmental sensitivity (reaction norm) and on mean performance. Genet. Res. Camb., 56: 57-70.

Fehr, E., Falk, A., 2002. *Psychological foundations of incentives*. European Economic Review 46, 687–724.

Fischer, K.S. 1996. Research approaches for variable rainfed system. Thinking globally, acting locally. In M. Cooper & G.L. Hammer, eds. Plant adaptation and crop improvement, p. 25-35. Wallingford, UK, CABI.

Fischer, K. S. 1996. Research approaches for variable rainfed systems – thinking globally, acting locally. In M. Cooper and G. L. Hammer (eds) *Plant Adaptation and Crop*

Improvement (pp. 25–35).Wallingford: CAB International in association with IRRI and ICRISAT.

M. Fonte, *Organismi Geneticamente Modificati. Monopolio e Diritti*. Franco Angeli, 2004.

Fowler C. e P. Mooney. *Shattering, Food, Politics and the Loss of Genetic Diversity*. The University of Arizona Press, 1990.

Fowler, C. and T. Hodgkin. 2004. *Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Assessing Global Availability*. Annual Review of Environment and Resources Vol. 29 (November 2004)

Freebairn, D.K. (1995) 'Did the Green Revolution Concentrate Incomes? A Quantitative Study of Research Reports', World Development 23(2), 265-279.

Frey, B.S., Oberholze-Gee, F., 1997. *The cost of price incentives: an empirical analysis of motivation crowding-out*. American Economic Review 87 (4), 746–755.

M. Giovannetti, *Agrobiodiversità e Beni Comuni* in Modenesi C. e Tamino G., *Biodiversità e Beni Comuni*. Jaca Book, 2009.

Gollin, D., Smale, M. and Skovmand, B. (2000) *Searching an ex situ collection of wheat genetic resources*. American Journal of Agricultural Economics 82, 812–827.

Gordon, W.J., 1982. *Fair use as market failure: a structural economic analysis of the betamax case and its predecessors*. Columbia Law Review 82 (8), 1600–1657.

Gould, S. J. 2000. Deconstructing the 'science wars' by reconstructing an old mold. *Science* 287: 253–261.

Grain, *Seed Laws,* Seedling, Luglio 2005. http://www.grain.org/seedling/?id=344

Hann, C.M. (Ed.), 1998. *Property Relations: Renewing the Anthropological Tradition*. Cambridge University Press, Cambridge.

Harding, S. 1998. Is Science Multicultural? Postcolonialisms, Feminisms, and Epistemologies. Bloomington, IN: Indiana University Press.

Harlan, J. R. 1992. *Crops and Man* (2nd edition). Madison, WI: American Society of Agronomy, Inc. and Crop Science Society of America, Inc.

Hayami, Y., Herdt, R.W. (1977). "Market price effects of technological change on income distribution in semi-subsistence agriculture". American Journal of Agricultural Economics 59 (2), 245–256.

Hazell, P. B. R. (1989). "Changing patterns of variability in world cereal production." In J. R. Anderson and P. B. R. Hazell (eds.), *Variability in Grain Yields: Implications for Agricultural Research and Policy in Developing Countries* (pp. 13–34). Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press.

Heisey, P.W., Smale, M., Byerlee, D. and Souza, E. (1997) *Wheat rusts and the costs of genetic diversity in the Punjab of Pakistan*. American Journal of Agricultural Economics 76, 726–737.

Heisey, P.W. and G.O. Edmeades. 1999. Part 1. Maize production in drought-stressed environments: Technical options and research resource allocation. In CIMMYT (eds) *World Maize Facts and Trends 1997/98* (pp. 1–36). Mexico, DF:CIMMYT.

Heisey, P. W., M. L. Morris, D. Byerlee, and M. A. López-Pereira (1998). "Economics of hybrid maize adoption." In M. L. Morris (ed.), *Maize Seed Industries in Developing Countries* (pp. 143–158). Boulder, Colorado/Mexico, D.F.: Lynne Rienner/CIMMYT.

