





# I GEORGOFILI

Quaderni

2009-VII/1

Sezione Nord Ovest



A<sup>3</sup>E=AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE,  
AMBIENTE, ENERGIA

Situazione attuale e prospettive di sviluppo.  
Aspetti produttivi e tecnici

Milano, 19 marzo 2009

Ⓟ

EDIZIONI POLISTAMPA

A cura di: *Giuseppe Pellizzi e Marco Fiala*

Volume pubblicato nell'ambito dell'attività "**Organizzazione e Divulgazione Risultati Giornate di Studio su Agricoltura e Ambiente**" svolta dalla Sezione Nord-Ovest con il contributo finanziario di:



**fondazione  
c a r i p l o**

Copyright © 2010  
Accademia dei Georgofili  
Firenze  
<http://www.georgofili.it>

Proprietà letteraria riservata

Supplemento a «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili»  
Anno 2009 - Serie VIII - Vol. 6 (185° dall'inizio)

Direttore responsabile: Paolo Nanni

Edizioni Polistampa  
Via Livorno, 8/32 - 50142 Firenze  
Tel. 055 737871 (15 linee)  
[info@polistampa.com](mailto:info@polistampa.com) - [www.polistampa.com](http://www.polistampa.com)  
Sede legale: Via Santa Maria, 27/r - 50125 Firenze

ISBN 978-88-596-0852-3

Servizi redazionali, grafica e impaginazione  
SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

## INDICE

DARIO CASATI <i>Scenari e prospettive dell'agricoltura mondiale</i>	7
GIAMPIERO MARACCHI <i>Globalizzazione, cambiamenti climatici e agricoltura</i>	15
GIUSEPPE LANZAVECCHIA <i>Le agricolture dei Paesi emergenti</i>	31
STEFANO BOCCHI, SIMONE SALA <i>Strumenti di analisi dei sistemi agrari e sistemi colturali nei Paesi in Via di Sviluppo</i>	45
LUIGI BODRIA <i>Le tecnologie meccaniche appropriate</i>	83



DARIO CASATI\*

## Scenari e prospettive dell'agricoltura mondiale

### LA CRISI AGRICOLA: UN'OCCASIONE PER RIFLETTERE

La crisi agricola che si è sviluppata fra 2007 e 2008 per certi aspetti è giunta improvvisa, ma non inattesa: da tempo si stavano dibattendo alcuni dei temi, poi clamorosamente esplosi, che apparivano importanti, se considerati singolarmente, ma di cui sfuggiva la sostanziale complementarità così perdendo di vista il quadro complessivo. La crisi, in fondo il termine stesso in greco significava “giudizio”, è servita, se non altro, per mettere alla prova dei fatti il pensiero corrente su alcune tematiche relevantissime per il presente e per il futuro di tutta l'umanità come sono quelle connesse alla produzione agricola e all'alimentazione. L'umanità per nutrirsi deve assolutamente fare ricorso ai prodotti agricoli, da questo elementare vincolo nasce l'insieme di problemi e di peculiarità che caratterizza l'attività agricola. Spesso, specialmente nei ricchi paesi dell'Occidente, si è portati a trascurare questo aspetto, la crisi dello scorso anno, però, lo ha portato bruscamente alla ribalta.

### BREVE CRONISTORIA DELLA CRISI

La crisi è iniziata, quasi in sordina, con una rilevante crescita dei prezzi delle principali derrate agricole, manifestatasi già alla fine del 2006 e poi accelerata nel 2007. I prezzi agricoli, in particolare quelli dei cereali, in realtà hanno in parte anticipato, ma solo di qualche mese, un analogo andamento di tutte le materie prime, a partire dal petrolio e da quelle energetiche. Il periodo suc-

\* *Università degli Studi di Milano*

cessivo, cioè il primo semestre 2008, ha visto l'impennata di tutti i prodotti, una fiammata che ha suscitato un'enorme impressione in tutto il mondo. Inizialmente si era affrontata la questione attribuendola all'incremento della domanda mondiale delle principali *commodities* determinato dalla forte ripresa economica in atto e dalla crescita delle economie dei paesi emergenti, dunque considerandola quasi un fatto normale. Poi si cominciò a temere un sussulto inflazionistico, per contrastare il quale si ricorse all'aumento dei tassi di interesse che infatti toccarono i loro massimi recenti nell'estate 2008. Ma intanto si faceva strada la dura realtà della crisi finanziaria innescata dalla vicenda dei mutui americani, con tutto il contorno di fenomeni negativi che conosciamo purtroppo bene. Fu così che si incominciò a parlare di deflazione e di recessione tecnica e poi di vera e propria recessione, ma intanto i prezzi avevano invertito la loro marcia. Quelli agricoli già a partire dal maggio 2008, il petrolio da agosto, gli altri più o meno contemporaneamente, mentre le dimensioni della crisi economica continuavano a dilatarsi.

#### LA CRISI AGRICOLA PARADIGMA DELLA CRISI GENERALE?

Nonostante un forte parallelismo, che ha toccato altri aspetti oltre a quelli citati, come ad esempio quelli legati ai fenomeni speculativi che non hanno risparmiato le materie prime agricole, e nonostante il desiderio di confermare questa tesi, ci sembra che essa, per quanto seducente, non corrisponda al vero. La crisi agricola presenta caratteri specifici che ne fanno un caso a parte, anche se strettamente connesso a quello generale. In estrema sintesi si può dire che quella agricola è stata mossa, allo stesso tempo, dagli stessi fattori di quella generale e da altri, del tutto esclusivi e specifici. Di questi vorremmo parlare in questa sede, nella convinzione che presentino numerosi aspetti su cui è necessario riflettere e che ci sembrano essere stati trascurati.

#### UNA CRISI AGRICOLA IN FONDO SEMPLICE, MA SOTTOVALUTATA

Al centro dello scenario si colloca, come s'è detto, la fiammata dei prezzi, ma la sua dinamica non esaurisce i propri effetti nella semplice altalena delle quotazioni registrata dai mercati mondiali nel breve volgere di circa un anno. Alcuni segnali si erano manifestati nei due anni precedenti nel corso dei quali la domanda di cereali aveva superato l'offerta complessiva costringendo così a intaccare le scorte che hanno toccato un loro minimo proprio nel 2007.

All'origine di questo fenomeno si collocano diverse cause, tutte note e su cui vi è consenso, anche se in qualche caso è diverso il peso che viene assegnato a ciascuna di esse. Le elenchiamo brevemente:

- incremento della domanda di cereali per alimentazione umana provocato dall'incremento dei redditi nei paesi emergenti e, in genere, in quelli in via di sviluppo;
- incremento della domanda di alimenti di origine animale per gli stessi motivi e conseguente maggior fabbisogno di alimenti per il bestiame;
- effetti di andamenti climatici negativi in entrambi gli emisferi che hanno ridotto la produzione globale;
- rallentamento del tasso di incremento dei rendimenti produttivi, nei paesi sviluppati, a seguito del disinvestimento in agricoltura realizzato negli ultimi due decenni in particolare nell'Ue e negli Usa;
- formarsi, più potenziale che reale, di una domanda addizionale di prodotti agricoli da destinare alla produzione di carburanti, come i cosiddetti bio-etanolo e biodiesel.

In conclusione, e visto quanto è poi accaduto nel corso del 2008, si può dire che si sia trattato di una crisi congiunturale di squilibrio fra offerta e domanda che si è poi superata: le produzioni, con l'aiuto del buon Dio, sono salite e le condizioni climatiche si sono normalizzate così da riportare il saldo in attivo e da consentire un recupero degli stocks che, stando alle previsioni, dovrebbe verificarsi anche quest'anno.

Il problema agricolo è stato in breve accantonato, mentre tutte le preoccupazioni si sono concentrate sulla crisi generale. Di quella agricola non si parla più, come se la fame non assillasse l'umanità e fosse tornata un'età dell'oro che, a ben guardare, non è mai esistita.

#### UNA CRISI, TANTI PROBLEMI DIVERSI

Il fatto è che, nonostante il grande clamore mediatico iniziale, la crisi non è finita e, oltre a tutto, non è unica, ma assume diverse caratteristiche nei singoli gruppi di paesi. Certo, a breve essa suscita minore timore, ma proprio la sua natura composita deve indurre a intraprendere seri comportamenti correttivi, in particolare per il momento in cui, superata la crisi economica, l'economia riprenderà il suo corso, la popolazione mondiale continuerà a espandersi e i suoi bisogni alimentari cresceranno per l'effetto demografico e per quello delle migliorate condizioni di reddito e di vita.

In questi due anni si è fatta molta confusione: da noi sembrava che il mondo crollasse in testa ai nostri consumatori per l'aumento del prezzo della pasta o del pane, senza chiedersi quanto incidano questi prodotti sulla spesa alimentare media e anche su quella delle famiglie a reddito più basso e quanto incidano altri consumi diffusi, ma non essenziali per sopravvivere, come invece sono gli alimenti. Allo stesso tempo si enfatizzava il problema della fame nel mondo, affiancandolo a quello della pasta e del pane, senza comprendere l'abisso che li separa, tanto che nel frattempo continuava l'enfasi sui cibi di lusso e sulle nicchie dell'enogastronomia. In realtà i nostri problemi e il modo in cui vengono affrontati denotano semplicemente lo stato di benessere del nostro paese e i suoi modelli di vita che a questo sono strettamente connessi. Il problema della fame per noi è confinato nel ricordo di un passato ormai remoto, si pone certamente quello degli strati di popolazione a reddito più basso e quindi quello delle politiche di sostegno al reddito e ai consumi, ma si tratta con tutta evidenza di un'altra cosa. Molto diversa è la situazione dei paesi della fame, in cui i traguardi fissati per il 2015, forse con un eccesso di baldanza non giustificato, sembrano non conseguibili e addirittura in allontanamento, richiedendo una specifica attenzione. Ancora diversa è la situazione dei paesi in cui la fame è stata appena superata e in cui si diffonde il timore di essere risospinti indietro, verso un destino che sembrava ormai scongiurato. Questo è il quadro in cui va vista la crisi e che deve trovare soluzioni durature, al di là di una solidarietà di facciata che non si sostanzia in comportamenti conseguenti e concreti.

#### LA CRISI E LE POLITICHE AGRARIE

Al contrario, l'effettivo ripiegamento del mondo verso comportamenti egoistici si è visto nel momento della crisi. I governi dei diversi paesi, di fronte ai moti di piazza, alle proteste dei movimenti politici più estremistici, alla silenziosa disperazione dei paesi della fame, alla modesta partecipazione di quelli ricchi a concrete operazioni di solidarietà, alle diatribe sulle presunte responsabilità del rincaro, effimero, dei prezzi, non hanno saputo fare di meglio che rispolverare l'arsenale delle politiche protezionistiche, con ciò aggravando la situazione e compromettendo i risultati del processo di liberalizzazione degli scambi avviato nell'ultimo quindicennio. In questo contesto, poi, il crollo dei prezzi e l'aggravarsi della crisi mondiale, con il conseguente calo dei redditi e della domanda nei diversi gruppi di paesi, ha poi determinato una situazione che, grazie anche all'incremento produttivo, si è fatta meno preoccupante, almeno a breve termine.

A proposito di politiche, tuttavia, bisogna dire che la risposta dell'Ue è apparsa incerta e poco modificata dalle rapide folate dei prezzi sul mercato, essendosi limitata a dare corso soltanto a misure già previste e preannunciate come l'abolizione del set aside e del premio alle colture energetiche e la riattivazione del dazio all'esportazione nel momento più acuto della crisi. Sorprende, in sostanza, che le politiche economiche per l'agricoltura non abbiano preso atto della nuova realtà e non si siano rivolte, con maggiore decisione, verso un preciso stimolo alla produzione, l'unica arma possibile per garantire che in futuro non ci debbano essere guerre per il cibo in un mondo in cui la fame non è debellata mentre i fabbisogni alimentari crescono.

#### LA TERRA E IL FUTURO DELL'UMANITÀ

La terra, nella storia dell'umanità, ha sempre rivestito un ruolo speciale. La sua capacità di produrre con costanza, anno dopo anno, una ricchezza reale davvero nuova ogni volta, fondamentale per l'alimentazione e dunque essenziale per la vita, ha colpito gli esseri umani ed è stata a lungo alla base della teoria economica. Si è a lungo dibattuto se l'agricoltura e, quindi, lo sfruttamento delle risorse naturali, rientrassero nella logica economica. Su di ciò si è raggiunto, ormai, un ragionevole consenso, non l'unanimità, sulla base del riconoscimento delle peculiarità dell'uso che se ne fa e dei prodotti che se ne ricavano. Rimangono frange di pensiero che si attardano su visioni utopistiche, antieconomiche, antiscientifiche e, per farla breve, antistoriche. Si tratta molto semplicemente di prendere atto che la terra è un bene speciale, che i suoi frutti sono indispensabili per la sopravvivenza della specie umana, che la logica economica si applica anche ai processi produttivi e al mercato dei suoi prodotti. Occorre, tuttavia, tenere conto di fattori del tutto particolari come la natura biologica dei prodotti e dei processi produttivi, l'esposizione alle bizzarrie del clima e agli attacchi dei nemici biologici e abiotici, il ciclo vitale degli esseri viventi coinvolti, la lunghezza e la immodificabilità dei cicli produttivi. Se si ricordano queste semplici verità, sotto gli occhi di ognuno, si comprende come sia possibile tracciare una strategia economica per il sistema agricolo che sia al contempo possibile e utile, due concetti che con forti modifiche vengono normalmente integrati nel termine "sostenibile" che piace di più perché nuovo e, mi sia permesso dirlo, sufficientemente indeterminato per risultare ambiguo quanto basta.

LA PRODUZIONE, L'AMBIENTE, I NUOVI BISOGNI DELL'UMANITÀ:  
UNA STRATEGIA ECONOMICA

Ciò che sembra mancare, e che la crisi ha messo bene in evidenza, è una precisa strategia economica per affrontare la crisi agricola del primo decennio degli anni 2000, una delle tante nella storia dell'umanità, ma diversa da quelle precedenti perché sopraggiunta in una fase storica in cui i problemi dell'agricoltura e dell'alimentazione risultavano accantonati rispetto ad altri, specialmente nei paesi sviluppati. Ci si è accorti, quasi all'improvviso, che il cibo può davvero mancare, che per esso e per l'acqua si può combattere e morire, che l'alimentazione reca con sé non solo problemi di dieta e di obesità, ma anche di fame, di malattie, di carenza di sviluppo fisico e mentale, che il futuro dell'umanità è in gioco su temi di base e non sulle futilità in cui sempre più sprofondano i paesi ricchi.

Se partiamo dall'essenziale scopriamo che circa 900 milioni di esseri umani, su 6,5 miliardi, oggi sono a rischio alimentare, ma scopriamo anche che non c'è solo l'Africa o parte dell'Asia in questa condizione, perché una delle zone a rischio è il bacino del Mediterraneo e perché di quei 900 milioni di persone circa 30 vivono nei paesi dell'Europa Orientale, come dire a poche centinaia di chilometri da noi. Per la verità scopriamo anche che la mappa della fame è variabile e che la fame non è una condanna ineludibile. I progressi compiuti su scala mondiale in Asia, a opera di Cina e India e dei paesi vicini a esse che hanno fruito del traino economico dei due giganti, così come quelli di alcuni paesi africani o sud americani, dimostrano che buona gestione delle risorse, lotta alla corruzione e all'uso personalistico del potere, apertura dei sistemi economici al mercato possono davvero essere la ricetta per avviare un cammino di concreta speranza. Tutto ciò però non basta se consideriamo che, secondo i calcoli più diffusi, nel 2050 per alimentare la popolazione mondiale che sarà arrivata a 9,2 miliardi di individui, occorrerà il doppio dell'attuale produzione agricola. Tenendo conto che gli equilibri ambientali non consentiranno di mettere a coltura nuove terre, sarà inevitabilmente necessario incrementare la produttività dei terreni coltivati, anche perché se l'economia riprenderà, come naturalmente accadrà, gradualmente fasce sempre più ampie di umanità accederanno a consumi quantitativamente e qualitativamente superiori.

Di fronte a questo problema risulta del tutto evidente che non possiamo prevedere né chi debba essere escluso dalla tavola mondiale ed essere condannato all'estinzione e alla fame né chi debba essere costretto a un'involontaria "dieta" perché altri possano, al contrario, dedicarsi ad altre diete. Per aumen-

tare le disponibilità alimentari occorre elevare i rendimenti produttivi, un obiettivo non facile, ma che è concretamente possibile proprio nei paesi più poveri e arretrati sul piano delle tecniche agronomiche e far sì che le perdite ancora elevatissime nelle fasi di raccolta e conservazione si riducano. In modo analogo si può operare sui trasporti e sulla distribuzione degli alimenti per razionalizzarli, renderli meno costosi e più efficienti.

#### GUARDARE AL FUTURO CON FIDUCIA

Infine bisogna considerare con maggiore fiducia l'apporto del progresso scientifico come un motore potentissimo dello sviluppo agricolo. Se non vi fosse stata la rivoluzione apportata alle conoscenze dei meccanismi della produzione agricola dalle ricerche dell'Ottocento, le rese agricole sarebbero praticamente ancora a livello di quelle d'epoca romana e quindi non permetterebbero di alimentare neanche la metà dell'attuale popolazione a livelli pro capite da Medioevo. A distanza di 150 anni e dopo aver sviluppato al massimo i risultati di quelle ricerche oggi è giunto il momento di imprimere un nuovo sviluppo alla produzione grazie ai progressi delle bioscienze che possono essere trasferiti anche alla produzione agricola. Voglio essere chiaro, non parlo delle cosiddette agricolture organiche o biologiche, i cui rendimenti e il cui grado di salubrità sono fermi a prima della rivoluzione scientifica dell'Ottocento, mi riferisco invece alle conoscenze delle biotecnologie che vengono banalizzate dall'interminabile polemica sugli organismi geneticamente modificati. Il futuro dell'agricoltura è legato a esse e a un utilizzo dei loro risultati anche in campo agricolo.

La storia insegna che nel tempo i prezzi dei prodotti agricoli tendono a calare, ciononostante la produzione ha continuato ad aumentare e ancora aumenta, sia pure più lentamente, per l'esaurirsi graduale delle potenzialità delle varie scoperte. Ci si può chiedere come sia possibile un fenomeno di questo genere, la risposta è legata proprio agli incrementi di produttività e all'immissione di progresso tecnologico che nel tempo sono avvenuti permettendo di recuperare quei margini che il calo dei prezzi aveva eroso. Non possiamo, cioè, pensare che la soluzione ai problemi agricoli stia nella sola valorizzazione commerciale dell'alimento finale se corriamo il rischio di non avere a sufficienza materia prima per produrlo e di generare comunque prodotti sempre più costosi. Al contrario è necessaria una strategia di incremento della produttività dell'agricoltura in tutte le aree del mondo che permetta di coltivare senza danni reali all'ambiente e che apra spazi anche a usi non alimentari,

come quelli energetici, grazie a una disponibilità di prodotti agricoli in grado di reggere la pressione di una domanda in espansione.

Sapremo interpretare in modo adeguato questa possibilità, sapendo che da ciò dipenderà il futuro dell'umanità?

#### RIASSUNTO

L'attuale crisi dell'economia mondiale, emersa in tutta la sua gravità dopo un anno come il 2008 caratterizzato da un'elevata volatilità dei mercati di tutte le materie prime a partire da quelle energetiche e sino a quelle agricole, richiede una riconsiderazione delle politiche economiche e, nello specifico, di quelle agricole. Le previsioni sulla durata e sull'entità della crisi sono molto difficili e appaiono legate a un numero molto elevato di variabili.

La crisi agricola mondiale che ha preceduto quella generale nell'ascesa dei prezzi e poi nella loro caduta ha suscitato molte preoccupazioni, in particolare rispetto al problema delle conseguenze sul conseguimento degli Obiettivi Mondiali sull'Alimentazione della Fao. Mentre emergono politiche protezionistiche, il ruolo dell'agricoltura viene rivisto in un contesto in forte e rapida evoluzione sia nei suoi aspetti economici che in quelli che lo collegano alle grandi problematiche dell'alimentazione, dell'ambiente e dell'energia mettendone in risalto l'insostituibile importanza per gli scambi internazionali e per la società contemporanea.

#### ABSTRACT

World economic crisis began to be clear after 2008, a year characterized by the highest volatility in commodities prices in the last 30 years, starting from agricultural raw materials and oil. This situation requires a new approach to economic and agricultural policies. Prospects about crisis length and depth are difficult and depend on a wide range of variables.

World food crisis has come before general crisis, both in prices growth and in their fall, raising a high concern particularly about the achievement of Fao Millennium World Food Goals. In a context of increasing protectionism in agricultural policies, role of agriculture acquires a new relevance both in its economic aspects and in those connected with nourishment, environment and energy underlining its importance for international exchanges and contemporary human society.

GIAMPIERO MARACCHI\*

## Globalizzazione, cambiamenti climatici e agricoltura

### INTRODUZIONE

Gli effetti dell'uomo sul pianeta sono sempre più evidenti anche al di fuori dei circoli scientifici che da decenni avvertono dell'incoerenza delle attività umane con le leggi della natura, leggi che regolano la presenza della biosfera sul pianeta. L'aumento della popolazione, l'uso sempre più massiccio di energia di origine fossile, l'impiego di molecole chimiche sempre più invadenti sono tutti elementi che pongono una serie di interrogativi rispetto alla sostenibilità di questo sviluppo ancora per lungo tempo.

A questo si devono aggiungere altre preoccupazioni di carattere etico e politico che si applicano principalmente ai paesi industrializzati quali l'eccesso di consumi che fa perdere di vista la distinzione fra i concetti di "necessario, utile e superfluo"; la crisi delle famiglie; la tendenza a una organizzazione della società che ripropone l'antica suddivisione in due sole categorie, i molto ricchi e i poveri, secondo un modello simile a quello esistente prima della rivoluzione industriale; la potenza dei mezzi di informazione che diviene modello per le masse cancellandone qualsiasi capacità critica; la sudditanza della politica all'economia con gravi conseguenze sulla *governance* pubblica che tende a concentrarsi sempre di più sugli interessi dei grandi gruppi economici e sempre meno sulle esigenze dei cittadini; la globalizzazione che recide i legami con i territori di appartenenza causandone la perdita di valori maturati nel corso della storia e spesso fondamentali per un buon governo delle comunità locali; le migrazioni di milioni di persone che cercano una risposta a condizioni di miseria presenti nei loro paesi, spesso con conseguenze illusorie che li privano

\* *Università degli Studi di Firenze*

dei punti di riferimento rispetto alle culture di provenienza provocando difficoltà di integrazione nel paese ospite che li accoglie per mera mancanza di bassa manodopera; la qualità e la proprietà del lavoro individuale che diviene sempre più anonimo e carente di motivazioni profonde con la conseguente frustrazione di grande masse di lavoratori spinti solo per necessità. A tutto questo si deve aggiungere un fenomeno nuovo, quello dell'allontanamento della finanza dall'economia reale con la conseguenza che il denaro, elemento di scambio e di acquisto di manufatti e di servizi, diviene sempre più svincolato dai beni materiali, generando inutili bisogni di spesa che impoveriscono i risparmiatori delle risorse economiche provenienti dal lavoro e dal risparmio oculato, e l'impoverimento genera sfiducia negli istituti bancari che divengono sempre più miopi intermediari di queste operazioni.

Di fronte a un quadro così articolato e critico, senza fare del catastrofismo, è dunque necessario promuovere il prima possibile una riflessione che giunga a porre le basi per un nuovo modello di progresso e di sviluppo che possa rispondere concretamente agli innumerevoli quesiti che l'attuale situazione impone.

#### I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Dagli inizi degli anni '90 grazie alle più moderne tecnologie come satelliti e modelli, è sempre più evidente la modifica delle condizioni che determinano il funzionamento della macchina del clima: una macchina che funziona a livello globale ma con effetti visibili anche a livello locale in termini di tempo atmosferico. La misura più evidente consiste nel riscaldamento dei mari (fig. 1) che rappresentano un fattore determinante nei processi della circolazione generale dell'atmosfera e degli oceani.

La circolazione atmosferica infatti si può sintetizzare nei processi di trasferimento del calore dalle zone tropicali, dove a livello annuo vi è un surplus di energia, a quelle temperate e polari dove invece vi è un deficit di energia. Tale trasferimento avviene attraverso tre celle meridiane, di Hadley nella zona tropicale, di Ferrel nella zona temperata, polare nella zona polare collegate fra di loro (fig. 2).

A questa circolazione si sovrappone quella dovuta alla rotazione terrestre di tipo zonale nel senso cioè dei paralleli in cui la circolazione delle masse d'aria avviene da est verso ovest con la creazione di due grandi correnti alla intersezione della troposfera con la stratosfera, la corrente a getto subpolare e quella subtropicale che costituiscono una guida per le perturbazioni delle zone temperate (fig. 3).

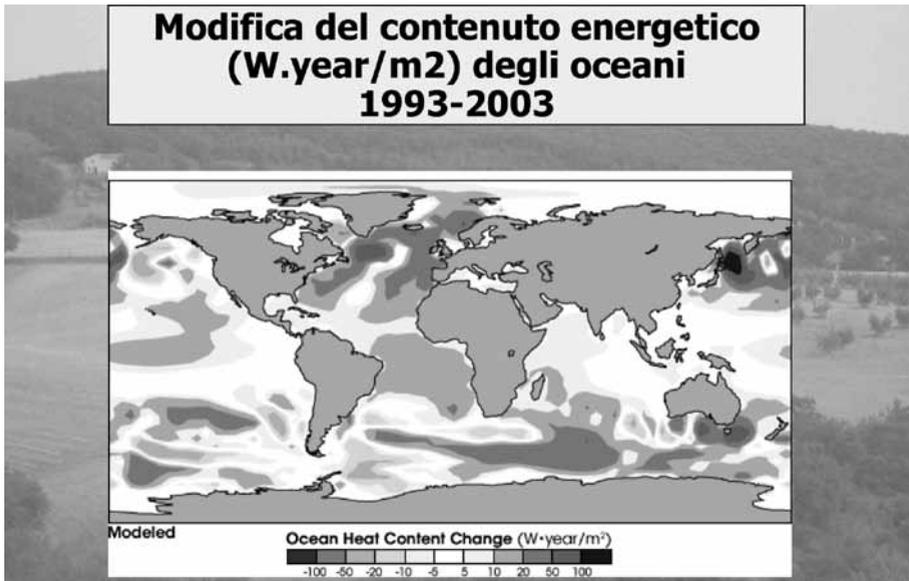


Fig. 1 Le zone più scure indicano l'aumento della temperatura dei mari

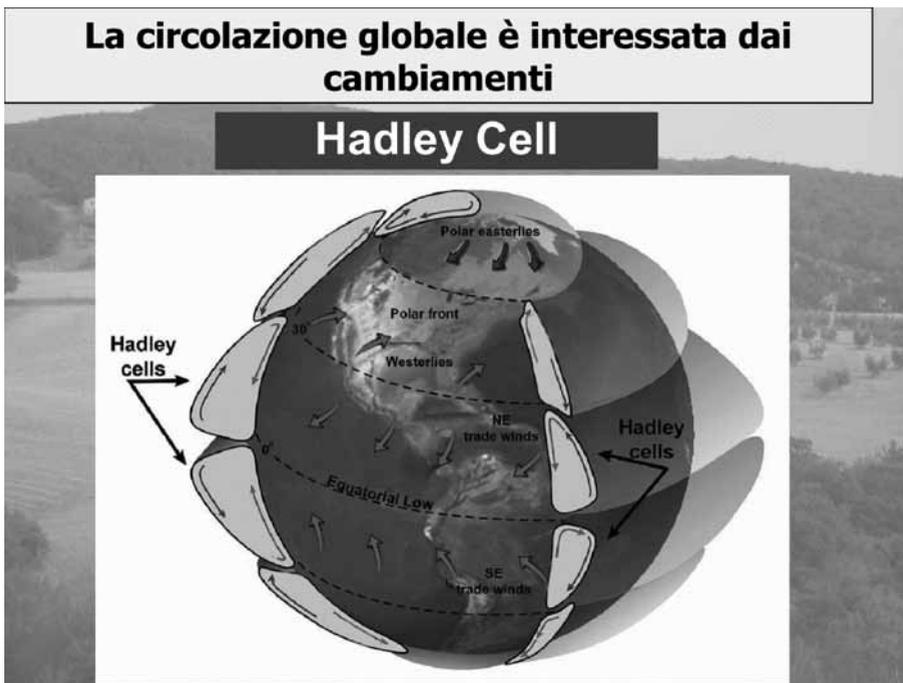


Fig. 2 La suddivisione del globo nelle tre celle: Polare, di Hadley e di Ferrel (da Kevin Trenberth NCAR)

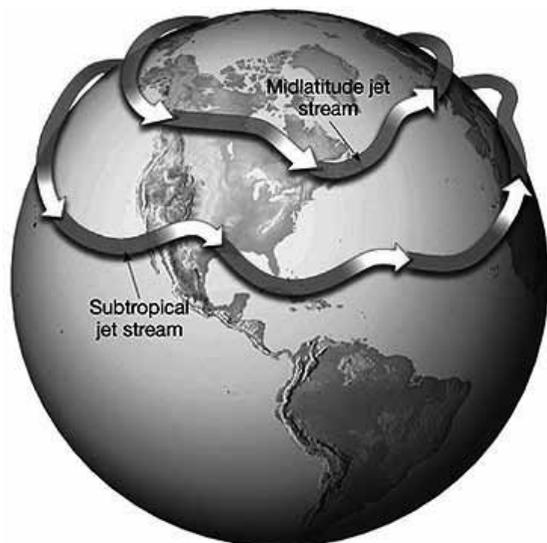


Fig. 3 Correnti a getto (da Lutgens and Tarbuck)

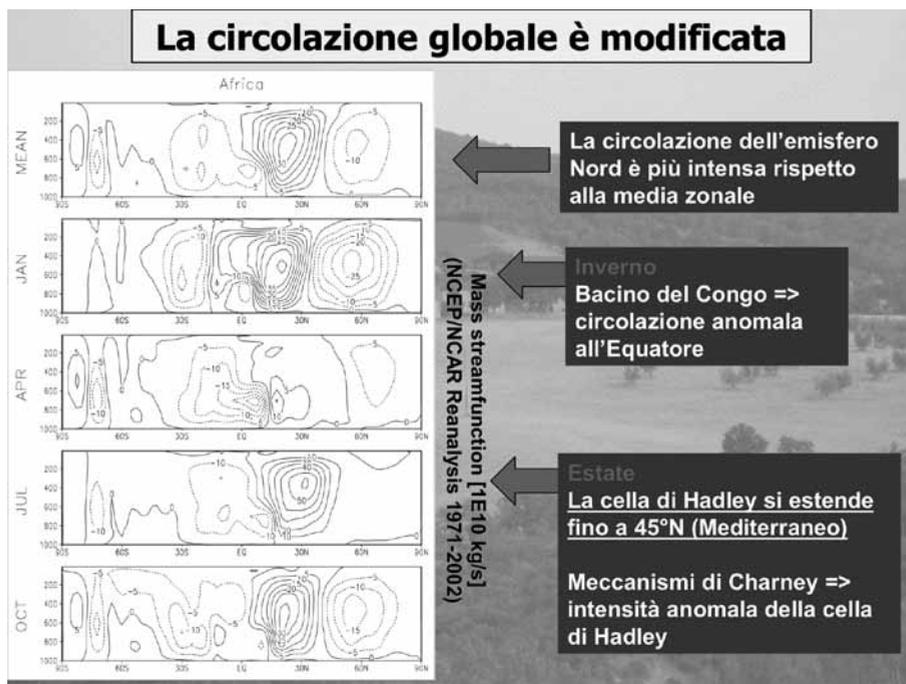


Fig. 4 Con lo spostamento verso Nord della cella di Hadley, l'indice NAO è sempre più positivo (da CNR-Ibimet)

Negli ultimi anni i dati mettono in evidenza come le posizioni di queste celle tendono a spostarsi. Ad esempio durante l'estate il braccio discendente della cella di Hadley tende a spostarsi dal Nord Africa al Mediterraneo centrale dando luogo alle ondate di calore, cioè un numero di giorni consecutivi con temperature superiori a 34 ° C, fenomeno molto ridotto o quasi assente nel passato.

D'altra parte durante i mesi autunno-invernali il braccio superiore della cella di Ferrel sembra spostarsi verso nord con le conseguenze di un indice Nao sempre più positivo (fig. 4), del passaggio delle perturbazioni sopra la Scandinavia e della siccità autunnale nel Mediterraneo e nell'Europa centrale (fig. 5).

Il quadro climatico delineato ha conseguenze su fenomeni del tempo atmosferico a livello locale con una diminuzione delle piogge autunno-invernali nella maggior parte degli anni, l'aumento delle ondate di calore nei mesi estivi, l'arrivo precoce della primavera e soprattutto l'arrivo dall'atlantico di masse d'aria caratterizzate da una maggiore quantità di energia che rende più estremi i fenomeni, in particolari le piogge la cui intensità aumenta di circa tre volte in occasione di perturbazioni violente (figg. 6-7).

In sostanza i cambiamenti in atto, in termini di tendenza, si possono sintetizzare in una maggiore intensità delle piogge, siccità autunnale e invernale, sfasamenti stagionali con arrivi precoci della primavera e ritardi dell'autunno. Naturalmente queste tendenze possono anche vedere negli andamenti annuali, singoli annui in controtendenza, come ad esempio il periodo 2008-09, in cui a causa delle anomalie fredde nel Pacifico si sono avuti fenomeni opposti alla tendenza degli ultimi dieci anni.

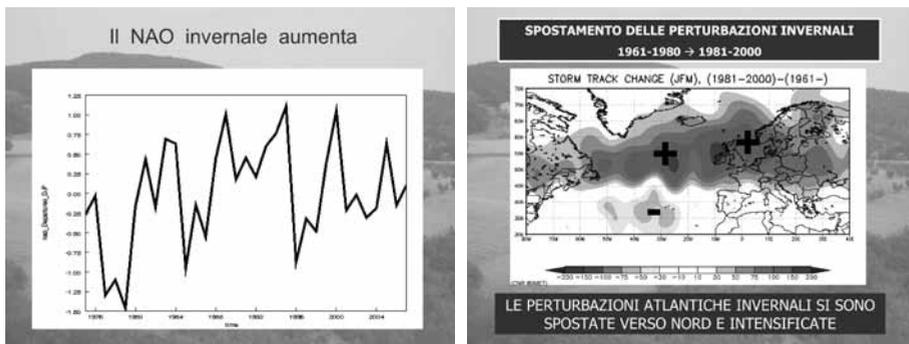
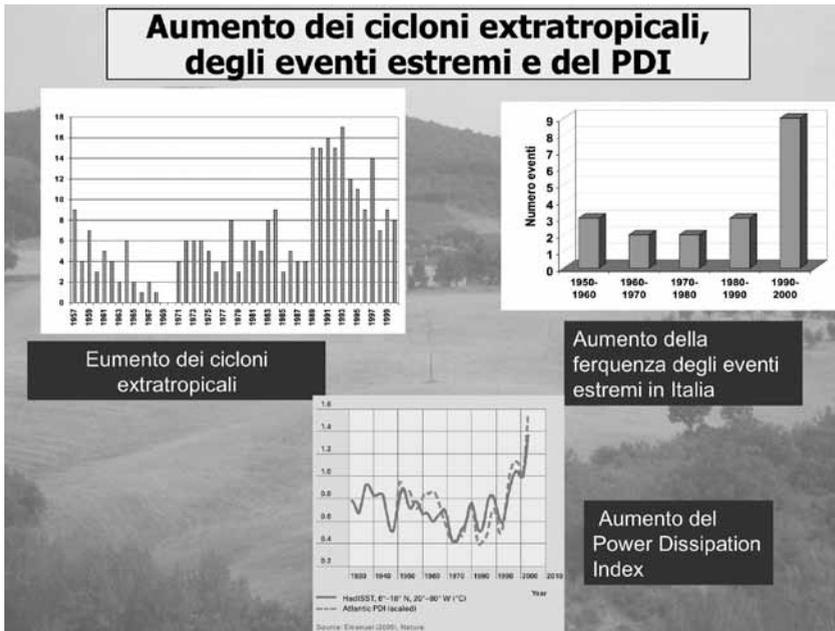
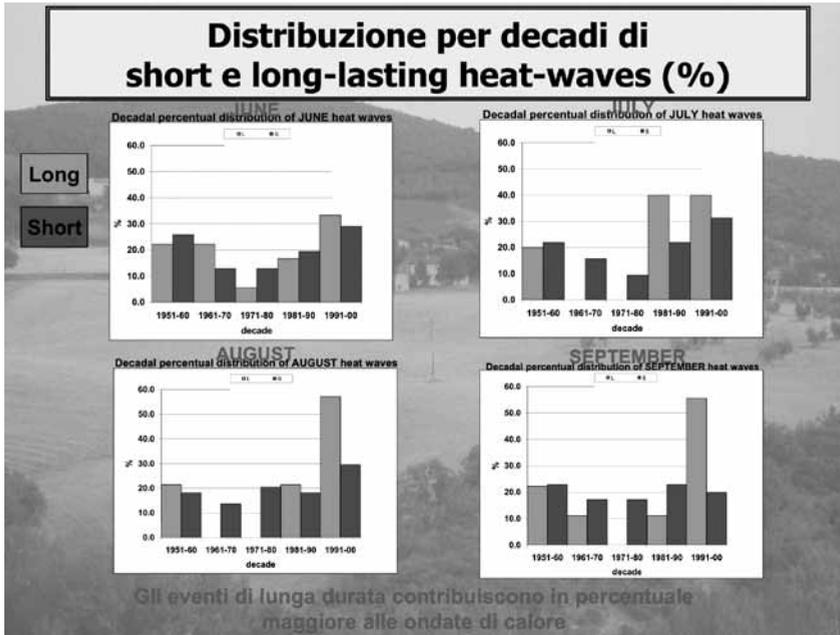


Fig. 5 Le perturbazioni atlantiche si spostano verso nord dando origine a fenomeni intensi (da CNR-Ibimet)



Figg. 6-7 Aumento dei fenomeni delle ondate di calore e dei cicloni extratropicali ed estremi (da CNR-Ibimet)

CLIMA E MODELLO ECONOMICO

Le modifiche planetarie a cui assistiamo sono da mettersi in relazione al modello economico dell'industrializzazione pesante che ha avuto il massimo della sua espansione nell'ultima metà del secolo scorso. Un modello basato essenzialmente sul consumo di energia che negli ultimi trenta anni è praticamente raddoppiato (fig. 8).

In gran parte questo aumento si deve imputare sia all'ingresso sullo scenario della produzione industriale di grandi paesi come Cina, India e Brasile e dall'altra alla globalizzazione del commercio che incrementa i trasporti su lunga distanza di uomini e di merci (fig. 9) che sono raddoppiati rispetto agli anni '70.

L'aumento nell'impiego dell'energia è direttamente correlato con l'aumento dei gas clima alteranti che sono aumentate del 25 % nello stesso periodo con le conseguenze che abbiamo visto sul clima globale.