Herdt, R.W., Capule, C. (1983). Adoption, Spread, and Production Impact of Modern Rice Varieties in Asia. International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños.

Hossain, M. (1998). "Rice research, technological progress, and the impact on the rural economy: The Bangladesh case". In: Pingali, P.L., Hossain, M. (Eds.), Impact of Rice Research. Proceedings of the International Conference on the Impact of Rice Research, 3–5 June 1996, Bangkok, Thailand. Thailand Development Research Institute (TDRI) and International Rice Research Institute (IRRI), Bangkok and Los Baños.

Hull, D. L. (1988). Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science. Chicago:The University of Chicago Press.

Hull, D. L. 1988. Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science. Chicago:The University of Chicago Press

INEA, *Biodiversità e Sviluppo Rurale*, Quaderno informativo n. 11. Programma d'Iniziativa Comunitaria LEADER II, Comunicazione CEE 94/C/180/12 dell'1/7/1994.

Ireson, W. Randall. 1987. Landholding, Agricultural Modernization, and Income Concentration: A Mexican Example. Economic Development and Cultural Change 35 (2):351-66.

Jaffee, S., Srivastava, J., 1992. *Seed system development*. World Bank Discussion Paper, 197.

Jennings, Bruce H. 1988. Foundations of International Agricultural Research. Boulder, CO: Westview Press.

Ten Kate, L., Laird, S.A., 1999. *The Commercial Use of Biodiversity: Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing*. Earthscan, London.

Kelley, T. G., P. P. Rao, E. Weltzien, and M. L. Purohit (1996). "Adoption of improved cultivars of pearl millet in an arid environment: Straw yield and quality considerations in Western Rajasthan." *Experimental Agriculture* 32: 161–171.

Kelley, T.G., Gregersen, H. (2005). "Lessons from CGIAR impact assessment research". In: Shiferaw, B., Freeman, H.A., Swinton, S. (Eds.), Natural Resource Management in Agriculture: Methods for Assessing Economic Environmental Impacts. CABI Publishing, pp. 341–360.

Leach, M and Scoones, I (2006) 'The Slow Race: Making Technology Work for the Poor', London: Demos.

Lerner, J., Tirole, J., 2002. *Some simple economics of open source*. Journal of Industrial Economics 50 (2), 197–234.

Leskien, D., Flitner, M., 1997. *Intellectual property rights and plant genetic resources: options for a sui generis system*. IPGRI Issues in Genetic Resources.

López-Pereira, M.A., Morris, M.L. (1994). Impacts of International Maize Breeding Research in the Developing World, 1966–1990. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, DF.

Louette, D., 1999. *Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landrace?* In: Brush, S.B. (Ed.), Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity. IPGRI, Rome, Italy.

Louette, D. and M. Smale. 1998. *Farmers' Seed Selection Practices and Maize Variety Characteristics in a Traditional Mexican Community*. Economics Working Paper no. 98–04. Mexico,DF:CIMMYT.

Louwaars, N.P., 2000. *Seed regulations and local seed systems*. Biotechnology and Development Monitor 42, 12–14.

N.Louwaars, *Seeds of confusion. The impact of Policies on seed systems*. Ph.D Dissertation, Wageningen University, 2008. (http://library.wur.nl/wda/dissertations/dis4307.pdf).

Louwaars, N.P., Salazar, R., Visser, B., 2007. *Protecting farmers' new varieties: new approaches to rights on collective innovations in plant genetic resources*. World Development 35 (9), 1515–1528.

Manifesto sul Futuro dei Semi, redatto dalla Commissione Internazionale per il Futuro dell'Alimentazione e dell'Agricoltura, ARSIA Toscana, 2006.

Maredia, M.K., Byerlee, D. (Eds.) (1999). The Global Wheat Improvement System: Prospects for Enhancing Efficiency in the Presence of Spillovers, CIMMYT Research Report No. 5. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, DF.

Medin,D.L. and S.Atran. (1999). Folkbiology. Cambridge, MIT Press.