D'altro canto l'aumento dei consumi energetici è alla base della progressione degli indicatori economici e in particolare del PIL che dal 70 a oggi è

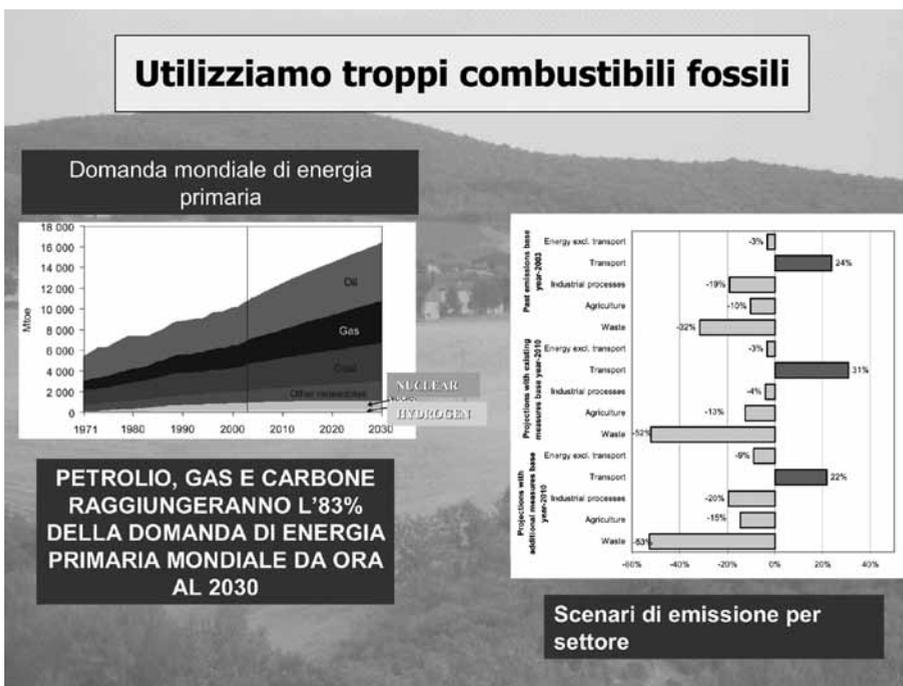


Fig. 8 Il "raddoppiamento" del consumo dell'energia dal 1971 al 2030 (da Energy.neb.gc.ca)

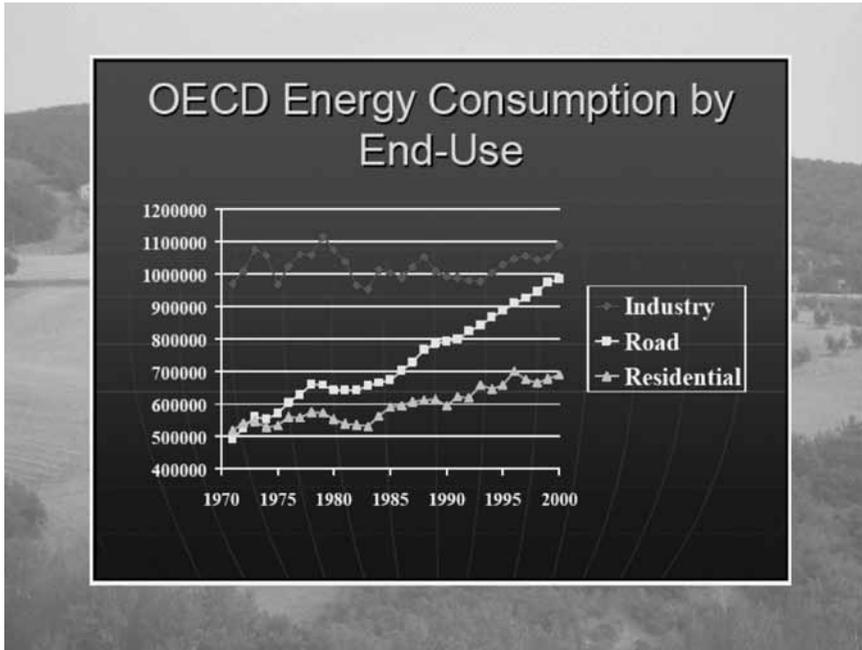


Fig. 9 Incremento dal 1970 al 2000 dei trasporti (da OECD)

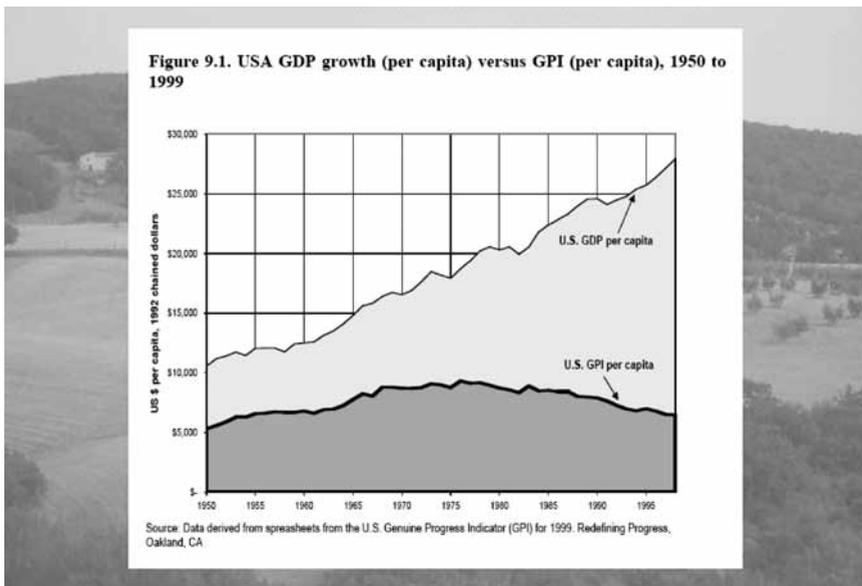


Fig. 10 La crescita del valore monetario del prodotto (pro capite), contro la crescita economica del paese (pro capite) (da eiu.edu)

anch'esso raddoppiato come gli altri indicatori ma senza che il livello complessivo di vita sia migliorato. Anzi, se consideriamo indicatori diversi dal PIL come ad esempio il GPI-Genuine Progress Index che prende in conto non solamente aspetti di carattere finanziario ma anche elementi dalla fine degli anni '70, si rileva un rapido declino (fig. 10).

Questi dati ci portano a concludere che l'estremo consumismo e il mercato oltre una certa soglia non fanno progredire la condizione umana, anzi la deprimono creando inoltre danni importanti all'ambiente. Evidentemente il modello liberale in politica e liberista in economia che ha avuto indubbi pregi permettendo di debellare la fame, la fatica fisica, molte malattie, l'analfabetismo e di favorire la partecipazione e le libertà civili, e quindi di migliorare le condizioni di vita dei paesi industrializzati, non riesce più a far progredire l'umanità probabilmente perché si è basato sull'assunzione che le risorse naturali siano illimitate, assunto che è manifestamente falso.

#### VERSO NUOVI MODELLI?

Come già accadde nel Rinascimento in cui filosofi, artisti, statisti, scienziati svilupparono una riflessione che un secolo più tardi dette avvio alla rivoluzione scientifica, tecnologica, industriale e politica, oggi è necessario sviluppare una riflessione che ci permetta di contribuire a costruire una nuova società nella quale, da una parte si consolidino le acquisizioni degli ultimi secoli, dall'altra si riducano gli impatti negativi e se ne risolvano le contraddizioni evidenti imposte dal mercato che è cieco rispetto ai valori e spesso anche semplicemente al buon senso. Basti pensare alle somme pagate da parte di una squadra calcistica per l'acquisto di un calciatore o per l'ingaggio di un attore, che sono spropositate rispetto al valore sociale del ruolo svolto, inducendo nei "poveri di spirito" una falsa considerazione della scala di valori a cui uniformarsi e sui quali educare le nuove generazioni.

D'altra parte la natura dell'uomo è caratterizzata da una grande flessibilità che ne determina la capacità a costruire scale di valori e modelli di comportamento completamente diversi da un'epoca a un'altra. Il prevalere dei valori dell'economia nel XX secolo e delle lotte sociali a essa connesse, nonché l'identificazione dell'affermazione personale solo con i parametri economici, ha fatto perdere di vista molti altri aspetti della vita umana che oggi tendono a riemergere quale risposta a una crisi generalizzata del sistema economico e politico. Per comprendere meglio i fenomeni del XX secolo è necessario delineare i caratteri salienti del modello economico corrente: esso si basa su di

una produzione industriale sempre più concentrata in grandi gruppi presenti in numerosi paesi le cui decisioni sono sempre di più svincolate dal potere politico e dal controllo sociale locale.

Tale concentrazione si estende oggi anche al comparto bancario e finanziario che, pur ricorrendo al risparmio dei privati, è talmente lontano da essi da non interpretare più un ruolo sociale come avveniva per gli istituti di credito locali.

Un altro settore sempre più sovranazionale è quello relativo al comparto delle risorse naturali, prima fra tutte quella dell'energia, ma anche delle derivate agricole, dei minerali, dei prodotti chimici e farmaceutici. Lo strumento attraverso il quale queste grandi concentrazioni guidano le scelte dei consumatori è da una parte rappresentato dai mezzi di comunicazione che sono in grado, per effetto del meccanismo della mimesi psicologica, di influenzare larghi strati della popolazione, dall'altra dalla globalizzazione del commercio i cui terminali sono rappresentati dai centri commerciali dove si ammassano enormi quantità di merci provenienti da tutte le parti del mondo con un livellamento negativo sugli stili di vita e di consumo.

La conseguenza di questa aggregazione economica e finanziaria al di sopra dei confini degli Stati, crea un sorta di potere parallelo fuori da ogni controllo e i meccanismi psicologici ed economici messi in atto tendono a ridurre il potere critico e discrezionale del singolo nonché a influenzare le scelte della politica sempre più dipendenti dagli attori dell'economia e della finanza globale. Si perde così il radicamento delle comunità ai territori di appartenenza che non sono più, come nelle società preindustriali, la fonte principale dei mezzi di sussistenza e perdono anche la capacità autonoma di elaborare modelli di società ricchi di esperienze individuali e collettive che rispondevano al criterio generale della diversità delle culture, il cui contatto attraverso i commerci e le migrazioni costituiva un arricchimento reciproco. In sostanza una sintesi delle profonde trasformazioni avvenute nell'ultimo secolo possono essere compendiate dall'abbandono dalle aree rurali e dalla concentrazione in enormi megalopoli di milioni di persone e dunque dal passaggio da una civiltà prevalentemente agricola e rurale a una civiltà prevalentemente urbana e industriale.

Si tratta di capire se quanto si è guadagnato con il modello della società moderna e quanto si è perduto con la fine di un equilibrio fra civiltà rurale e civiltà industriale possa essere compendiato in un nuovo modello in cui coesistano valori e risultati delle due civiltà con uno schema del tipo indicato nella figura 11.

In definitiva ciò potrebbe tradursi in un modello di società in cui possano coesistere due diverse forme di economia, una economia pesante figlia del modello novecentesco e una economia leggera di nuova concezione che si colleghi alla prima. È evidentemente un interrogativo epocale che per ottene-



re risposte richiede un importante intervento degli intellettuali e del mondo scientifico (fig. 12).

La prima conseguenza di questa trasformazione la si riscontra nella rottura di quel patto silenzioso che esisteva fra le comunità umane e la natura che troviamo in forma simbolica nell'arte, nei riti religiosi, nei calendari, nelle festività.

Basti pensare a due simboli, l'albero di Natale e l'albero della cuccagna (fig. 13), che ancora oggi, specialmente il primo, è considerato il simbolo delle feste natalizie pur non conoscendone l'origine. Il Natale di Cristo infatti coincide con il periodo solstiziale nel quale il sole riprende il suo cammino verso l'emisfero nord e le giornate si allungano, ragione del colore rosso usato in questo periodo di festa che sta a significare il risveglio della natura come la nascita di Cristo è simbolo della rinascita della cristiana speranza. Un insieme di simboli che la Chiesa ha mutuato dalle religioni precristiane. L'albero della cuccagna sta a significare la convinzione della dipendenza dell'uomo dalla natura che gli fornisce cibo e gran parte delle materie prime necessarie per la vita. Questa profonda fede negli equilibri naturali propria di tutte le civiltà agricole si interrompe con la civiltà industriale che utilizza



Fig. 13 *Due simboli che la Chiesa ha mutuato dalle religioni precristiane (da Ibimet-CNR)*

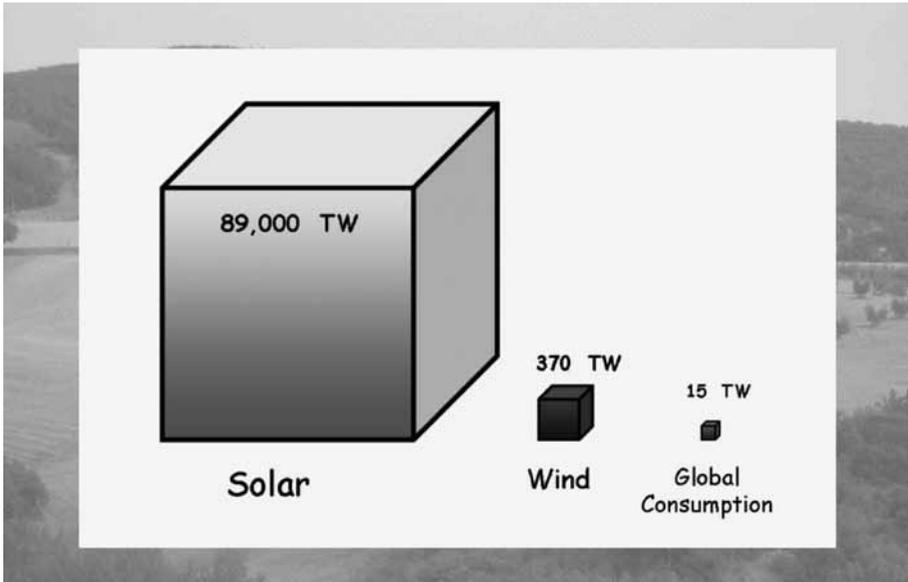


Fig. 14 La quantità di energia solare disponibile a fronte del consumo globale dell'energia



Fig. 15 La fotosintesi come modello positivo per la produzione di energia

le risorse del pianeta senza alcuna attenzione alla sostenibilità delle tecnologie che adotta.

È a partire da queste considerazioni che una risposta agli interrogativi posti dalla civiltà industriale possono forse trovare una parziale risposta. Se infatti confrontiamo le risorse naturali come l'energia solare con quella di origine fossile oggi utilizzata vediamo che la prima è di gran lunga superiore (fig. 14).

La via più naturale di utilizzare energia solare è grazie alla sua trasformazione in sostanza verde attraverso la fotosintesi (fig. 15). Per risolvere il problema degli equilibri ambientali, occorrerebbe un modello produttivo che utilizzasse al massimo la fotosintesi per l'energia, le fibre, i prodotti chimici, gli imballaggi, riducendo al massimo i trasporti da limitare prevalentemente a quelle produzioni che per ragioni tecnologiche non possono essere fatte se non in grandi stabilimenti.

Abbiamo provato a immaginare un progetto di questo tipo applicandolo in Toscana a due comparti, quello energetico e quello del tessile abbigliamento.

Nel primo caso risulta che quanto meno per il comparto rurale il ricorso alla legna come fonte energetica insieme al solare, all'eolico e al biodiesel rappresenterebbe già un importante contributo ai consumi energetici assumendo un modello distribuito basato su impianti individuali a cogenerazione o addirittura a trigenerazione (fig. 16).

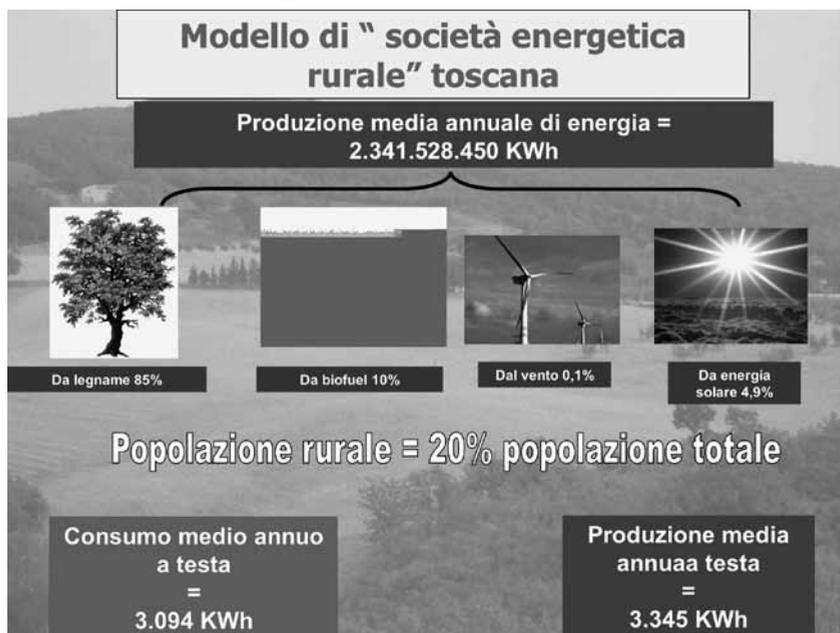


Fig. 16 *Produzione media stimata di energia "rurale" (da CNR-Ibimet)*



Fig. 17 *La microfiliere del Tessile (da CNR-Ibimet)*

Nel comparto del tessile abbiamo raccolto la lana delle pecore allevate in Toscana ricostruendo tutta la filiera dal lavaggio, alla filatura, cardatura e tessitura fino alla produzione di tessuti caratteristici italiani come l'orbace e il panno e la confezione finale da parte di una sartoria specializzata in modelli tipici della tradizione toscana (fig. 17).

Sia nell'uno che nell'altro caso i progetti, ancora in corso, si sono impegnati a mettere in luce gli aspetti positivi e le criticità, immaginando la costruzione di un modello economicamente sostenibile il cui impatto sull'ambiente e sull'occupazione potessero bilanciare gli effetti negativi su questi due importanti aspetti dei modelli dell'economia globale.

## CONCLUSIONI

Da un esame superficiale potrebbe sembrare che questo approccio conduca a forme di autarchia o di protezionismo. Le due forme di economia invece si fondano sulla volontà di difendere la produzione e l'interesse locale e non è pensabile che in un mondo globalizzato per tecnologie e informazioni, ci si esima dal ridurre i consumi e l'impiego energetico a scapito della salvaguardia del pianeta.

È quanto viene da tempo richiamato da alcuni economisti che sostengono la necessità di applicare ai prezzi delle merci il calcolo delle “esternalità” in particolare ambientali ma anche sociali ed etiche.

Il problema è allora di capire se possono coesistere forme diverse di economia e quali possano essere i loro pesi relativi. Un quesito di questo genere non si può applicare solamente ai meccanismi economici ma deve tener conto anche di quegli aspetti della vita dell'uomo che sono di difficile contabilizzazione come l'orgoglio e la passione per il proprio lavoro, la fiducia nel futuro, la possibilità di esercitare pacificamente la propria fede e di conformare le proprie modalità di vita singola e collettiva in ragione dei valori della propria cultura nazionale e locale.

È una sfida grande quella che ci troviamo a fronteggiare ma che anche alla luce della recente crisi finanziaria internazionale diviene sempre più pressante e urgente.

In effetti l'impatto del modello fino a qui adottato sia sull'ambiente che sull'economia, che è ormai applicato a quasi metà della popolazione mondiale, rende indispensabile tracciare scenari del futuro in cui evidenziare le criticità e le soluzioni. Se non percorreremo questa strada ci troveremo a dover fronteggiare crisi sempre più frequenti, annullando gli effetti benefici dello sviluppo dell'ultimo secolo che non potrebbero essere trasmessi ai paesi che ancora non sono stati toccati dallo stesso sviluppo.

#### BIBLIOGRAFIA

- DALU G.A., GAETANI M., PIELKE R.A., BALDI M., MARACCHI G. (2004): *Regional Variability of ITCZ and of Hadley Cell*, «Geophysical Research Abstract», vol. 6.
- MARACCHI G., VACCARI F. (2006): *I cambiamenti del clima e la sostenibilità del pianeta*, Ed. Procom.
- MARACCHI G., SIROTENCO O., BINDI M. (2005): *Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry*, «Climatic Change», 70, pp. 117-135.
- MARACCHI G. (2009): *Tessile e sostenibilità*, in Atti del Convegno 11 ottobre 2008, Galleria del Costume di Palazzo Pitti, Osservatorio dei Mestieri d'Arte.

GIUSEPPE LANZAVECCHIA\*

## Le agricolture dei Paesi emergenti

### SVILUPPO E SOTTOSVILUPPO

Dal 1492 – scoperta di Colombo dell’America – nasce e cresce esponenzialmente nei paesi extraeuropei un fenomeno di sottosviluppo che ha originato tutta una serie di problemi di natura economica, tecnica, politica per comprenderli e risolverli. Sino a quel momento la ricchezza dei vari paesi del mondo era stata non molto diversa se si esclude, da un verso, la presenza di gruppi etnici emarginati e, dall’altro, di alcuni paesi molto ricchi – come la Serenissima di Venezia. Sull’argomento sono stati scritti fiumi di lavori – ne cito uno soltanto (Bairoch, 2007) – che a mio avviso hanno inteso – più che comprendere – sostenere tesi preconconcette e quindi di natura più politico-ideologica che scientifica.

Di poco posteriore al 1492 è un altro fenomeno – che non ha precedenti nella storia dell’uomo – ossia un aumento eccezionale della ricchezza, totale e pro capite, in Europa – particolarmente in alcuni paesi – che spesso è stato attribuito alla rapina attuata dai paesi ricchi alle loro colonie le quali l’avrebbero pagata con il loro sottosviluppo.

Capire come avviene il processo di accumulo della ricchezza e di superamento della povertà non è semplice, anche perché esso si è storicamente avvalso di un gran numero di modalità e di vie molto diverse. Vale la pena di ricordare, oltre alla rivoluzione industriale e a qualche recente studio (Wade, 2007), quello che – per l’autore di questo intervento – è stato lo strumento più rilevante del processo ossia la rivoluzione scientifico-tecnologica, che si può far partire con Galileo (Lanzavecchia, 2008) e che ha riguardato, sino a meno di

\* *Già capo Gruppo Ricerche Montedison*

un secolo fa, soltanto i paesi occidentali, escludendo anche paesi di vecchia tradizione scientifico-culturale come la Cina, l'India, i popoli arabo-islamici. Il lavoro citato (Lanzavecchia, 2008) mostra chiaramente come, con questa rivoluzione, si è avuta un'accelerazione sbalorditiva della storia tanto che, per ogni campo del fare e del sapere, si può ritenere – ad esempio – che quanto è stato fatto nel solo XX secolo equivalga a quanto l'uomo ha fatto in tutta la storia precedente da quando è apparso sul pianeta.

Questo rende conto del fatto che se oggi si verifica, in un paese o in un continente, un ritardo del nuovo sviluppo scientifico, anche solo di qualche decennio, tale ritardo si traduca inesorabilmente in un arretramento della loro posizione (economica, culturale, politica...) di portata enorme e non superabile se non con una locale rivoluzione tecnico-scientifico-culturale.

#### I PAESI EMERGENTI

Anche se fenomeni, cause, conseguenze non sono stati veramente compresi, tuttavia in un numero crescente di paesi ci si è resi conto che soltanto mediante il superamento della loro "arretratezza" essi avrebbero potuto ridurre il divario negativo coi paesi più avanzati (e ricchi), e che – nel loro caso almeno – lo strumento per farlo era l'accettazione della cultura scientifico-tecnologica tipica delle società occidentali.

Questa via – del resto – ossia lo sviluppo basato sulle conoscenze, anche se empiriche e con processi assai lenti, è stata quella seguita dall'umanità da che opera. L'agricoltura è stata forse lo strumento più importante per trasformare la società umana; apparsa sul pianeta terra circa 10.000 anni fa, ha sconvolto tutte le condizioni di vita e ambientali. Fino a quell'evento gli esseri viventi tutti, vegetali e animali, uomini compresi, erano sostanzialmente vissuti in "equilibrio ecologico", il che aveva significato per la specie uomo la presenza di 5-6 milioni di individui.

Da allora la popolazione umana è cresciuta di oltre mille volte, è aumentato enormemente anche il numero degli animali di allevamento. Alcune varietà vegetali hanno invaso il pianeta – come i cereali – altre hanno dovuto trovarsi delle nicchie di sopravvivenza. L'ambiente è stato sconvolto. Boschi e savane scomparsi per offrire terreni alla coltivazione agricola. Le paludi prosciugate e risanate; le colline spianate come nell'Oregon, in California, nel Nevada; i deserti resi verdi, come nella penisola araba.

Ai tempo di Augusto un chicco di grano coltivato ne produceva mediamente quattro, ma uno serviva per la semina (Ricossa, 1984), oggi ne dà

cento, e anche duecento per il mangime animale. Il grano duro è quello ottenuto dall'Università della Tuscia e dal Cnen qualche decennio fa per modificazione genetica ottenuta bombardando il grano con radiazioni (Barducci, 2007). I pomodori, originari del Messico e paesi limitrofi, assai probabilmente furono coltivati e resi veramente commestibili soltanto dopo la colonizzazione spagnola. Discorsi analoghi valgono per ogni specie agricolo-alimentare.

L'agricoltura è anche debitrice e causa di "drammatici" cambiamenti ideologico-culturali. Il pensiero religioso ha portato a un uso efficace della natura col passaggio da una concezione della terra come una dea da non violare (che ancora persiste nella cultura degli aborigeni americani) a quella di una madre da fecondare, come richiede l'agricoltura; col dettame di Yavhé agli uomini «che dominino i pesci del mare, gli uccelli del cielo, le bestie» ai quali ha aggiunto «siate fecondi, moltiplicatevi; riempite la terra e sottomettetela; (...) vi dono tutte le piante che portano semente».

L'agricoltura ha scatenato il processo di trasformazione degli alimenti: cottura, conservazione, salamoja, fermentazione, ottenimento di vino, birra, formaggi, succhi e bevande, uso del freddo e tutta una serie di altri interventi. La storia di Abele e Caino è quella della rivalità tra pastori e contadini (per l'uso del suolo, l'industria, la città, l'organizzazione); Abele non poteva essere che perdente e Caino, come dice la Bibbia, non fu condannato da Dio.

In questi ultimi decenni la rivoluzione verde, innanzitutto, ma tanti altri interventi (ricerca scientifica, tecnologie, cambiamento delle abitudini alimentari e di vita, scuola ed educazione) hanno fatto decollare molti paesi (Messico, Cina, India, Brasile, buona parte del Sud e Sud-Est asiatico) facendoli uscire dal sottosviluppo, e l'agricoltura è stata lo strumento primario per far decollare e sostenere questo processo.

Va detto chiaramente che tale processo comporta la riduzione drastica degli addetti all'agricoltura con il concomitante sviluppo dei settori industriali e dei servizi e quindi richiede un sistema socio-economico in grado di attuarlo.

#### PAESI EMERGENTI E AGRICOLTURA

Salvo pochi casi (Singapore, Arabia Saudita, Emirati Arabi), il decollo dei paesi emergenti si è basato sullo sviluppo di una forte agricoltura capace non solo di dare nutrimento agli abitanti, ma pure di consentire possibilmente flussi di esportazione, di sviluppare tutta una serie di attività collaterali (tra-

sformazione agro-alimentare, industrie, servizi), ma soprattutto di sradicare molte arcaiche concezioni sociali e di consentire l'avvio di società più "aperte" in grado di accettare i cambiamenti utili se non di provarli. L'agricoltura è dunque lo strumento indispensabile per lo sviluppo dei paesi emergenti (Vedovato, 1971; Parmentier, 2009).

Rimangono tuttavia ancora numerosi paesi arretrati (soprattutto in Africa, ma anche in Asia e nel Sud America), caratterizzati innanzitutto dalla debolezza e arretratezza del settore agricolo che rappresenta ancora la quota maggiore dell'occupazione: il 70% dei lavoratori è infatti impiegato – nell'Africa centrale tra Magreb e Sud Africa – nel settore agricolo e il 95% delle terre coltivate è gestito da imprese di tipo familiare. I prodotti coltivati sono destinati al commercio di prossimità, cioè a mercati e piccoli negozi dove si rifornisce la maggior parte dei consumatori africani (Beati Costruttori di Pace, 2006; Morgantini, 2007).

Benché siano stati avviati da tempo sia numerosi studi sia anche azioni per affrontare i problemi dell'agricoltura africana, il perdurare di strutture arcaiche è la dimostrazione della difficoltà di superare una cultura e uno stile di vita fortemente radicati. Tra le tante vie suggerite per raggiungere l'obiettivo due sono le più rilevanti: una nuova "rivoluzione verde" e lo sviluppo di una forte "agricoltura familiare" che non si limiti alla sola produzione locale.

Le varietà di riso e cereali ad alta resa, all'origine della rivoluzione verde, furono largamente il frutto di un sistema di ricerca internazionale fatto partire dalla prima conferenza tenuta a Bellagio, nella Villa Serbelloni, nell'aprile 1969 con gli auspici della Fondazione Rockefeller, e alla quale ebbi la fortuna di partecipare. L'agricoltura dei paesi in via di sviluppo fu trasformata quando scienziati e tecnici incontrarono i responsabili della finanza e li convinsero a investire nella ricerca.

Oggi si punta a una nuova rivoluzione verde (AA.VV., 2007; Båge, 2008) concepita per tutto il mondo, ma soprattutto per i paesi africani (Scarascia Mugnozza, 2007; M'Baye, 2009; Dano, 2007), assai più flessibile e articolata di quella precedente e tale da riconoscere che «l'unica possibilità per salvare l'Africa dalla morsa della malnutrizione è innanzitutto elevare la produzione agricola locale, rendendola autosufficiente. Il Comitato promotore dell'African Community Genetic Resources Centre, insieme alle comunità rurali e ai tecnici africani, ricerca le piante più adatte all'ambiente, più produttive in quantità e qualità, capaci quindi di accrescere i consumi alimentari, di sviluppare commerci, di favorire attività bioindustriali. Le risorse genetiche così rilevate saranno studiate e conservate nelle "banche dei geni"» (Marris, 2008).

### IL COSIDDETTO “FALLIMENTO” DELLE RIVOLUZIONI VERDI

Dopo il successo della prima rivoluzione verde, tutti i tentativi per una nuova rivoluzione che consentisse di ottenere risultati analoghi nei paesi ove l'agricoltura era rimasta arretrata e insufficiente sono falliti, ed è questo il motivo principale che sta spingendo a impostare nuove iniziative.

Va del resto ricordato che, per lungo tempo, molti hanno ritenuto che anche la prima “Rivoluzione Verde” fosse stata un fallimento per tutta una serie di motivi, e in primo luogo perché un gran numero di agricoltori non erano stati in condizione di operare con i nuovi mezzi e le nuove modalità in quanto complessi, costosi e bisognosi di risorse (macchine, acqua, fertilizzanti) al punto che molti agricoltori furono costretti ad abbandonare i campi.

Questo costo è tuttavia una conseguenza inevitabile perché non è concepibile che si riesca in tempi brevi a educare tutti gli operatori di un settore di grandi dimensioni e distribuito su un vasto territorio. Non semplice risulta anche la possibilità di trovare il modo di finanziare tutti gli operatori. Infine, una qualsiasi rivoluzione verde ha, tra i suoi obiettivi, proprio quello di aumentare la produttività del settore agricolo per arrivare a far sì che esso richieda non più del 10% dell'occupazione di un paese. Ritenere che una pur avanzata agricoltura familiare possa dare un lavoro adeguatamente remunerato a tutti o a gran parte degli addetti oggi presenti è un'illusione che soltanto un'impostazione “politico-ideologica” può sostenere, in un mondo che tende a essere postindustriale e sostituire, appena può, le soluzioni dure (materiali, macchine, lavoro fisico) con altre immateriali.

### IL FATTORE TEMPO

Per l'autore comunque il fattore che determinerà in modo sconvolgente ogni aspetto dello sviluppo del pianeta – e quindi anche dell'agricoltura – sarà la rivoluzione scientifico-tecnologica, che si può far partire con Galileo (Lanza-vecchia, 2008), e che è proceduta e continuerà a procedere con un'accelerazione sempre più sbalorditiva. Come si è già detto, quanto è stato fatto nel solo XX secolo equivale a quanto l'uomo ha fatto in tutta la storia precedente da quando è apparso sul pianeta, e si può ritenere che i prossimi 10-20 anni equivarranno, in termini di innovazione e cambiamento, a tutto il secolo appena passato.

Se la meccanizzazione e la chimica hanno accresciuto di cento volte in due secoli la produttività degli addetti all'agricoltura e quindi della terra, la

biotecnologia potrebbe fare altrettanto in 20 anni soprattutto se riuscirà ad avvalersi del contributo di tutte le nuove scienze e le nuove tecniche – dei materiali, della lavorazione, dei controlli – ma, anche più importante, sarà necessario fornire a tutti i cittadini le conoscenze necessarie per operare efficacemente, dando loro un'istruzione adeguata, scientifica, tecnica, organizzativa che finalmente rinuncia alle informazioni inutili se non errate e procede invece in modo scientificamente rigoroso.

È auspicabile che un tale sviluppo avvenga in tutto il mondo, paesi avanzati e paesi in via di sviluppo, ma potrebbe accadere che alcuni dei paesi arretrati non saranno in condizioni di farlo e che alcuni di quelli oggi avanzati saranno invece frenati da impostazioni ideologiche.

#### SVILUPPO E RISORSE

Lo sviluppo dei paesi emergenti richiede risorse. Molti ritengono che il pianeta non sia in grado di offrire a tutti i suoi abitanti la stessa quantità di risorse che oggi utilizzano i paesi avanzati e ricchi, anche se gli sviluppi scientifico-tecnologici riusciranno a ridurre i bisogni specifici di risorse necessarie per ogni euro di Pil prodotto.

L'opinione di chi scrive è invece che non esista un problema di risorse, anche perché queste non sono offerte direttamente dal pianeta e dal suo ambiente, ma sono create dall'uomo con le sue ricerche (Colombo e Lanzavecchia, 2005). Inoltre, più i paesi sottosviluppati riescono a emergere più anch'essi contribuiscono alla crescita delle conoscenze – e quindi anche delle risorse – come gli eventi di Cina, India e degli altri paesi emergenti dimostrano ampiamente.

Nell'articolo appena ricordato (Colombo e Lanzavecchia, 2005) sono state discusse in un apposito capitolo le risorse che gli autori ritengono fondamentali: cibo, energia, materiali, acqua, ambiente, conoscenze. Chi fosse interessato potrà rendersi conto con questo capitolo e con tutto il lavoro, di cosa sono davvero le risorse e di come si possono convenientemente gestire

#### IL PROBLEMA DELL'ACQUA

L'agricoltura, oltre al suo compito primario di fornire il cibo, ha un nutrito insieme di altri compiti e attività ed è coinvolta in processi che le sono spesso richiesti o che la condizionano anche pesantemente. Qui di seguito ricor-

deremo molto succintamente alcuni di questi problemi che toccano non soltanto i paesi industrializzati ma sempre più anche e soprattutto quelli emergenti.

Innanzitutto l'acqua, della quale l'agricoltura è di gran lunga il principale utilizzatore. Questa risorsa è stata studiata in passato e sempre più recentemente con libri, articoli, analisi sia di carattere tecnico sia ideologico-politico (ad esempio, l'acqua gestita dal sistema pubblico o dai privati). Si possono ricordare *Water Science for Schools* (USGS, 2006); *Water in focus* (UNESCO-IHE, 2007); *L'acqua, oro blu del XXI secolo* (VIS, 2000) che, dopo un'introduzione, discute Le Guerre dell'Acqua, L'acqua in cifre, Acqua: risorsa limitata, La privatizzazione dell'Acqua, Il 2° Forum Mondiale dell'Acqua, Un Contratto Mondiale sull'Acqua; e la serie "Speciale Acqua", della quale sono usciti i numeri 1 e 2, in corso di pubblicazione su «Il Giornale dell'Ingegnere» (Mastino, 2009; Icardi, 2009).

Innumerevoli sono anche i lavori che trattano argomenti tecnici specifici relativi all'acqua e all'agricoltura.

Io stesso mi sono occupato della problematica dell'acqua in diverse occasioni e con un intervento a un convegno tenutosi a Venezia nel 2001 (Lanzavecchia, 2001).

## L'ENERGIA

L'agricoltura, come qualunque altra attività produttiva, ha bisogno di energia, ma i prodotti alimentari sono essi stessi energia, tanto che da sempre sono stati usati anche a fini energetici e oggi addirittura sono stati messi in atto progetti specifici per produrre, con tecniche agricole, energia (biomassa, biocombustibili): si veda, ad esempio, la serie di articoli di «21<sup>mo</sup> Secolo» (Blondet et al., 2008).

La verità è che di energia sul nostro pianeta ce n'è tantissima, a partire dai combustibili fossili, e che il problema energetico per qualsiasi paese, nelle condizioni attuali, e prevedibili per il futuro, dovrebbe essere l'indipendenza energetica e comunque una dipendenza tollerabile, ossia tale da non essere che marginalmente condizionata dai fornitori, mentre tutti gli altri fattori – condizioni geopolitiche, disponibilità diretta e indiretta delle varie risorse, previsione dell'evoluzione di produzione e consumo dell'energia, di evoluzione dei settori tecnico economici, delle condizioni politiche, economiche, tecniche, ambientali – restano dei vincoli ma non possono o debbono essere degli obiettivi.

Le fonti tradizionali d'energia oggi disponibili sono tante e il lettore può trovarne indicazione in un gran numero di documenti facilmente reperibili (ad esempio Battiau, 2008); non c'è invece accordo sulla loro entità. Il gas è la fonte alla quale negli ultimi anni ci si è maggiormente rivolti e che ancora richiede attenzione (ISIMM e Università di Roma "La Sapienza", 2008). I biocombustibili, il cui sviluppo è stato molto forte in questi ultimi anni, e che hanno interferito con la produzione agricola di cibo in tutto il mondo (Conferenza di alto livello sulla sicurezza alimentare mondiale), hanno stimolato una serie di studi e considerazioni critiche sulla loro effettiva validità economica, energetica e ambientale (University of Washington, 2008; L.C., 2008; Tollefson, 2008). Anche il nucleare da fissione e il solare stanno sperimentando una revisione dei giudizi (Kanellos, 2008).

Vanno poi presi in considerazione i nuovi modi di ricorrere alle fonti tradizionali: per il gas gli idruri o clatrati di metano dei quali sono ricchissimi il "permafrost" e i fondali oceanici (Scott, 2004; Giavarini, 2008); poi il petrolio inorganico che potrebbe esistere in grandissime quantità (Vacca, 2007a); l'Uranio con nuove tecniche di ottenimento (Nebbia, 2007). Per il nucleare da fissione si può inoltre sviluppare la filiera che fa ricorso al torio come combustibile (Bardi, 2007).

Anche l'area delle bioenergie offre una grande varietà di soluzioni, al di là di quelle più note e sfruttate: alghe degli oceani (Kansas State University, 2008), microbi che producono idrogeno da zucchero, o metano, tra le tante soluzioni proposte. Si possono ancora ricordare l'ottenimento d'energia dallo sfruttamento delle onde (Patel-Predd, 2008) e delle maree (Vacca, 2007b), la Zero Point Energy che, secondo la meccanica quantistica, riempie tutto lo spazio vuoto.

Le fonti energetiche, convenzionali e nuove, possono beneficiare del ricorso a nuove tecnologie. Sono note molte nuove soluzioni: microrganismi che trasformano la materia organica in energia, ma anche in cibo e, in particolare, che producono idrogeno, fotovoltaico che ricava combustibili da CO<sub>2</sub>, energia solare dallo spazio, energia da fusione nucleare che, dopo il successo di JET, sta ripartendo con ITER (Batistoni et al., 2008), la collaborazione dei paesi mediterranei (Canevari, 2009).

## IL CLIMA

Il clima è un fenomeno che incide fortemente sull'agricoltura. La storia dei cambiamenti climatici sembrerebbe indicare che la nostra epoca è destinata a

entrare in un periodo di raffreddamento. Negli anni '70 del secolo scorso si riteneva che questo sarebbe stato il destino del pianeta e ne parlavano anche i giornali (Oddone, 1978), ma oggi non se lo ricorda quasi più nessuno. Poi s'è cominciato a parlare di riscaldamento, dovuto all'effetto serra provocato dall'emissione di CO<sub>2</sub> delle attività umane.

Questa posizione è sostenuta da un numero elevato di studiosi – più esperti di modellistica matematica che di climatologia – quasi tutti accorpate nell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) che ha trovato il quasi unanime sostegno di stampa, opinione pubblica e, via via, dei governi. Lo "IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007" (Climate Change 2007) descrive situazione e previsioni del clima planetario; il Protocollo di Kyoto – stabilito sulla base dei rapporti dell'IPCC – dà le indicazioni di policy per i governi (Kyoto Protocol, From Wikipedia) ma è considerato da molti – tra i quali Bjorn Lomborg (Soupcoff, 2007) e, modestamente, il sottoscritto – una soluzione inconsistente se non dannosa (For every dollar spent, Kyoto does the world only about 34 cents' worth of good).

Tuttavia non tutti sono convinti della validità delle considerazioni dell'IPCC; S. Fred Singer è tra questi ultimi (Fred Singer, 2009) e ricorda che «The equally competent NIPCC (Non-Governmental International Panel on Climate Change), which is an independent group of climate scientists, claims that the cause is primarily natural. If NIPCC is correct, then any effort to control the emission of CO<sub>2</sub> is pointless, counterproductive, and very expensive. It's all pain and no gain».

Mentre sempre più i paesi emergenti debbono preoccuparsi del clima, almeno per adattarvi la propria agricoltura, e del ricorso contenuto all'uso di risorse e di energia, non è loro interesse adattarsi al protocollo di Kyoto.

#### LA BIOLOGIA PER LO SVILUPPO

Oggi biologia e biotecnologie sono gli strumenti più avanzati per realizzare un'agricoltura migliore e produttiva. Il mio amico François Gros l'aveva capito da tempo (Gros, 1994) convinto che la biologia molecolare, impadronitasi della medicina e dell'agricoltura, diventava sempre più una questione economica e pertanto sociale e giuridico-politica, ossia politica. Fin dove si può spingere il potere dei biologi è la domanda alla quale l'autore, che è stato docente al Collège de France e all'Istitut Pasteur, tenta di rispondere mentre il dibattito sulla bioetica infiamma gli animi. Recentemente egli ha pubblicato un nuovo libro (Gros, 2009) che aggiorna le concezioni che, dopo poco più

che un decennio, appaiono ormai arcaiche e che mostra come gli sviluppi biologici consentano di concepire un mondo del vivente e un'agricoltura che sconvolgono tutte le concezioni di un passato anche recente, e di vincere le sfide (popolazione, clima, risorse) che altrimenti sarebbero pericolose.

I paesi emergenti dovrebbero ricorrere alle nuove conoscenze e ai nuovi strumenti biologici, che consentono di ridurre enormemente le rigidità delle tecniche del passato, per sviluppare un'agricoltura avanzata capace di rispondere meglio che un tempo ai bisogni e ai gusti dei consumatori.

#### SUPERARE L'IDEOLOGIA

Oggi freni e ostacoli a uno sviluppo più valido ed efficace vengono soprattutto da concezioni ideologiche che la continua acquisizione di nuove conoscenze e il superamento dei tradizionali processi "intuitivi" che ignorano la scienza rendono inutili se non pericolose. Superare in tempi brevi – e per tutti i cittadini – una cultura diventata inconsistente è un'impresa praticamente impossibile ma necessaria. I prossimi anni vedranno non tanto la fine della storia (Fukuyama, 2003) o lo scontro delle civiltà (Huntington, 1993) quanto lo scontro tra la cultura del sapere tradizionale basato sull'intuizione e quello del sapere scientifico basato sulla ricerca.