Mendelsohn, R., 2000. *The market value of farmers' rights*. In: Santaniello, V., Evenson, R.E., Zilberman, D., Carlson, G. (Eds.), Agriculture and Intellectual Property Rights: Economic, Institutional and Implementation Issues in Biotechnology. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Michel Merlet and Clara Jamart, "Commercial Pressures on Land Worldwide: Issues and Conceptual Framework for Analysis," prepared by AGTER (*Améliorer la Governance de la Terre, de L'Eau, et des Ressources Naturelles*) for International LandCoalition, April 2009, available from http://www.landcoalition.org/cpl-blog/wp-content/uploads/09_05_conceptual_framework_eng.pdf

Morris, M.L. and López-Pereira, M.A. (1999) *Impacts of Maize Breeding Research in Latin America, 1966–1997*, CIMMYT. Mexico.

Morris, M.L., Dubin, H.J., Pokhrel, T. (1994). "Returns to wheat breeding research in Nepal". Agricultural Economics 10 (3), 269–282.

Morris, M. L., and M. A. López Pereira 1999 Impacts of Maize Breeding Research in Latin America. Mexico, DF: CIMMYT.

Muñoz, P., Voltas, J., Araus, J.L., Igartua, E. & Romagosa, I. 1998. Changes over time in the adaptation of barley releases in north-eastern Spain. Plant Breed., 117: 531-535.

P.Munyi P, Grum M e Ndungu-Skiton J. 2008, *Framework for transforming best practices for landrace conservation to policies.* Bioversity International, Rome, Italy. 28 pp.

Nadal, Alejandro. 2000. The Environmental and Social Impacts of Economic Liberalization on Corn Production in Mexico. Gland, Switzerland, and Oxford, UK: World Wide Fund for Nature, and Oxfam GB.

Niazi, Tarique, 2004, 'Rural Poverty and the Green Revolution: The Lessons from Pakistan', *Journal of Peasant Studies*, 31(2): 242-60.

Maria Francesca Nonne e Riccardo Bocci della Rete Semi Rurali (italia). In particolare, la scheda 6:
http://www.semirurali.net/modules/wfdownloads/singlefile.php?cid=12&lid=228.

National Research Council of the National Academies (2002) Environmental Effects of Transgenic Plants: The Scope and Adequacy of Regulation. Washington, DC: National Academy Press.

Pandey, S., S. K. Vasal, and J. A. Deutsch (1991). "Performance of open-pollinated maize cultivars selected from 10 tropical maize populations." *Crop Science* 31: 285–290.

Pardey, P.G., Alston, J.M., Christian, J.E., Fan, S. (1996). Hidden Harvest: U.S. Benefits from International Research Aid, Food Policy Report. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, DC.

Pearce, D. and Moran, D. (1994) *The Economic Value of Biodiversity*. Earthscan, London.

Pérez-Victoria S. (2007). *Il ritorno dei contadini*. Jaca Book.

Pham, H. N., S. R. Waddington, and J. Crossa (1989). "Yield stability of CIMMYT maize germplasm in international and on-farm trials." In J. R. Anderson and P. B. R. Hazell (eds.), *Variability in Grain Yields: Implications for Agricultural Research and Policy in Developing Countries* (pp. 185–205).

Pigou, A.C., 1932. *The Economics of Welfare*. Macmillian and Co., London.

P.L. Pingali, M.Hossain, and R.V. Gerpacio. 1997. Asian Rice Bowls: The Returning Crisis? CAB International, Wallingford, UK, April.

Pingali, P.L. (2001). Milestones in Impact Assessment Research in the CGIAR, 1970–1999, with an Annotated Bibliography of Impact Assessment Studies Conducted in the CGIAR, 1970–1999. Standing Panel on Impact Assessment, Technical Advisory Committee (TAC) of the CGIAR, World Bank, Washington, DC.

Pingali P., Kelley, T. (2007), The Role of International Agricultural Research in Contributing to Global Food Security and Poverty Alleviation: The Case of the CGIAR. In: Evenson, R., P. Pingali, Handbook of Agricultural Economics, vol. 3. Elsevier Science, Amsterdam. Ch. 45.