In questo conflitto potrebbero essere avvantaggiati molti paesi emergenti meno legati ad aspetti della vecchia cultura dominante.

#### CONCLUSIONI

L'esigenza di soluzioni sempre più avanzate (in termini di produttività, qualità, sicurezza, ecc.) in un sistema in evoluzione sempre più rapida, richiede un contributo crescente di ricerca, non soltanto applicata, ma pure di base (Gallagher), e anche questa esigenza è un indicatore del profondo cambiamento che dovrà caratterizzare, in tempi molto brevi, la struttura dei paesi emergenti per uscire dal sottosviluppo.

Un aspetto assai più difficile da soddisfare è l'acquisizione di una solida "cultura" generale adeguata al cambiamento che si deve affrontare; una tale cultura esiste in Africa, ma è assai più difficile da recuperare che non in Asia ove c'è un panorama di profondi rapporti fra scienza e cultura, due discipline che si sono sviluppate, nei millenni passati, simultaneamente. Grande importanza ha l'esperienza della comunicazione (che caratterizza anche l'Africa)

indispensabile al progresso delle conoscenze, come insegnano i lontani esempi dei centri nevralgici di Battriana (Afganistan) e Soggiana (Samarcanda) (Soutif, 2009). Ma anche Persia, India, Cina hanno una stupenda tradizione scientifica e di comunicazione.

Molte delle proposte di sviluppo dell'agricoltura e – più in generale – delle società dei paesi emergenti, se non addirittura dei paesi avanzati, che sarebbero minacciati dall'odierno distruttivo stile di vita, fanno leva su un ritorno alla cultura dei contadini; si pensi, ad esempio, a Ermanno Olmi (che apprezzo molto come regista) il quale afferma che «è finita la baldanzosa euforia della ricchezza facile. Il nostro futuro sarà l'agricoltura» (Olmi, 2009), proprio per evitare la povertà di chi produce per tutti il cibo, come mostra il suo documentario “Terra Madre” (Terra Madre, 2008).

Questa visione catastrofico-idilliaca è pericolosa perché, mentre combatte l'unico modo per salvare l'agricoltura – che è quello di uscire una volta per tutte dalla cultura dei contadini – frena la ricerca di soluzioni nuove ed efficaci. Ci si culla nello “Slow food” ignorando il cambiamento sempre più frenetico della società che, per l'agricoltura e il cibo, significa “Fast food” e, per la cultura in generale, finalmente l'attuazione del futurismo del quale festeggiamo quest'anno il centenario. Chi rifiuta il futuro è destinato all'emarginazione.

Difendere la sovranità alimentare di un paese è giusto, ma non come predica Carlo Petrini (Fumagalli, 2009), ossia con un pericoloso protezionismo. I paesi ricchi o trovano il modo di produrre a basso costo o debbono comprare i prodotti a buon mercato dei paesi emergenti (Cremonesi, 2009). In questo quadro rifiutare gli OGM significa rinunciare a uno dei nuovi sviluppi che aprono a un'agricoltura più produttiva, meno costosa, di più alta qualità (Stampani, 2008); i paesi emergenti lo stanno capendo meglio di molti avanzati.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2007): African Green Revolution Conference, 28-29 August 2008, Radisson SAS Scandinavian Hotel – Oslo, Norway.
- BÅGE L. (2008): Key note address to the African Green Revolution Conference, 16 October.
- BAIROCH P. (2007): *Le radici storiche del sottosviluppo dal 1492 al 1950*, Enciclopedia Multimediale delle Scienze Filosofiche, [www.filosofia.rai.it](http://www.filosofia.rai.it).
- BARDI U. (2007): *L'energia nucleare al tempo della crisi del petrolio*, Un commento di ASPO-Italia; l'associazione che studia il picco del petrolio. [www.aspoitalia.net](http://www.aspoitalia.net), martedì, novembre 06.

- BARDUCCI R. (2007): *La rivoluzione del grano 'Creso'. Da oltre vent'anni gli italiani mangiano Ogm*, Nuova Agenzia Radicale, giovedì 27 settembre, <http://www.agenziaradicale.com/>.
- BATISTONI P., COLETTI A., DELLA CORTE A., GNESOTTO F., LAZZARO E., MARTIN P., PIZZUTO A., RICAPITO I., ROSATELLI F., ROSTAGNI G., SANGUINETTI G.P., STRANGIO C., TUCCILLO A., VLAD G. (2008): *Energia da fusione. Stato dell'arte e nuove prospettive*, Enea, pp. 98.
- BATTIAU M. (2008): *L'énergie. Enjeux pour les sociétés et les territoires*, Ellipses.
- BEATI COSTRUTTORI DI PACE (2006): *Paesi e agricoltura. L'Africa non è in vendita*, Campagna per la Riforma della Banca Mondiale, CIMI, Fair, Mani Tese e Rete di Lilliput, nell'ambito della campagna "L'Africa non è in vendita!". Con la partecipazione di LiberoMondo, [epa2007@faircoop.it](mailto:epa2007@faircoop.it), [www.tradewatch.it](http://www.tradewatch.it).
- BLONDET M., CASCIOLI R., GOTTI TEDESCHI E., BERETTA S., GASPARI A. (2008): *La guerra del cibo*, «21<sup>mo</sup> Secolo. Scienza e Tecnologia», XIX, n 3, luglio.
- CANEVARI D. (2009): *Energia: tra Europa e Africa prove di dialogo. Le sponde del Mediterraneo sono meno lontane. Quali opportunità da una nuova alleanza mediterranea?*, «Il Giornale dell'Ingegnere», n. 5, 15 marzo.
- Climate Change 2007: Synthesis Report. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. This underlying report, adopted section by section at IPCC Plenary XXVII (Valencia, Spain, 12-17 November 2007), represents the formally agreed statement of the IPCC concerning key findings and uncertainties contained in the Working Group contributions to the Fourth Assessment Report.
- COLOMBO U., LANZAVECCHIA G. (2005): *Saggio introduttivo. Le risorse del pianeta*, Grande Dizionario Enciclopedico, Scenari del XXI Secolo, UTET, Torino, pp. 4-29.
- Conferenza di alto livello sulla sicurezza alimentare mondiale: le sfide del cambiamento climatico e Bioenergia, Roma, 3-5 giugno 2008.
- CREMONESI M. (2009): *Il latte, il riso e gli invasori a tavola*, «Corriere della Sera», 21 feb.
- DANO E.C. (2007): *Unmasking The New Green Revolution In Africa. Motives, Players and Dynamics*, Third World Network (TWN), Church Development Service (EED) and African Centre for Biosafety.
- FRED SINGER S. (2009): *La natura, non l'attività dell'uomo, governa il clima*, Talk at Conferenza sui cambiamenti climatici, Museo Nazionale della Scienza, Leonardo da Vinci, Milano, March 30.
- FUKUYAMA F. (2003): *La fine della storia e l'ultimo uomo*, BUR Biblioteca Univ. Rizzoli, Saggi.
- FUMAGALLI M. (2009): *Petrini: giusto difendere la sovranità alimentare*, «Corriere della Sera», 21 feb.
- GALLAGHER R.: *Africa needs basic science. Why science can save the future - not just the people - of these impoverished nations*, «The Scientist», volume 22, Issue 7, p. 13.
- GIAVARINI C. (2008): *Energia dagli idrati, inizia il conto alla rovescia*, «Il Giornale dell'Ingegnere», n. 18, 1 novembre.
- GROS F. (1994): *Biologia molecolare e biotecnologia. La civiltà del gene*, Jaca Book, collana Edo. Un'enciclopedia di Orientamento.
- GROS F. (2009): *Une biologie pour le développement*, EDP Sciences.
- HUNTINGTON S.P. (1993): *The Clash of Civilizations?*, Foreign Affairs Summer.
- ICARDI A. (2009): *Speciale Acqua / 2. Nuove tecnologie applicabili al ciclo integrale delle acque*, «Il Giornale dell'Ingegnere», n. 6, 1 aprile.

- ISIMM e Università di Roma "La Sapienza" (2008): Convegno "Il mercato del gas e il futuro delle reti europee", Roma, Palazzo Rospigliosi, 21 luglio.
- KANELLOS M. (2008): *Solar Energy a Waste! California Should Go Nuclear, Says Former Greenpeace Leader*, La Ruche PAC, Sat, 02 Feb, <http://www.inteldaily.com/>.
- KANSAS STATE UNIVERSITY (2008): *Algae From The Ocean May Offer A Sustainable Energy Source Of The Future*, June 28, «Science Daily», Retrieved July 7, from <http://www.sciencedaily.com-/releases/2008/06/080626145543.htm>.
- Kyoto Protocol, From Wikipedia, the free encyclopedia. Ultimo aggiornamento 15 aprile 2009.
- L.C. (2008): *L'Union européenne fait marche arrière sur les agrocarburants*, «Le Monde», 8 luglio.
- LANZAVECCHIA G. (2001): *L'acqua tra problemi economici e sociali: oggi e domani*, Conferenza Nazionale "Sorella acqua per il 2000: conoscerla per salvarla", Venezia 24 marzo.
- LANZAVECCHIA G. (2008): *Impatto dell'uomo sul Pianeta: la scienza, la tecnica e lo sviluppo*, «Il Giornale dell'Ingegnere», n. 9, 15 maggio.
- M'BAYE S. (2009): *L'Afrique au secours de l'Afrique*, Les Editions de l'Atelier.
- MARRIS E. (2008): *Five Crop Researchers Who Could Change The World. The current crisis in worldwide food prices reinforces the need for more productive agriculture*, «Nature», vol. 456, 4 December.
- MASTINO G. (2009): *Speciale Acqua. Difendiamo l'oro blu del XXI secolo*, «Il Giornale dell'Ingegnere», n. 5, 31 marzo.
- MORGANTINI L. (2007): *Dare slancio all'agricoltura africana per sconfiggere povertà e guerra*, 29 sett, L'Insostenibile - Liberazione del 29 settembre 2007.
- NEBBIA G. (2007): *Uranio dall'acqua di mare*, «Il Giorno», 25 agosto 1970, Ripubblicato su [www.aspoitalia.net](http://www.aspoitalia.net), dicembre.
- ODDONE U. (1978): *Previsioni molto inquietanti. Siamo alla soglia dell'era glaciale?*, «La Stampa», 27 aprile.
- OLMI E. (2009): *Ci salveranno i contadini*, «Il Sole 24 Ore», 8 febb.
- PARMENTIER B. (2009): *Nourrir l'humanité. Les grands problèmes de l'agriculture mondiale au XXIe siècle*, La Découverte.
- PATEL-PREDD P. (2008): *Energy from Waves. A new technology could provide a cheap way to harness wave energy*, «Technology Review», Monday, July 14.
- RICOSSA S. (1984): *L'economia in 100 grafici*, Biblioteca della EST, Edizioni Scientifiche e Tecniche Mondadori.
- SCARASCIA MUGNOZZA G.T. (2007): *Fame nel mondo. Un programma dell'African Community Genetic Resources Centre, Una rivoluzione verde per l'Africa*, «30 giorni nella Chiesa e nel mondo», mensile internazionale diretto da Giulio Andreotti, estratto del n. 2.
- SCOTT H. (Contact) (2004): *Hydrocarbons in the deep Earth?*, Carnegie Institution, [hp-scott@iusb.edu](mailto:hp-scott@iusb.edu), Public release date: 13-Sep.
- SOUPCOFF M. (2007): *Bjorn Lomborg: Kyoto doesn't add up*, Posted: November 01.
- SOUTIF M. (2009): *Fondements des civilisations de l'Asie*, «Science et culture».
- STAMPANI M. (2008): *Gli Ogm? Meglio degli insetticidi. Effetto transgenico: protette dai parassiti anche le piante naturali*, «Corriere della Sera», 11 ott.
- TERRA MADRE (2008): *Rassegna stampa*, Fondazione Terra Madre C.F. 97670460019 Powered by Blulab.
- TOLLEFSON J. (2008): *Advanced biofuels face an uncertain future. Aggressive US mandate may do more harm than good*, «Nature», 452, pp. 670-671, Published online 9 April.

- UNESCO-IHE Institute for Water Education (2007): *Water in focus*.
- UNIVERSITY OF WASHINGTON (2008, May 29): *Some Biofuels Might Do More Harm Than Good To The Environment, Study Finds*, «Science Daily», Retrieved June 3, 2008, from <http://www.sciencedaily.com-/releases/2008/05/080527130056.htm>.
- USGS Science for a changing world (2006): *Water Science for School*.
- VACCA R. (2007a): *Enormi quantità di idrocarburi minerali (di origine non biologica) a grande profondità*, «Nova Ilsole24ore», 27 settembre.
- VACCA R. (2007b): *In UK dal mare l'energia di 8 centrali nucleari*, «Nòva Ilsole24ore», 10 novembre.
- VEDOVATO G.G. (1971): *I problemi dell'agricoltura nel quadro della strategia internazionale dello sviluppo*, Chieam Opinione Mediterraneeennes.
- VIS Volontariato Internazionale per lo Sviluppo (2000): *L'acqua, oro blu del XXI secolo*.
- WADE N. (2007): *In Dusy Archives, a Theory of Affluence*, «The New York Times», August 7.

STEFANO BOCCHI\*, SIMONE SALA\*

## Strumenti di analisi dei sistemi agrari e sistemi colturali nei Paesi in Via di Sviluppo

### PREMESSA

L'innovazione agronomica oggi si trova a fronteggiare sfide relative a grandi tematiche che, fino a ieri poco focalizzate, rimanevano spesso in secondo piano, tanto che la maggior parte delle grandi strategie di intervento e delle azioni svolte a più stretta scala spazio-temporale, si rifaceva ad approcci semplificati di causa-effetto, circoscritti ad ambiti di settore produttivo o disciplinare, limitati ad aree molto ristrette e/o a archi temporali non eccedenti periodi di 10-15 anni.

Per un'evoluzione che ha coinvolto interessi e sensibilità di ampi strati di popolazione, da un lato, e per crisi di diverso carattere (ambientale, energetico, produttivo, economico, finanziario) dall'altro, si cercano oggi nuove tecniche di studio e nuovi strumenti concettuali più consoni per poi individuare le migliori strategie di intervento tecnico, che possano almeno evitare gli errori del passato e assicurare risultati positivi e durevoli.

Le sfide di grande respiro riguardano tematiche come la sostenibilità, la revisione dei modelli di sviluppo (legati ai modelli di comportamento e quindi alle scale di valori individuali, sociali e politici), gli equilibri Nord-Sud, Paesi ricchi/Paesi poveri del Mondo, la sicurezza alimentare/ambientale connessa ai valori di autodeterminazione o sovranità alimentare e così via. In questo quadro generale, ogni disciplina può contribuire nelle singole tecniche di analisi e anche nell'individuazione di soluzioni; ogni analisi di un particolare periodo storico o di una circoscritta area geografica può fornire spunti di grande interesse al fine di mettere a fuoco le criticità e fornire spunti per trovare le soluzioni.

\* *Università degli Studi di Milano*

Per affrontare tali sfide, senza ricadere in un processo eccessivamente riduzionistico di settorializzazione o frammentazione del tempo e dello spazio, è opportuno ricorrere a un approccio sistemico che fornisca anche una struttura di base e una cornice generale per integrare poi gli eventuali contributi disciplinari e specialistici. Ciò per evitare di attribuire il successo o l'insuccesso di politiche di intervento a un unico fattore (Paul Collier scrive: «una delle ragioni del grande successo di tante teorie che attribuiscono questo fallimento a un unico fattore è che oggi gli studiosi universitari tendono a specializzarsi: sono preparati a generare raggi di luce intensi ma circoscritti (...) data la diversità delle situazioni, è impossibile trovare un'unica spiegazione che vada bene per tutti»; Collier, 2007).

Recenti studi rivolti a capire se nel mondo la produzione alimentare possa essere sufficiente per rispondere ai bisogni dell'umanità, confermano quanto sinteticamente ed efficacemente espresso, con un gioco di parole, da Ghandi: la terra può soddisfare i nostri *needs* (bisogni) non la *greed* (ingordigia, di alcuni paesi). Più recentemente Amartya Sen, premio Nobel per l'economia nel 1998, ha osservato che «la fame è il risultato del non avere abbastanza da mangiare, non è il risultato del non esserci abbastanza da mangiare». Dei circa 900 milioni di persone sottonutrite, il 75% vive in ambiente rurale, dove tre persone su quattro permangono al di sotto della soglia di povertà, costituendo così «il paradosso delle campagne affamate». In altre e chiare parole: la difficoltà di accesso al cibo non può essere, in nessun caso, ricondotta esclusivamente a problemi di insufficiente produzione agricola, ma è da collegarsi alle diversificate cause politiche, economiche, sociali e ambientali che, nei Paesi più poveri, creano condizioni di distribuzione squilibrata delle risorse che genera povertà, che è madre della fame.

Il lavoro di osservazione e di programmazione di intervento tecnico dell'agronomo non dovrebbe essere solamente o prevalentemente rivolto alle tecniche che permettono maggiori produzioni unitarie, quanto quello di contribuire prioritariamente a individuare le *tecniche per una migliore redistribuzione della gestione delle risorse* a partire dai paesi più in difficoltà.

Per tali ragioni, pur utilizzando strumenti di analisi vicine all'agronomia, con l'intento di tracciare alcune linee descrittive relative alle dinamiche in atto nei paesi emergenti, si proporranno inizialmente alcuni spunti di riflessione su concetti e informazioni di base, per poi passare a considerare l'attuale situazione, non tanto di una generalità o una genericità di casi, bensì di due casi particolari, scelti per la loro particolare struttura.

PAESI SVILUPPATI E PAESI IN VIA DI SVILUPPO; PAESI MENO AVANZATI, PAESI EMERSI E PAESI EMERGENTI: CHIARIRE I CONCETTI PER CHIARIRE TERMINI DI ANALISI E INTERVENTO

Al di là della terminologia, spesso inadeguata nel rappresentare una realtà troppo complessa e troppo dinamica, il quadro che fino a pochi decenni orsono permetteva semplificazioni che mantenevano una certa validità spaziotemporale, sta attraversando una fase di veri e propri ribaltamenti. Paesi che nelle graduatorie mondiali erano classificati come in Via di Sviluppo, ora detengono in diversi settori produttivi posizioni da primato e mettono così in dubbio anche l'uso di alcuni indicatori di sviluppo, quegli strumenti utilizzati per il monitoraggio e la pianificazione (in questi casi si prendano ad esempio Paesi come Cina, India, Brasile, ma ne emergono altri altrettanto dinamici).

Con la crescita economica di questi paesi, il panorama complessivo della povertà, della insicurezza alimentare e ambientale è diventato sempre più confuso e complesso, tanto da lasciare nell'ombra i casi divergenti, a loro volta molto differenziati.

Alcuni Paesi, come il Malawi, hanno sempre occupato gli ultimi gradini della graduatoria mondiale, mentre altri come la Sierra Leone, erano un tempo meno poveri dell'India e della Cina. Questi paesi hanno avuto uno sviluppo frenato o, in taluni casi, addirittura bloccato.

Si è sicuramente allargata, a scala mondiale come quella locale, la forbice tra ricchi e poveri. Anche all'interno delle aree più povere questa forbice si apre: un quarto della povertà estrema di tutta l'area Sub Sahariana si concentra in Nigeria; nel continente africano tali dinamiche inducono a distinguere, da un lato, i Paesi che hanno più concrete prospettive di riduzione della povertà (Costa d'Avorio, Ghana, Mauritania, Tanzania, Uganda) e, dall'altro lato, i Paesi che maggiormente rischiano di peggiorare le condizioni della popolazione (Burundi, Rwanda, Sierra Leone, Somalia, Sudan).

Si genera così il rischio di convivenza di un mondo del benessere con un ghetto di estrema povertà composto oggi da un miliardo di persone.

Secondo alcune recenti teorie, di matrice prevalentemente economica, molti paesi oggi poveri sono caduti nelle cosiddette "trappole che impediscono lo sviluppo" che sinteticamente si riferiscono a: la trappola del conflitto, la trappola delle risorse naturali, la trappola della cattiva *governance*. Queste trappole, interagenti fra loro, alla presenza di cofattori riconducibili agli assetti di geografia politica (confini poco sicuri; dimensioni del Paese; mancanza di accessi al mare; ecc.) determinano i principali ostacoli allo sviluppo.

Il 73% della popolazione dei paesi poveri è stato recentemente o è tuttora coinvolto in una guerra civile (guerra civile: conflitto interno in cui muoiono almeno 1000 persone durante combattimenti e in cui ognuna delle parti subisce perlomeno il 5% di perdite). Recenti studi sull'argomento condotti presso la Oxford University indicano che i conflitti (perlomeno in Africa) sono altamente correlati con tre fattori: livello di reddito; fasi di stagnazione o declino; dipendenza dalle risorse naturali (le relazioni sono complesse e quindi si perde la relazione causa-effetto: si pensi, ad esempio, che il 95% della produzione globale di droghe pesanti viene da paesi in conflitto). Il costo di una tipica guerra civile per paese coinvolto e per i vicini è pari a circa 50 miliardi di euro. Negli ultimi decenni, ogni anno sono scoppiate circa 2 guerre civili per un costo complessivo di 100 miliardi di euro, pari al doppio del bilancio mondiale degli aiuti per lo sviluppo.

Un altro elemento da prendere in considerazione è la struttura della produzione agricola dei paesi più poveri che vede la contemporanea presenza di due forme di agricoltura: una finalizzata alla produzione di beni destinati al mercato internazionale, l'altra principalmente rivolta all'autoconsumo definita "di sussistenza". Come spesso osservato, i due sistemi potrebbero teoricamente convivere, traendo reciproco beneficio. Nella pratica, invece, le due attività sono contrastanti: le forme di agricoltura per il mercato sono caratterizzate dalla forte presenza di imprese multinazionali (principalmente statunitensi ed europee), che spesso gestiscono l'intera filiera, controllando a) i processi di integrazione a monte e a valle della produzione; b) gli interventi di formazione/assistenza nei confronti dei contadini; c) il mercato dei fattori produttivi; d) le successive trasformazioni e collocazioni. Rispetto alle altre *commodities* agricole, i prodotti tropicali fanno registrare maggiori concentrazioni, tanto che sono note situazioni di oligopolio per prodotti come il tè e il cacao (tre imprese detengono l'80% delle quote di mercato), lo zucchero (quattro imprese possiedono il 60%), le banane (cinque imprese controllano il 70%), il cotone (tre imprese il 20%). In questo quadro generale si inserisce l'attuale fabbisogno di energia manifestato dal mondo industrializzato o post industriale, che cerca in nuove colture e sistemi colturali soluzioni ai propri problemi.

Il diverso peso economico dei protagonisti delle due diverse forme di agricoltura determina processi di marginalizzazione per le agricolture "di sussistenza". Queste non solo vengono spinte verso le terre meno fertili, ma anche sono impoverite dalla tendenze dei prezzi internazionali che rendono i redditi degli agricoltori esposti a elevati rischi e comunque spesso insufficienti per assicurarsi le risorse necessarie per acquisire i fattori materiali (sementi,

fertilizzanti, macchinari, ecc.) e immateriali (formazione, informazioni, ecc.) richiesti per la sopravvivenza (in Etiopia nel 1984, mentre la carestia faceva morire di fame migliaia di persone, ampie superfici di fertili terreni erano destinate alla coltivazione di semi di lino, cotone e ravizzone da esportare in Europa come alimenti per il bestiame; si stima che l'80% dei bambini che, nel mondo, soffrono la fame vive in Paesi che generano surplus alimentari sotto forma di prodotti destinati a essere utilizzati come mangimi).

Queste due "agricolture" si distinguono anche per la diversa (antitetica) strategia produttiva: rispetto all'agricoltura che Haussmann definiva "industriale", l'agricoltura di sussistenza mantiene l'obiettivo di garantire il sostentamento delle popolazioni locali, attraverso sistemi policolturali miranti a ripristinare e mantenere la fertilità naturale del suolo, in grado anche di ridurre al minimo indispensabile l'uso di fattori produttivi diversi dal lavoro.

In un quadro complesso e dinamico gli obiettivi strategici per i paesi più poveri potrebbero essere, prioritariamente, accrescere la *food security* (produzione, accesso, fruibilità degli alimenti in un contesto di piena e reale sovranità alimentare); favorire la stabilità delle produzioni agricole.

D'altra parte, la strategia di cooperazione dei paesi più ricchi che intendono affrontare efficacemente la lotta alla povertà e la fame, potrebbe essere focalizzata sulle zone rurali dei paesi più poveri in quanto in quei territori:

- risiede la maggioranza dei poveri;
- sono in atto dinamiche di degrado ambientale sempre più gravi (negli ultimi 50 anni oltre un quarto degli 8,7 miliardi di ettari di terre agricole, pascoli, foreste e boschi del mondo sono progressivamente stati interessati da fenomeni di degrado. La scarsità di acqua dolce si profila come un serio ostacolo alla sicurezza alimentare e oltre il 70% delle risorse ittiche del mondo è oggetto di sfruttamento eccessivo. Il degrado ambientale minaccia i mezzi di sussistenza rurali e la capacità produttiva, e sta conducendo a una rapida perdita di biodiversità globale e di risorse genetiche (Commissione CE, 2002 a);
- sono in atto diffusi conflitti.

#### LA RIVOLUZIONE VERDE, L'APPROCCIO TOP DOWN O CATHEDRAL APPROACH

Per "rivoluzione verde" si intende il processo di intensificazione dei sistemi colturali e agricoli di quei Paesi in Via di Sviluppo che, dalla fine degli anni Sessanta alla prima metà degli anni Settanta, grazie alla favorevole congiuntura internazionale, riuscirono migliorare le condizioni del proprio assetto

economico. Alcuni Paesi come Cina, India, Indonesia, Pakistan, grazie ai significativi incrementi produttivi, da importatori divennero esportatori netti di cereali. La rivoluzione coinvolse tutti i PVS, ma con differenti risultati.

La rivoluzione verde venne progettata dal mondo più ricco: fu finanziata da ingenti capitali, investiti inizialmente per la costituzione di centri di ricerca che riceverono il mandato di sviluppare varietà migliorate (quelle che sarebbero state in seguito definite *High Yielding Varieties* o HYV) e la tecnologia agronomica per raggiungere, con queste, i migliori risultati. Questo schema di lavoro prevedeva che un flusso di materiali e informazioni dovesse essere generato dai centri di ricerca per poi raggiungere, attraverso forme di *extension service*, le diverse aziende agrarie e le famiglie contadine. Tale tipo di approccio viene oggi definito con le espressioni *top down* o *cathedral approach*, indicando così il verso di un flusso unidirezionale che, soprattutto nelle fasi iniziali, non ha previsto *feed-back* da parte degli agricoltori, destinatari passivi dell'innovazione.

Anche nelle fasi successive, nel corso delle quali si dovette allargare il numero di varietà, se non sostituirlle con nuovi materiali, a causa degli attacchi di parassiti naturali ai quali le HYV si dimostrarono spesso suscettibili (in numerosi casi in modo sensibilmente maggiore rispetto alle varietà tradizionali che avevano soppiantato), tale approccio rimase invariato: ormai il meccanismo costituito da centri di ricerca concentrati sul miglioramento genetico e incaricati di distribuire nuovi materiali e *know how* agronomico, a prescindere da una analisi dei sistemi produttivi, economici e sociali delle aree ove le HYV erano destinate, era stato avviato in tutto il mondo, con risultati che, a una generale indagine statistica sull'aumento delle produzioni, apparivano buoni.

L'approccio *top down*, in effetti, ottenne gli incrementi di produzioni nelle aree più ricche, con gli agricoltori che erano già in grado di valorizzare i nuovi materiali migliorati, facendo leva su tecniche agronomiche più intensive. La rivoluzione verde tuttavia ha avuto anche aspetti negativi che oggi dovremmo considerare, soprattutto quello che ha coinvolto le famiglie contadine più svantaggiate per cause economiche (mancanza di liquidità), geografiche (collocazione in aree cosiddette marginali) o culturali (insufficiente preparazione di base, tradizioni culturali molto diverse rispetto ai nuovi schemi agronomici intensivi).

In sintesi, la prima rivoluzione verde ha ridisegnato la mappa delle aree produttive e di quelle più povere, consentendo grandi miglioramenti delle rese unitarie da un lato, marginalizzando molte comunità rurali e, in diversi casi, peggiorando le condizioni di fertilità dei terreni e di agrobiodiversità di vaste aree agricole.

Per sanare gli insuccessi della rivoluzione verde e per contrastare processi che portano a nuove sacche di povertà, sottonutrizione, carestia si sono avviati, nel tempo, numerosi programmi di aiuti allo sviluppo.

Tuttavia, il settore dello sviluppo è gestito da agenzie per gli aiuti che occupano gli ultimi gradini della scala gerarchica di tutti i governi dei paesi ricchi. Ciò trova evidente dimostrazione nei tagli agli aiuti e nel mancato rispetto di numerosi governi dei piani di finanziamento o nei recenti falliti tentativi effettuati dai G8 per stabilire una politica coerente dello sviluppo (in Germania nel 2007 alle grandi aspettative di trovare una silver bullet nella soluzione scientifica dei problemi dell'Africa, è seguita una generale disillusione, come era successo nella precedente riunione in Canada, nel 2002, con il cosiddetto programma NEPAD, *New Partnership for Africa Development* che includeva un potenziamento di interventi di Agricultural Science).

Come efficacemente evidenziato dalla stessa FAO, il settore della cooperazione allo sviluppo spesso risente non tanto dei bisogni locali, quanto di interessi/visioni/approcci/valori/modelli di sviluppo dei *donors*, dei finanziatori.

Il mondo delle ONG, in corso di rapida evoluzione e frammentazione, non sempre è coerente con i principi stabiliti nei forum di Parigi (1999) e Accra (2008) che indicano i tre pilastri dell'efficacia della cooperazione: (1) potenziamento della *ownership* (*locale dei paesi aiutati*), (2) ricerca di un *alignment* (rispetto alle politiche strategiche locali), e infine (3) formulazione di schemi di *accountability* (per rendere più trasparenti nell'attuazione e nella valutazione i programmi di aiuto e cooperazione).

Uno dei principali problemi dell'economia dei paesi più poveri è che i produttori non hanno diversificato la produzione, al di là di una ristretta gamma di beni primari (Collier, 2007); se si considera che per un paese povero l'eccedenza di esportazioni di risorse naturali e agrarie riduce notevolmente la crescita interna, si può intendere come sia importante, per questo paese, ridurre l'estrazione da un lato e la produzione di colture per l'esportazione dall'altro (si consideri che un paese povero è esposto a due tipi di rischio: le rivolte, direttamente correlate con la ricchezza prodotta dalle risorse naturali, e i colpi di Stato correlati invece con gli aiuti internazionali).

Emerge quindi un quadro estremamente complesso che, come detto, induce a evitare generalizzazioni e a considerare casi-studio precisi e documentabili, in grado di fornire spunti di riflessione. I nostri sono attualmente un Paese dell'Africa sub-Sahariana, il Burundi, e uno asiatico, il Bangladesh.

## IL BURUNDI

*Il sistema agricolo tradizionale e il suo mutamento*

Il sistema agricolo tradizionale del Burundi era basato sulla coltivazione di due cereali: sorgo (*Sorghum vulgare*) e panico indiano (*Eleusine coracana*), che costituivano la principale dieta per i popoli locali. La dieta era completata da fagiolini (*Vigna unguiculata*), piselli (*Cajanus cajan*), batata (*Ipomea batatas*), taro (*Colocasia antiquorum*) e diversi tipi di zucche (Cochet, 2006).

Il sistema colturale era dominato dai due cereali, che venivano fertilizzati utilizzando letame bovino, opportunamente raccolto nelle aree dove gli animali trascorrevano la notte. Le terre coltivate erano situate vicino alle aree ove si poteva raccogliere il letame, mentre i terreni a pascolo si trovavano poco distanti. Latte e burro integravano la dieta di base.

Gli animali venivano portati al pascolo ogni mattina da un mandriano e rientravano la sera per trascorrere la notte nei recinti. Il sistema di raccolta del letame e la successiva distribuzione attraverso spandimento sui campi, sono stati, fin dagli albori della società, gli elementi chiave di mantenimento della fertilità dei suoli e la conseguente sostenibilità del sistema agricolo.

L'introduzione di piante alloctone avvenuta nel XVII-XVIII secolo, in particolare di mais e fagioli provenienti dall'America, portò a forti cambiamenti. Nel sistema originale, il sorgo veniva seminato all'inizio della stagione delle piogge e raccolto al suo termine, lo stesso valeva per il panico indiano. Con l'avvento di mais e fagioli fu possibile seminare e raccogliere due colture nello stesso anno, grazie al più breve ciclo colturale di mais (3 mesi circa) e fagioli (5 mesi). Il calendario agricolo, adottato ancora oggi in Burundi, stabilito nel Settecento, prevede tre periodi:

- la prima parte della stagione delle piogge (settembre-dicembre);
- la seconda metà della stagione delle piogge (febbraio-giugno);
- la stagione secca (luglio-settembre), durante la quale le terre umide sono coltivate intensivamente (fig. 1).

La coltivazione di mais e fagioli prevedeva anche la loro consociazione seminati con le piogge di settembre e ottobre, infine raccolti in dicembre. I fagioli potevano essere sostituiti con il sorgo (in monocoltura), seminato contemporaneamente al mais. Dopo la raccolta del mais, che avveniva durante il breve periodo relativamente asciutto di gennaio-febbraio e prima del nuovo periodo di piogge, il sorgo rimaneva l'unica coltura in campo, raccolta solo al termine della stagione delle piogge di giugno.

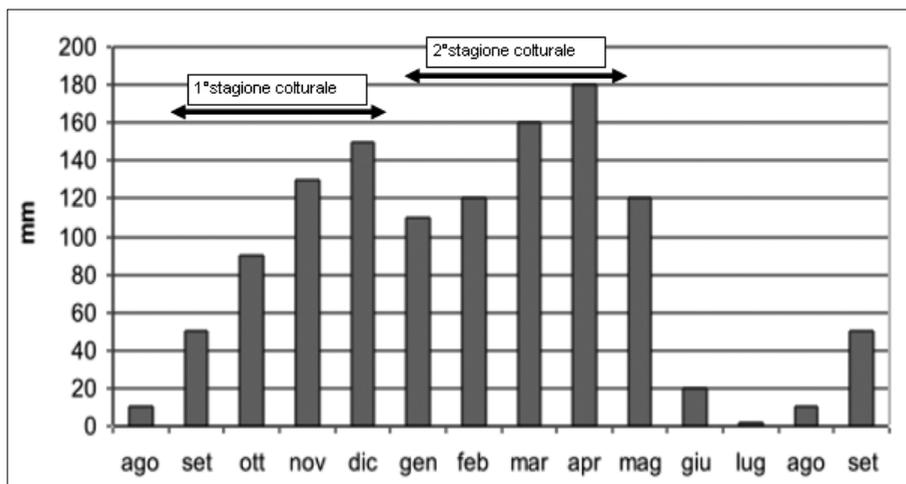


Fig. 1 Precipitazioni (mm/mese) e stagioni colturali in Burundi (Cochet, 2004)

### Le crisi

La doppia coltura annuale era frequente in tutto lo Stato (Cochet, 2006) con la rotazione di mais e fagioli o sorgo. Le due stagioni colturali erano rispettivamente *Agatasi* (settembre-gennaio) e *Impeshi* (febbraio-giugno). Questo assetto agronomico ebbe alcune importanti conseguenze: a) consentì di aumentare la produttività del lavoro (la produttività oraria rimase invariata fintanto che gli strumenti da lavoro non cambiarono); b) determinò una progressiva diminuzione degli elementi minerali dei suoli.

La quantità di fertilizzanti naturali non era più sufficiente a coprire gli aumentati asporti delle colture, si cercò quindi di aumentare le quantità di letame distribuite sui terreni maggiormente sfruttati, creando sistemi colturali più intensivi. Il letame bovino divenne rapidamente un elemento strategico per lo sviluppo dei nuovi sistemi. I possidenti di terre e di bestiame erano al centro di un nuovo sistema sociale in cui aumentavano gli squilibri con i non possidenti. Solo i contadini in grado di approvvigionarsi di letame potevano trarre i vantaggi maggiori dai nuovi assetti colturali. Il sistema *ubugadire* (acquisizione di letame in cambio di manodopera) creò una sorta di riequilibrio che limitava le disuguaglianze sociali e permise di fertilizzare la maggior parte dei campi secondo i nuovi schemi agronomici.

L'introduzione e la diffusione di mais e fagioli americani portarono importanti cambiamenti nel sistema agricolo; si ebbe un significativo impatto nel metodo di lavoro, nella richiesta di manodopera nei campi, nelle pratiche

di fertilizzazione, nella composizione della dieta e nella *food security*. Questi cambiamenti portarono a una crescita della popolazione tanto che la densità di popolazione nel Regno del Burundi alla fine del XIX secolo era eccezionalmente alta rispetto al resto del continente africano.

Tra il 1881 e il 1905 diverse malattie di origine parassitaria, la peste bovina e l'afta epizootica, portarono alla diminuzione del bestiame. La mancanza di cibo colpì il Paese, mentre la carestia si diffuse in molte regioni. In particolare fu la peste bovina a svolgere un ruolo decisivo, perché, colpendo il bestiame, colpì il capitale accumulato dagli agricoltori/allevatori; diminuì drasticamente la disponibilità di letame per coltivare i campi e determinò una forte diminuzione delle rese unitarie.

Le altre epidemie trovarono così un terreno fertile nel quale diffondersi, essendo stata indebolita la popolazione a causa della peste bovina. La causa dell'esplosione di queste malattie è da ricercare nello scompenso ecologico causato dalle precedenti pesti e dal recupero di terre coltivate che erano state abbandonate da tempo.

Considerando la superficie totale e le aree dedicate al pascolo, i campi necessari a sfamare una famiglia dovevano avere un'estensione minima di 12 ettari, così che la massima densità stimata con questo sistema agricolo era pari a 50 abitanti per chilometro quadrato. L'ulteriore aumento della popolazione portò a una diminuzione di terre disponibili per famiglie, unito al maggiore sfruttamento della fertilità del suolo che questo sistema colturale richiedeva, e alle malattie dei bovini che segnarono quel periodo, portarono alla caduta di produttività e resa colturale.

Tale sistema colturale fu dunque vittima della sua stessa efficienza e capacità di alimentare una parte maggiore di popolazione. La crisi del sistema agricolo e la stagnazione nella crescita della popolazione durarono per decenni, e colpirono il Burundi proprio nel momento in cui il Paese veniva colonizzato. I colonizzatori non si resero conto delle cause profonde della crisi del sistema agricolo: tentarono, invano, di integrare il sistema agricolo locale con il mercato mondiale (potenziamento delle colture di caffè e cotone che spesso sottraevano i migliori terreni alle colture di sussistenza). Le difficili circostanze, tuttavia, lo impedirono, e la crisi della popolazione locale non solo non venne risolta, ma in alcuni casi vide un peggioramento e una parziale soluzione solo all'inizio degli anni Cinquanta del 1900.

### *La ripresa*

Dopo aver mostrato una piccola ripresa negli anni Venti, la crescita demografica ebbe dei picchi negli anni Cinquanta e Sessanta. La densità di popolazio-

ne raggiunse i 200 abitanti/kmq, tre volte tanto rispetto a quella del sistema agricolo precoloniale. Il fatto caratterizzante non fu tanto l'esplosione della popolazione, tipico nei Paesi in via di sviluppo, ma la capacità del Burundi di diventare un Paese autosufficiente dal punto di vista alimentare; le terre coltivate aumentarono del 50% fra 1950 e 1970, la produzione di cibo aumentò del 150%. Queste dinamiche furono il risultato di una progressiva e continua crescita del sistema colturale, in particolare legata alla moltiplicazione dei cicli colturali, alla diffusione dei sistemi misti e allo sviluppo della coltivazione delle banane. La crescita alimentare stette al passo con la crescita della popolazione e permise al Burundi di essere uno dei pochi Paesi africani caratterizzati da autosufficienza alimentare, mantenuta fino all'inizio della guerra civile.

I sistemi più fertili e più intensivi erano situati vicino ai recinti delle abitazioni familiari e presentavano uno schema ricorrente: le abitazioni erano collocate all'interno di piccoli bananeti, i campi coltivati con due colture (mais e fagioli o sorgo) erano contigui, seguiti dai campi con un solo raccolto per anno e i campi con le patate o la cassava alternati al maggese ogni 2-3 anni. Il pascolo era situato ai confini delle aziende, di solito ai piedi delle colline, così da separare i terreni collinari di versante da quelli bassi e paludosi che venivano utilizzati una volta l'anno durante la stagione secca. Interessante notare che i recinti per gli animali erano spesso costituiti da siepi/filari di *Jatropha curcas*, pianta utilizzata per questa funzione in quanto velenosa, dalla vegetazione densa e di rapido accrescimento in questi ambienti pedoclimatici.

Dal 1960 al 1980, con l'incremento di persone da sfamare, le aree coltivate si espansero ulteriormente; ogni singolo sistema colturale si ampliò a discapito delle aree confinanti, solitamente meno intensive, come per le aree di pascolo che gradualmente scomparvero. Manioca e patate si trovavano sparse tra i campi di cereali e legumi, mentre piante di banane risultavano collocate all'interno di campi nei quali ancora si trovava cereali, tuberi e legumi.

La diffusione della coltivazione di banane è uno dei segni più chiari dell'evoluzione dei sistemi agricoli in Burundi a partire dal 1950. Nelle regioni maggiormente popolate, i bananeti ricoprivano diffusamente le colline. Le banane divennero il supporto per l'economia contadina ed è per questo che gli agricoltori tentarono di aumentare il più possibile le loro piantagioni, affiancando colture arboree come piante da frutto e grevillea per produrre legna da ardere.