Pingali, P. and S. Rajaram (1999). "Global wheat research in a changing world: Options for sustaining growth in wheat productivity." In P. L. Pingali (ed.), *Global Wheat*

Research in a Changing World: Challenges and Achievements. CIMMYT 1998–1999 World Wheat Facts and Trends (pp. 1–18). Mexico, D.F.: CIMMYT.

Pinstrup-Andersen, P., Ruiz de Londoño, N., Hoover, E. (1976). "The impact of increasing food supply on human nutrition: Implications for commodity priorities in agricultural research". American Journal of Agricultural Economics 58 (2), 131–142.

Ploeg van der J.D. (2008). *The New Paesantries: Struggles for Autonomy and Sustainability in an Era of Empire and Globalization.* London: Earthscan

Polasky, S. and Solow, A. (1995) *On the value of a collection of species*. Journal of Environmental Economics and Management 29, 298–303.

Ramanna, A., 2003. *India's plant variety and farmers' rights legislation: potential impact on stakeholder access to genetic resources*. IFPRI-EPTD Discussion Paper, 96.

Richerzhagen, C., Virchow, D., 2002. *Sustainable utilization of crop genetic diversity through property rights mechanisms? The case of coffee genetic resources in Ethiopia*. Paper presented at BIOECON Workshop.

G. Ricoveri, *Il Passato che non Passa. Uno Sguardo d'insieme*. CNS – Ecologia Politica. EMI, 2005).

Rohrbach, D., Lechner, W., Ipinge, W., Monyo, S. (1999). "Impact from investments in crop breeding: The case of Okashana-1 in Nimbia". In: ICRISAT Impact Series, vol. 4. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India.

Romagosa, I. & Fox, P.N. 1993. Genotype x environment interaction and adaptation. In M.D. Hayward, N.O. Bosemark & I. Romagosa, eds. Plant breeding: principles and prospects, p. 373-390. London, Chapman & Hall.

Saindon, G. & Schaalje, G.B. 1993. Evaluation of locations for testing dry bean cultivars in western Canada using statistical procedures, biological interpretation and multiple traits. Can. J. Plant Sci., 73: 985-994.

Sayer, J.A., Campbell, B. (2001). "Research to integrate productivity enhancement, environmental protection, and human development". Conservation Ecology 5 (2), 32.

Scobie, G.M., Posada, R.T. (1978). "The impact of technical change on income distribution: The case of rice in Colombia". American Journal of Agricultural Economics 60 (1), 85–92.

Scott, J. C. 1998. Seeing Like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition have Failed.New Haven, CT:Yale University Press.

Sidhu, D.S., Byerlee, D. (1992) "Technical change and wheat productivity in the Indian Punjab in the post-Green Revolution period", CIMMYT Economics Working Paper No. 92-02. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, DF.

Sillitoe, P. 1998.What know natives? Local knowledge in development. *Social Anthropology* 6: 203–220.

Simmonds,N.W. 1979. *Principles of Crop Improvement*. London: Longman Group Ltd.

Simmonds,N.W. 1990.The social context of plant breeding. *Plant Breeding Abstracts* 60: 337–341.

Simpson, R.D., Sedjo, R.A., 1998. The value of genetic resources for use in agricultural improvement. In: Evenson, R.E., Gollin, D. (Eds.), Agricultural Values of Plant Genetic Resources. CABI Publishing, Wallingford, UK

Singh, M., Ceccarelli, S. & Grando, S. 1999. Genotype x environment interaction of cross-over type: detecting its presence and estimating the crossover point. Theor. Appl. Genet., 99: 988-995.

Smale, M. & Day-Rubenstein, K., 2002. "*The Demand for Crop Genetic Resources: International Use of the US National Plant Germplasm System*," World Development, Elsevier, vol. 30(9), pages 1639-1655, September

Soleri, D., D.A. Cleveland, S. Ceccarelli and S. Grando. 2000. Farmers' knowledge as a conceptual component of collaborative plant breeding: Barley farmers of northern Syria. Presented at the International Symposium, S*cientific Basis for Participatory Improvement and Conservation of Crop Genetic Resources*, Oaxtepec, Morelos, Mexico.