Le piantagioni di banane, insieme a quelle di caffè, costituiscono la miglior fonte di reddito e quindi il miglior sistema per incrementare il valore delle proprie terre. Questi vantaggi erano dovuti sia all'elevata capacità fotosintetica delle piante, sia all'unicità dei prodotti derivati.

Il succo di banana poteva essere consumato oppure fermentato e venduto come “birra”, mentre l’insieme dei residui di coltivazione tornava al suolo in modo che non ci fossero perdite di fertilità e che il bilancio tra asportazioni e concimazioni fosse sempre in pareggio. Il succo di banana conteneva praticamente acqua e zuccheri, mentre azoto, fosforo e potassio ritornavano al suolo. Questo sistema colturale era autosufficiente, per questo soppiantò gradualmente il letame del bestiame inteso come capitale e come meccanismo di rinnovo della fertilità dei suoli.

Contrariamente alle trasformazioni agricole del XVIII secolo, che, di fatto, risultarono essere un incremento del lavoro, la rivoluzione delle banane fu basata sull’incremento di produzione per unità di superficie. Questa rivoluzione permise di sostenere un incremento della popolazione tre volte superiore rispetto a quello sostenibile con il vecchio sistema agricolo, nonostante che una crescente parte di risorse fosse utilizzata nelle coltivazioni di caffè.

Attualmente il Burundi fa parte dei cosiddetti *Commodity Dependent Developing Countries (CDDC)*, vale a dire di un gruppo di 50 paesi (Africa subsahariana, Caraibi e America centrale) le cui esportazioni sono basate su uno o due (o poco più) principali prodotti di base. Si tratta di Paesi prevalentemente meno sviluppati (PMS), alcuni senza sbocco al mare o piccole isole, con bassi redditi e un deficit alimentare. Le loro condizioni economiche sono estremamente precarie, a causa delle frequenti fluttuazioni dei prezzi internazionali e della loro tendenza decrescente a lungo termine. Sono tutti, esclusa l’Uganda, Paesi con deficit alimentare e dove la percentuale delle persone sotto alimentate varia dal 70% della popolazione (Burundi) al 12% (Ghana) (FAO, 2003). I loro proventi di esportazione, come detto, dipendono da 2 o 3 prodotti per un massimo dell’89% (Burundi) sino a un minimo del 21% (Madagascar e Rep. Centrafricana). Molti di questi Paesi sembrano essere caduti in quella situazione che è descritta come un paradosso nella teoria del commercio internazionale, la *Immiserizing growth* cioè la *crescita che impoverisce*: J. Bhagwati studiò tale dinamica negli anni Sessanta e definì la crescita che impoverisce quella per cui un paese riesce ad aumentare le sue capacità produttive producendo un bene da esportare, ma il deterioramento delle ragioni di scambio determina una situazione di benessere reale inferiore a quella precedente la crescita.

I prodotti che, nel mondo, maggiormente incidono su questa dipendenza sono 9: il caffè, il tè, il cotone, il cacao, le foglie di tabacco, le noci di acagiù, la vaniglia, le arachidi e i semi di sesamo.

Tra il 1970 e il 2000, i prezzi di alcuni principali prodotti come zucchero, cotone, cacao e caffè sono scesi del 30-60% (Commissione CE, 2004). Questo

ha generato nelle loro economie una serie di squilibri macroeconomici: infatti, la riduzione dei proventi da esportazione ha inciso negativamente sulla possibilità di far fronte al servizio del debito, sulla capacità di importazione, sulle opportunità di credito, sulle entrate pubbliche e sui servizi di base quali l'istruzione e la sanità. Si è avuta anche un'incidenza diretta sui livelli di sviluppo provocando ripercussioni negative sul reddito e sui salari nel settore agricolo, sull'occupazione e sulle condizioni sanitarie della popolazione rurale e non.

Prima dello scoppio della guerra civile, nella piana dell'Imbo, il 90% circa della superficie coltivata era occupata da colture alimentari, mentre il restante 10% veniva impiegata per colture da reddito (caffè e cotone). Nell'area di Mumirwa, come in quella di Mugamba, la superficie destinata a colture alimentari occupava il 96%: il restante 4% era rappresentato dal caffè, mentre era assente la coltura del cotone.

La maggior diffusione delle colture da reddito nella piana dell'Imbo è attribuibile al fatto che la percentuale di campi di proprietà dello Stato era superiore rispetto alle zone di Mumirwa e Mugamba. Infatti, nella piana dell'Imbo solo il 39% dei campi era di proprietà degli agricoltori, contro il 48% dell'area di Mumirwa e il 73% dell'area di Mugamba.

Il cotone coltivato nella Piana dell'Imbo apparteneva alla specie *Gossypium hirsutum*. Dopo la metà del Novecento la coltura entrò in crisi, non garantendo più un adeguato reddito: si passò così da una produzione di circa 5000 tonnellate (1950-1960) a 3000 tonnellate nel 1976.

La causa di questa crisi è da attribuire a fattori economici e sociali, oltre che climatici. Nel 1973 un kg di cotone di prima qualità valeva 20 franchi burundesi; un kg di scarsa qualità valeva, invece, 10 franchi. Supponendo un rendimento pari a 800 kg/ha, un ettaro coltivato a cotone poteva rendere 16.000 franchi, contro i 20.000 di un ettaro di fagioli e i 30.000 di un ettaro di mais. Non esistendo un'industria tessile tradizionale, molti agricoltori preferirono abbandonare la coltura del cotone sostituendola con colture alimentari. Ci fu una ripresa negli anni '80: nel 1985 il cotone ricopriva 3432 ettari e la superficie media per agricoltore era pari a 1.380 metri quadrati; la produzione fu di 4.121 tonnellate, che rappresentavano il 58% della produzione nazionale.

Altra coltura da reddito era il caffè, prodotto da circa il 25% degli agricoltori nella Piana dell'Imbo, con una media di 1.900 metri quadrati per agricoltore e dal 65% nell'area di Mugamba con una media di 600 metri quadrati per agricoltore. La palma da olio copriva una superficie pari a 1.095 ettari, mentre il tabacco coltivato per lo più nel comune di Rugombo, ricopriva un'area di 128 ettari<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Monografia della provincia di Cibitoke.

Un'altra sostanziale differenza tra le diverse aree riguardava la dimensione dei campi: nella piana dell'Imbo il 46,8% degli agricoltori possedeva più di un ettaro di terreno, coprendo l'80,3% della superficie totale; nell'area di Mumirwa il 31,3% degli agricoltori possedeva più di un ettaro di terreno, coprendo il 58,7% della superficie totale; nell'area di Mugamba, infine, solo il 13,8% degli agricoltori possedeva più di un ettaro di terreno, coprendo il 27,3% della superficie totale.

Ciascun nucleo familiare coltivava 4-5 campi durante la prima stagione culturale e 5-6 campi durante la seconda stagione. Le dimensioni medie dei campi erano di circa 2.000 metri quadrati cadauno nella piana dell'Imbo, di 1.300 metri quadrati nell'area di Mumirwa e, infine, di 1.000 metri quadrati nel territorio di Mugamba<sup>2</sup>.

### *Il periodo contemporaneo*

La crescita demografica contribuì alla diminuzione di terre disponibili per gli agricoltori, ma prima dello scoppio della guerra civile nel 1993, la gestione del settore agricolo da parte dello Stato aveva garantito una diffusa sicurezza alimentare, attraverso i redditi, per gli agricoltori impiegati nella coltivazione di colture industriali e attraverso la formazione agricola e il supporto tecnico, per gli agricoltori impiegati nella coltivazione di colture alimentari. L'analisi dell'odierno settore agricolo del Burundi deve dunque essere principalmente inquadrata all'interno di un sistema socio-economico e politico appena uscito da una guerra interna durata dal 1993 al 2005.

Esaminando i dati relativi alla capacità produttiva del Paese si può osservare che tra il 1961 e il 2003 vi è stata una forte diminuzione (tab. 1); la percentuale di malnutriti è fortemente aumentata. Inoltre, va sottolineato

Year	1961	1970	1980	1990	2000	2003
<b>Agricultural production per capita index (Index: 1999-2001=1000)</b>	115.6	110.6	96.8	92.9	102.9	97.9

Tab. 1 *Indice di produzione agricola pro-capite in Burundi (Nazioni Unite, 2006)*

<sup>2</sup> Monografia della provincia di Cibitoke.

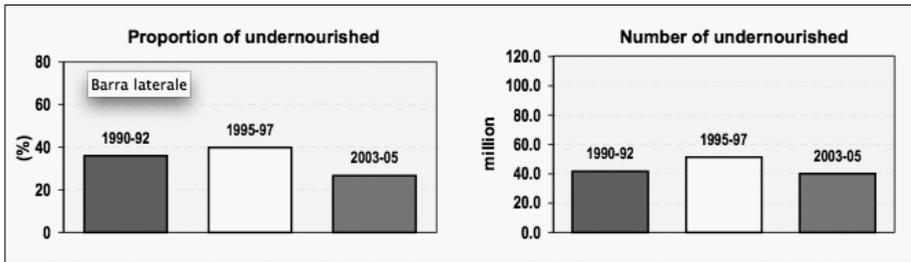


Fig. 2 *Proporzione e numero di malnutriti in Burundi (Nazioni Unite, 2006)*

come, nel triennio 2000-2003, a fronte di un aumento dell'indice di produzione agricola pro-capite non è stato rilevato un aumento della percentuale di popolazione malnutrita (fig. 2).

#### LA REPUBBLICA POPOLARE DEL BANGLADESH

##### *Inquadramento geografico*

A fronte di un'estensione relativamente bassa (143.998 km<sup>2</sup>, meno della metà del territorio italiano), la Repubblica Popolare del Bangladesh è abitata da circa 150 milioni di persone e presenta una densità di popolazione tra le più alte al mondo (1045 persone per km<sup>2</sup>)<sup>3</sup>.

Escludendo i rilievi collinari a nord-est (divisione di Sylhet) e a sud-est (divisione di Chittagong) il territorio del Bangladesh si estende per la sua interezza sulla pianura del delta di Gange, Meghna e Brahmaputra, il più esteso delta al mondo, ed è soggetto ad annuali inondazioni dei monsoni e cicloni che coprono dal 20 al 40% del territorio per 4-6 mesi<sup>4</sup>.

Il Paese detiene una grande varietà di zone agro-ecologiche, infatti vi sono ben 30 zone distinte, identificate tramite la metodologia della FAO sulla base delle omogeneità delle principali caratteristiche agrarie ed ecologiche del territorio che si differenziano per geografia fisica e caratteri del suolo in relazione a inondazioni e peculiarità agricole e micro-climatiche (fig. 3).

<sup>3</sup> Database della Banca Mondiale, 2007.

<sup>4</sup> Intervista diretta a Md. Saiful Hossain, Executive Engineer del Bangladesh Water Development Board, 2009.

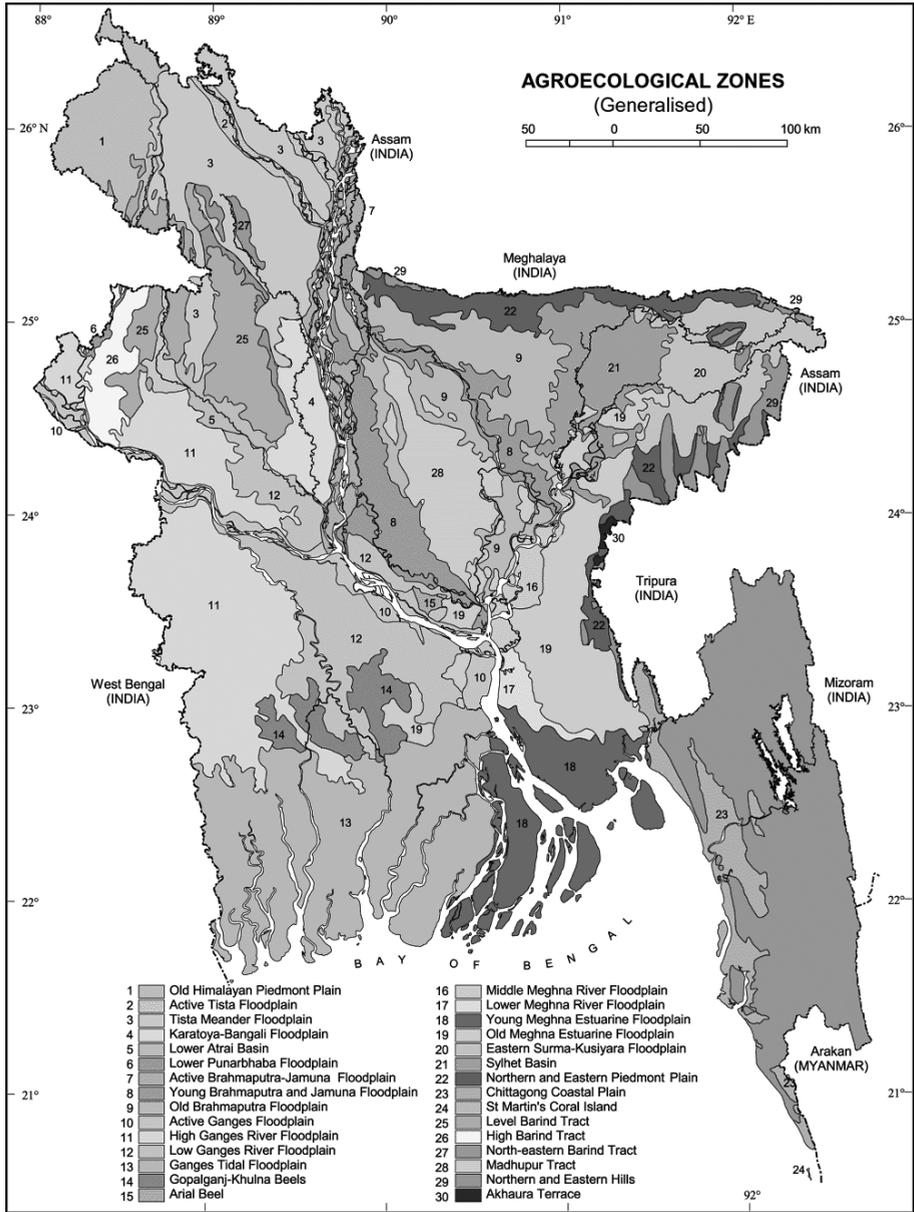


Fig. 3 Zone agro-ecologiche in Bangladesh (Bangladesh Agricultural Research Council, 2000)

## *Storia agricola del Paese*

### Periodo precedente all'indipendenza

La coltivazione del riso nella regione del Bengala si può fare risalire ai tempi più antichi. L'area produceva un surplus di riso, frumento e altri prodotti agricoli che erano esportati in altre aree del subcontinente indiano<sup>5</sup>.

Dopo la battaglia di Plassey (Palashi) del 1757, la Gran Bretagna acquisì il controllo virtuale del commercio in Bangladesh attraverso la British East India Company, un evento che cambiò il corso della storia nella regione. Durante l'era di dominazione britannica, l'area del Bangladesh non fu mai auto-sufficiente nella produzione di cereali, ricevendo regolarmente riso dalla vicina Birmania e frumento (e derivati) dall'India.

Il Paese conobbe gravi carestie, in particolare quella del 1943, durante la quale morirono circa 2,5 milioni di persone, carestia che giunse durante l'avanzata dell'esercito giapponese in Birmania, nel 1941, che causò il blocco delle esportazioni di riso verso il Bangladesh e produsse gradualmente una crescita di prezzi del riso da 10-12 kg per rupia fino a circa 1 kg per rupia.

Sulla scia della citata carestia il governo iniziò ad assumere gradualmente il controllo della fornitura di cibo alla popolazione, fino al 1946 in cui riso e grano divennero interamente monopolio di Stato: produzione, fornitura, distribuzione e commercio passarono interamente sotto il controllo del governo. La produzione di cereali rimase comunque limitata e le importazioni furono costantemente necessarie per tentare di bilanciare il deficit di produzione.

### Periodo post-coloniale e rivoluzione verde

Nel 1947, a seguito della partizione del subcontinente indiano, la regione nota come Bengala fu divisa su base religiosa in due blocchi: l'area a maggioranza hindu diventò parte dell'India, mentre l'area musulmana (l'odierno Bangladesh) fu assorbita dal Pakistan e fu chiamato "Pakistan orientale". Il territorio dello stato indiano separava però geograficamente per circa 1.600 km il Pakistan orientale dallo stato a occidente, una caratteristica emblematica delle grandi diversità tra le due regioni dello stato allora noto come Pakistan: diversità che ben presto si trasformarono in vere e proprie discriminazio-

<sup>5</sup> Ministero dell'Informazione del Bangladesh, 1994.

ni linguistiche, politiche ed economiche, e che produssero una tensione tale da far esplodere agitazioni popolari in Pakistan orientale contro il Pakistan Occidentale. Le sanguinose reazioni dell'amministrazione occidentale contro le pulsioni indipendentiste della regione del Bengala portarono a una vera e propria guerra per l'indipendenza nel 1971 (nota in Bangladesh come "Liberation war") che fu vinta dal Pakistan orientale – grazie anche all'appoggio dell'India – e che permise la costituzione dello Stato del Bangladesh. La guerra del 1971 iniziò quando la fornitura di cibo era al minimo valore annuale, anche a causa delle attività militari: le ostilità, inoltre, misero in seria difficoltà il sistema di distribuzione del cibo e il commercio verso l'estero di iuta e cotone (Bertocci, 1971).

La breve storia del Bangladesh è stata particolarmente drammatica, tanto che Henry Kissinger nel 1971 definì il paese «an international basket case», una caso disperato internazionale, e per questo si oppose alla sua indipendenza. Effettivamente, il Paese ha dovuto sopportare, nel corso della sua breve storia, numerose carestie e svariate catastrofi naturali, così come alta povertà diffusa e instabilità politica. Solo nel 1991 la democrazia fu stabilmente ripristinata e significativamente, dopo quella data, il Paese ha conosciuto una relativa stabilità e un progresso socio-economico.

Per quanto concerne il settore agricolo, il Bangladesh seguì l'esempio dei Paesi asiatici nell'adozione di tecniche e tecnologie riconducibili alla Rivoluzione Verde. In particolare dopo la metà degli anni '60 furono introdotte nel territorio dell'odierno Bangladesh varietà di riso ad alta resa (HYV, High Yield Varieties), fertilizzanti e fitofarmaci e si diffuse l'uso dell'irrigazione per sostenere la crescita delle nuove varietà. Il risultato nel breve periodo fu un aumento delle produzioni tale che si raggiunse quasi l'autosufficienza a livello nazionale: in particolare, la produzione di riso passò da 10 milioni di tonnellate del 1971 a 30 milioni di tonnellate del 2008<sup>6</sup>.

Il riso è il principale alimento per gli abitanti del Bangladesh, fornendo due terzi delle calorie e un terzo delle proteine consumate mediamente nel Paese. La sua produzione consente di impiegare circa il 48% della manodopera rurale e contribuisce alla metà del PIL agricolo (circa un sesto del PIL nazionale): quasi tutte le famiglie contadine del Paese (13 milioni) coltivano riso.

In Bangladesh esistono generalmente tre principali stagioni colturali:

- inverno, secco e relativamente freddo, in cui è coltivata principalmente la varietà detta Boro, oltre a legumi e oleaginose;

<sup>6</sup> FAO Representation in Bangladesh, 2008.

- primavera, caratterizzata da piogge monsoniche a partire da aprile, durante la quale sono coltivate iuta e una varietà di riso detta Aus raccolte poi a metà luglio;
- stagione piovosa, detta “Aman”, che dura fino a novembre ed è principalmente dedicata alla produzione di riso.

Nella tabella 2 è riassunto il calendario colturale per i principali ecotipi di riso<sup>7</sup>.

La superficie risicola è rimasta sostanzialmente stabile nelle ultime tre decadi: attualmente il riso copre circa il 75% dell'area coltivata e più dell'80% dell'area irrigata. Paragonando la crescita della produzione di riso (triplicata dal 1971 al 2007) alla crescita della popolazione (poco più che raddoppiata nello stesso periodo, da 70 a 155 milioni) si può constatare come l'aumento di produzione di riso sia stato molto maggiore della crescita demografica. Il BRRI spiega questo eccezionale risultato con la massiccia introduzione di nuove varietà di riso: sul 66% dell'area risicola nel 1998 erano state seminate varietà ad alto potenziale produttivo, che contribuirono per il 73% della produzione totale di riso del Paese.

Nel 2006 le varietà migliorate, secondo il BRRI, sono risultate oltre l'80% del totale. Ciononostante, va sottolineato come varietà locali persistano in diverse aree per i seguenti fattori:

- le varietà migliorate non sono state adattate ad alcuni agro-ecosistemi del Paese;
- esistono preferenze socio-culturali e gastronomiche dei tratti associati ad alcune varietà locali tradizionali<sup>8</sup>.