Souza, E., J. R. Myers, and B. T. Scully (1993). "Genotype by environment interaction in crop improvement." In M. B. Callaway and C. A. Francis (eds.), *Crop Improvement for Sustainable Agriculture* (pp. 192–233). Lincoln, Nebraska: University of Nebraska Press.

Sperling, L., Loevinsohn, M., Ntambovura, B. (1993). "Rethinking the farmers' role in plant breeding: Local bean experts and on-station selection in Rwanda". Experimental Agriculture 29, 509–519.

Srinivasan, C.S., 2003. *Exploring the feasibility of farmers' rights*. Development Policy Review 21 (4), 419–447.

Srinivas, K.R., 2006. *Intellectual property rights and bio commons: open source and beyond.* International Social Science Journal 58 (188), 319–334.

Swaminathan, M.S., 1996. *Agrobiodiversity and farmers' rights: proceedings of a technical consultation on an implementation framework for farmers' rights*. M. S. Swaminathan Research Foundation.

Swanson, T. (1996) *Global values of biological diversity: the public interest in the conservation of plant genetic resources for agriculture*. Plant Genetic Resources Newsletter 105,

Swanson, T., Pearce, D., Cervigni, R., 1994. *The appropriation of the benefits of plant genetic resources for food and agriculture: an economic analysis of the alternative mechanisms for biodiversity conservation*. CPGRFA Background Study Paper, 1.

Swanson, T., Goeschl, T., 1999. *Optimal genetic resource conservation: in situ and ex situ.* In: Brush, S.B. (Ed.), Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity. IPGRI, Rome.

Terza Sessione dell'Organo Direttivo dell'ITPGRFA, Tunisi, 1-5/06/2009. *Collection on views and experiences submitted by contracting parties and other relevant organizations on the implementation of article 9.*

Turkelboom, F., La Rovere, R., Hagmann, J., El-Khatib, R., Jazeh, K. (2003). "Putting INRM into action: Workshop documentation". 4th INRM Workshop, International Center for Agricultural Research in the Dryland Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, 16–19 September, 2002.

Virchow, D. (1999) *Conservation of Genetic Resources: Costs and Implications for a Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Springer, Heidelberg, Germany.

van Oosterom, E.J., Kleijn, D., Ceccarelli, S. & Nachit, M.M. 1993. Genotype-by-environment interactions of barley in the Mediterranean region. Crop Sci., 33: 669-674.

Walker, T., Crissman, C.C. (1996). Case Studies of the Economic Impact of CIP-related Technologies. International Potato Center (CIP), Lima.

Wallace, D. H. and W. Yan (1998). Plant Breeding and Whole-System Crop Physiology: Improving Crop Maturity, Adaptation and Yield. Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Weitzman, M.L. (1993) What *to preserve? An application of diversity theory to crane conservation*. The Quarterly Journal of Economics 108, 157–183.

Weltzien, E., Smith, M., Meitzner, L.S. & Sperling, L. 1999. Technical and institutional issues in participatory plant breeding - from the perspective of formal plant breeding: a global analysis of issues, results and current experience. CGIAR Systemwide Program

on Participatory Research and Gender Analysis for Technology Development and Institutional Innovation. Working Document No. 3. Cali, CIAT.

Wood, S., Pardey, P.G. (1998). "Agroecological aspects of evaluating agricultural R&D". Agricultural Systems 57 (1), 13–41.

Wood, S.,You, L., Zhang X. (2004). Spatial Patterns of Crop Yields in Latin America and the Caribbean. IFPRI, EPTD Discussion Paper No. 124. http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/60322/2/eptdp124.pdf

World Bank (2003). The CGIAR at 31: An Independent Meta-Evaluation of the CGIAR, vol. 1, Overview Report. Operations Evaluation Department (OED), World Bank, Washington, DC. 46 pp.

Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q. & Szlavnics, Z. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Sci., 40: 597-605.