Questo aspetto va tenuto in considerazione, in quanto indice di come la popolazione non sia propensa ad accettare passivamente l'introduzione di HYV nella propria dieta.

VARIETÀ	PERIODO DI SEMINA	PERIODO DI RACCOLTA	CARATTERISTICHE
Aus	Metà Marzo - metà Aprile	Da metà luglio ad agosto	Upland
B. Aman	Metà Marzo - metà Aprile	Da metà novembre a metà dicembre	Riso coltivato in sommersione
T. Aman	Fine Giugno - Settembre	Dicembre-Gennaio	Rainfed
Boro (varietà locale)	Metà Novembre - metà Gennaio	Aprile-Maggio	Resistente a basse temperature
Boro (HYV)	Dicembre - metà Febbraio	Da metà aprile a giugno	Riso coltivato in sommersione

Tab. 2 *Cicli colturali e caratteristiche degli ecotipi e dei gruppi varietali in Bangladesh*

<sup>7</sup> FAO, 2008.

<sup>8</sup> Oakley and Momsen, 2005.

Si possono di seguito dunque riassumere i principali impatti della rivoluzione verde:

- incremento del raccolto via HYV a breve-medio termine, che ha sostenuto (o indotto, secondo la prospettiva) la crescita della popolazione;
- netta diminuzione delle varietà locali, specialmente per il Boro;
- aumento dei rischi per la salute umana, in particolare legati all'aumento delle quantità di arsenico consumate direttamente e indirettamente dalla popolazione (ma anche legati all'inquinamento di suolo, acqua, aria e prodotti commestibili);
- degrado del suolo e diminuzione della fertilità (potenziale decremento del raccolto a lungo termine).

1. *Incremento del raccolto.* Come già detto, dal 1971, anno dell'indipendenza, ai giorni nostri notevole è stato registrato un forte incremento nella quantità di riso prodotta. Nella tabella 3 è possibile analizzare la produzione stagionale media di riso per i tre principali ecotipi.

Nella tabella 4 è possibile verificare il bilancio di import ed export per il riso lavorato (millet rice) espresso in migliaia di tonnellate.

Nonostante gli incrementi della produzione di riso, il Bangladesh registra un'insufficienza annuale di circa 1.5 milioni di tonnellate di cereali (Karim, 1999), destinata ad aumentare, pur ammettendo un tasso di crescita della popolazione stabile: sarebbe, infatti, necessario un aumento di produzione di riso del 60% per soddisfare il livello corrente di domanda presente nel paese da qui al 2020 (Bhuiyan & Karim, 1999).

2. *Diminuzione delle varietà locali.* A fronte di un aumento della quantità di riso disponibile, è diminuita pesantemente l'agrobiodiversità. Analizzando i tre principali ecotipi di riso coltivato (Aus, Aman e Boro) tra il 1971 e il 2006 si può verificare come la coltivazione di varietà locali abbia subito un crollo: da una condizione di predominanza mantenuta fino agli anni '70, sono state gradualmente sostituite. Nella tabella 5 vengono riportati i dati aggregati della superficie (in migliaia di ettari) interessata dalla tre principali varietà di riso.

È evidente la drastica diminuzione delle varietà locali, particolarmente nel caso del Boro dove rimangono solo 174 mila ettari coltivati con la varietà tradizionale. Aus ha subito una graduale diminuzione della superficie nel corso del tempo (ora ridotta a un terzo): di questa, nel 1971 le varietà locali erano il 98,46% e oggi sono scese al 50%. Come evidenziato da alcuni studi (Tisdell and Alauddin, 1989) l'insieme delle varietà di riso coltivate è gradualmente divenuto sempre meno diversificato e la possibile scomparsa di alcune di queste varietà presso le

ANNO	AUS				AMAN				BORO			RISO TOTALE
	Locale	HYV	Totale	B.Aman locale	T.Aman			Totale Aman	Locale	HYV	Totale	
					Locale	HYV	Totale					
1971-72	0,75	2,63	0,78	0,85	1,03	2,75	1,15	1,05	1,42	3,00	2,01	1,05
1972-73	0,74	2,06	0,77	0,82	0,93	1,76	1,05	0,98	1,30	3,04	2,07	1,03
1973-74	0,81	1,36	0,84	0,88	1,02	2,37	1,31	1,17	0,96	2,74	1,82	1,15
1974-75	0,75	2,46	0,90	0,79	1,10	2,14	1,23	1,10	1,24	2,47	1,94	1,13
1975-76	0,77	2,43	0,94	0,98	1,20	2,17	1,34	1,22	1,29	2,54	1,99	1,22
1976-77	0,77	2,26	0,94	0,91	1,22	2,13	1,31	1,19	1,12	2,40	1,93	1,17
1977-78	0,80	2,28	0,98	1,01	1,28	2,29	1,40	1,29	1,41	2,50	2,05	1,27
1978-79	0,83	2,26	1,02	0,99	1,24	2,18	1,40	1,28	1,03	2,26	1,80	1,25
1979-80	0,75	2,06	0,93	0,92	1,18	1,96	1,33	1,22	1,28	2,60	2,11	1,23
1980-81	0,84	2,21	1,06	0,95	1,26	2,14	1,45	1,32	1,55	2,67	2,27	1,35
1981-82	0,84	2,17	1,04	1,03	1,13	1,75	1,26	1,20	1,57	2,80	2,42	1,30
1982-83	0,79	1,97	0,97	1,00	1,16	1,93	1,34	1,25	1,46	2,81	2,48	1,33
1983-84	0,84	2,01	1,03	1,06	1,22	1,93	1,39	1,31	1,55	2,66	2,39	1,37
1984-85	0,78	1,85	0,95	1,00	1,32	2,04	1,49	1,39	1,63	2,72	2,48	1,43
1985-86	0,81	1,91	0,99	1,05	1,34	2,07	1,53	1,42	1,41	2,65	2,39	1,45
1986-87	0,92	1,78	1,08	1,00	1,27	2,02	1,47	1,37	1,38	2,67	2,43	1,45
1987-88	0,92	1,79	1,07	0,91	1,30	2,05	1,51	1,38	1,44	2,62	2,44	1,49
1988-89	0,94	1,75	1,06	0,86	1,23	1,91	1,45	1,34	1,33	2,54	2,39	1,52
1989-90	0,98	1,73	1,10	1,10	1,44	2,19	1,71	1,61	1,20	2,63	2,46	1,70
1990-91	0,94	1,73	1,07	1,06	1,37	2,16	1,69	1,59	1,44	2,63	2,37	1,71
1991-92	0,94	1,86	1,14	1,02	1,37	2,21	1,73	1,63	1,45	2,73	2,58	1,78
1992-93	1,00	1,91	1,20	1,04	1,40	2,18	1,77	1,66	1,41	2,65	2,53	1,80
1993-94	0,91	1,79	1,12	1,04	1,40	2,18	1,77	1,66	1,44	2,75	2,62	1,82
1994-95	0,87	1,69	1,08	0,94	1,25	2,09	1,64	1,52	1,33	2,57	2,45	1,70
1995-96	0,87	1,68	1,09	0,94	1,31	2,00	1,66	1,56	1,50	2,73	2,62	1,78
1996-97	0,92	1,77	1,17	1,03	1,33	2,17	1,75	1,65	1,23	2,85	2,68	1,86
1997-98	0,93	1,78	1,20	0,96	1,17	2,04	1,61	1,52	1,57	2,92	2,82	1,84
1998-99	0,90	1,65	1,14	0,90	1,17	1,92	1,58	1,50	1,62	3,09	2,99	1,97
1999-00	1,03	1,82	1,28	1,11	1,47	2,26	1,92	1,81	1,57	3,11	3,02	2,15
2000-01	1,14	2,00	1,45	1,25	1,56	2,48	2,08	1,97	1,82	3,24	3,17	2,32
2001-02	1,14	2,01	1,46	1,23	1,47	2,38	2,00	1,90	1,75	3,20	3,12	2,28
2002-03	1,16	2,03	1,49	1,21	1,53	2,43	2,06	1,96	1,96	3,24	3,18	2,34
2003-04	1,98	1,25	1,52	1,26	1,55	2,52	2,12	2,03	1,94	3,33	3,26	2,42
2004-05	1,11	1,91	1,46	0,98	1,48	2,30	1,99	1,89	2,08	3,47	3,40	2,45
2005-06	1,28	2,09	1,69	1,17	1,57	2,35	2,08	1,99	1,99	3,50	3,44	2,52

Tab. 3 Fonte: Bangladesh Bureau of Statistics, 2007. Andamento delle produzioni ( $t\ ha^{-1}$ ) nelle diverse aree. Confronto ecotipi vs HYV

	1979-1981	1989-1991	1999-2001	2002	2003
Valore importazioni	220,4	156,7	935,7	939,4	1.245,5
Valore esportazioni	0,0	0,0	0,8	0,6	0,3
Bilancio	-220,4	-156,7	-934,9	-938,8	-1.245,2

Tab. 4 Emergency Special Session of the General Assembly (ESSGA), Nazioni Unite, 2006. Bilancio import/export dal 1979 al 2003

ANNO	AUS			B.Aman locale	AMAN				BORO			RISO TOTALE
	Locale	HYV	Totale		Locale	T.Aman		Totale Aman	Locale	HYV	Totale	
						HYV	Totale					
1971-72	2953	49	3002	1773,9	3383,5	253,3	3636,8	5411	544,7	321,7	866,4	9278,7
2005-06	517	517	1.034	505,4	1.730,1	3.193	4.924	5.429	174,2	3.892	4.066	10.529,1

Tab. 5 Fonte: Bangladesh Bureau of Statistics, 2007

comunità rurali priverebbe le stesse della possibilità di tornare al vecchio sistema colturale in caso di problemi, con un aumento del rischio a lungo termine.

Prima dell'introduzione di varietà modificate, esisteva un grande numero di varietà locali adattate alle specifiche condizioni agro-ecologiche e ai diversi usi locali. La massiccia diffusione di varietà modificate, dopo la metà degli anni '70, determinò un significativo declino percentuale della coltivazione di varietà locali di riso e di cereali minori, legumi e semi oleosi: questo dato appare evidente se si considera che l'area agricola dedicata alla produzione di cereali è passata da 8,6 milioni di ettari nel 1961 a 11,8 milioni nel 2006<sup>9</sup>.

3. *Rischi ambientali e per la salute umana.* I livelli di arsenico in Asia meridionale e in particolare nella regione del Bengala, che come detto comprende Bangladesh e lo stato indiano del Bengala dell'Ovest, sono particolarmente elevati, principalmente a causa della composizione del suolo (figg. 4-5).

Prima della Rivoluzione Verde i villaggi nelle aree rurali si rifornivano principalmente di acqua piovana, raccolta durante le stagioni piovose tramite cisterne ricavate nel terreno. In quest'acqua i livelli di arsenico rimangono piuttosto bassi se non nulli. Con l'utilizzo di nuove tecniche e varietà migliorate introdotte con la Rivoluzione Verde si è reso necessario scavare pozzi per aumentare la quantità d'acqua disponibile per l'irrigazione. L'acqua prelevata da questi pozzi, tuttavia, altamente ricca di arsenico, ha esercitato effetti negativi indiretti sulla salute umana. In aggiunta, i pozzi ricavati inizialmente per scopi irrigui sono diventati stabili riserve di acqua per i bisogni alimentari delle comunità rurali, causando così anche danni diretti alla loro salute. Secondo la FAO (2006) negli ultimi venti anni in Bangladesh si è verificato un considerevole aumento di estrazione di acqua dal sottosuolo: attualmente su 4 milioni di ettari di terra irrigata viene usata acqua estratta per circa 2,4 milioni di ettari. Si consideri che il 95% dell'acqua estratta è destinata all'irrigazione di riso (principalmente per la produzione di Boro durante la stagione secca), e il restante 5% è usato per scopi domestici: l'ammontare totale dell'arsenico immesso nel terreno agricolo tramite irrigazione ammonta a circa 1.000 tonnellate. C'è alta probabilità che le concentrazioni di arsenico nel suolo derivino dalle pratiche di irrigazione, ma allo stato attuale i dati non consentono di affermare in quali condizioni e in quale periodo stagionale avvenga la contaminazione del suolo, il che rende difficile la quantificazione dei rischi connessi.

Uno studio del British Geological Survey (BGS) del 1998, compiuto su pozzi (shallow tube-wells) in 61 dei 64 distretti del Bangladesh, ha dimostrato che il

<sup>9</sup> Indicatori di sviluppo mondiale, Banca Mondiale 2007.

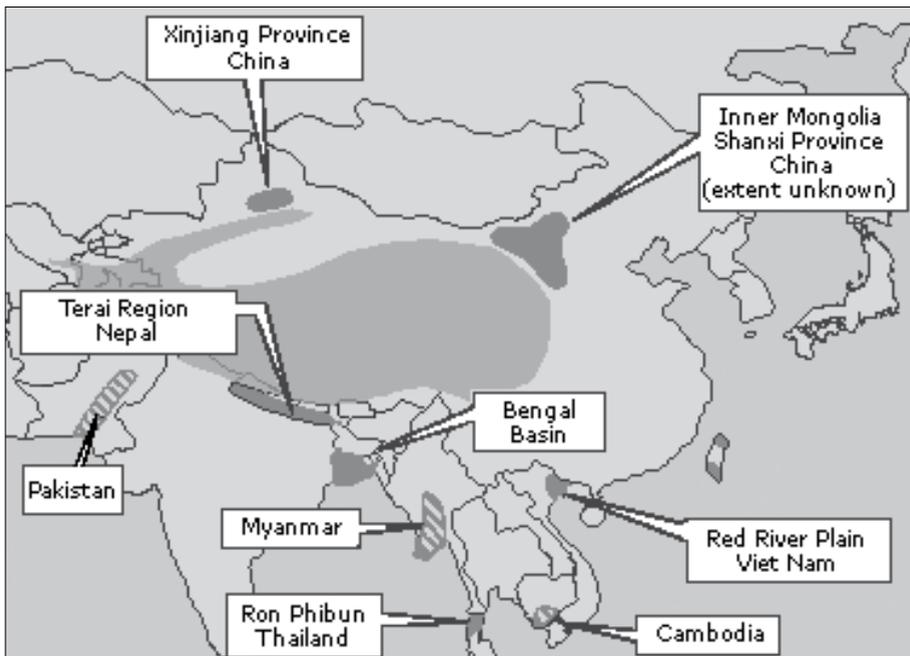


Fig. 4 Mappa degli acquiferi inquinati in Sud Asia (British Geological Survey & Banca Mondiale, 1990)

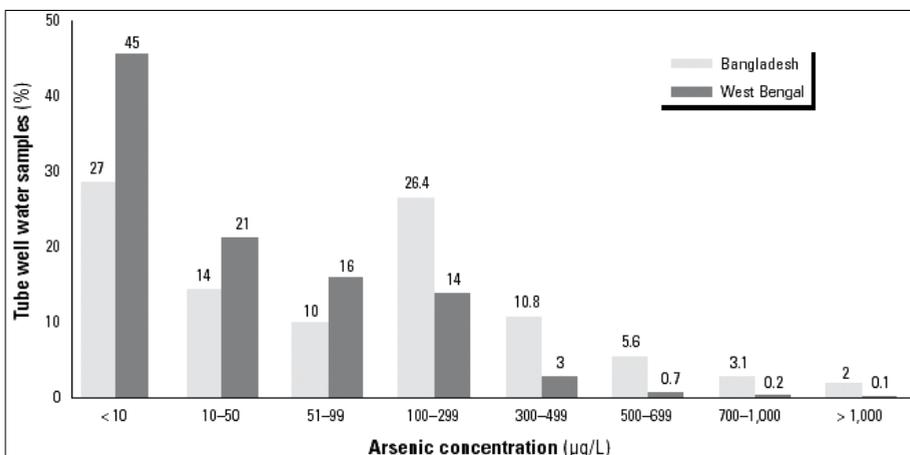


Fig. 5 Concentrazione di Arsenico in Bangladesh e Bengala dell'Ovest (British Geological Survey, 2000)

46% dei campioni superava la concentrazione di 0.010 mg di arsenico per litro e il 27% superava i 0.050 mg/L. Considerando la popolazione del 1999 si può quindi concludere che la popolazione esposta a concentrazioni di arsenico superiori a 0.05 mg/l fu compresa tra 28 e 35 milioni; la popolazione esposta a concentrazioni superiori a 0.01 mg/l fu invece compresa tra 46 e 57 milioni (BGS, 2000).

4. *Degrado del suolo e diminuzione di fertilità.* Il suolo del Bangladesh è generalmente scarso di sostanza organica (SO). Un suolo di buona qualità dovrebbe contenere almeno il 3% di sostanza organica, ma in Bangladesh la maggior parte ha meno dell'1,5% e in alcuni casi meno dell'1%. Particolarmente grave, secondo la FAO, è il trend registrato negli ultimi 20 anni nelle terre a media e alta elevazione, dove il contenuto di SO è sceso dal 2% all'1%. L'intensificazione colturale del Bangladesh è elevata: in molte aree vengono prodotte 2 o 3 diverse colture sullo stesso suolo, nello stesso anno senza che vengano compensati gli asporti di elementi nutritivi o che venga restituita sostanza organica. I residui colturali sono usati per combustibile e foraggio, persino il letame è usato principalmente come combustibile; tutto ciò determina una generalizzata e forte diminuzione di fertilità.

Secondo la FAO la situazione è più grave nelle aree dove le varietà ad alta resa sono state coltivate usando dosi di fertilizzanti basse e sbilanciate.

Concludendo, si può affermare che in Bangladesh si sia verificata negli ultimi 20-30 anni una grave perdita di fertilità del suolo e della produttività delle piante coltivate, dovuta principalmente ai seguenti fattori:

- basso contenuto di SO, aggravato dal clima caldo e umido che favorisce la rapida mineralizzazione;
- elevata intensità colturale;
- cattivo uso di fertilizzanti;
- errate pratiche colturali (tra cui l'impostazione delle sequenze).

### *Sfide attuali*

Attualmente, il Paese dispone di 8.4 milioni di ettari coltivabili<sup>10</sup>, a fronte di un'enorme pressione demografica in crescita di circa 2 milioni ogni anno<sup>11</sup>. La quantità di terreno arabile disponibile pro-capite è diminuita drasticamen-

<sup>10</sup> FAOSTAT, 2009.

<sup>11</sup> Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations, 2007.

te negli ultimi quarant'anni, attestandosi nel 1997 su meno di 0,1 ettari pro capite (FAO, 1998); l'estensione media di un'azienda agricola è scesa dal valore di 1.43 ettari nel 1961 allo 0.87 nel 1994<sup>12</sup>. Secondo la FAO (1998) questo trend ha gravemente intensificato la competizione per l'accesso a risorse ambientali nel Paese. Ciononostante, il settore agricolo continua a mantenere un'importanza centrale economica, contribuendo per il 20% al PIL nazionale e soprattutto impiegando circa il 70% della forza lavoro<sup>13</sup>.

#### *Trend: Produzione agricola pro-capite*<sup>14</sup>

La produzione agricola include il valore di tutti i prodotti colturali e zootecnici originati in un Paese. Il valore dell'indice di produzione agricola pro-capite permette di identificare il prodotto pro-capite disponibile del settore agricolo bengalese (dedotto il valore delle sementi immagazzinate e del cibo per il bestiame) rispetto al biennio di riferimento, in questo caso il periodo tra il 1999 e il 2001 (tab. 6).

È possibile mettere in relazione questi dati con lo stato di sicurezza alimentare del paese secondo gli indicatori definiti – sempre dalle Nazioni Unite – per gli Obiettivi del Millennio.

Da questi dati si evince che a fronte di un generale aumento di capacità produttiva è corrisposta una diminuzione del numero di persone sottanutrite nel Paese. Vi sono stati trend differenziati tra il 1990 e il 2003: la massima percentuale di popolazione sottanutrita è stata registrata nel periodo 1995-97, pur successivamente ridotta nel biennio 2003-05, rimane ancora attestata su valori elevati superiori al 20% (fig. 6).

#### *Yield gap*

Diversi studi condotti sulle dinamiche produttive del comparto agricolo del Paese hanno fornito indicazioni sulle possibili cause del cosiddetto *yield gap* nella produzione risicola. Gli studi sono stati compiuti da diversi ricercatori del BRRI e della FAO.

Secondo la posizione ufficiale del BRRI (Bangladesh Rice Research Institute, 2007), la popolazione bengalese sta crescendo al ritmo di 2 milioni

<sup>12</sup> Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), 1997.

<sup>13</sup> Fao Representation in Bangladesh, 2008.

<sup>14</sup> United Nations Common Database, 2005.

Anno	1961	1970	1980	1990	2000	2003
Indice di produzione agricola pro capite (Indice 1999-2001=1000)	115,6	110,6	96,8	92,9	102,9	97,9

Tab. 6 *Indice di produzione agricola dal 1961 al 2003*

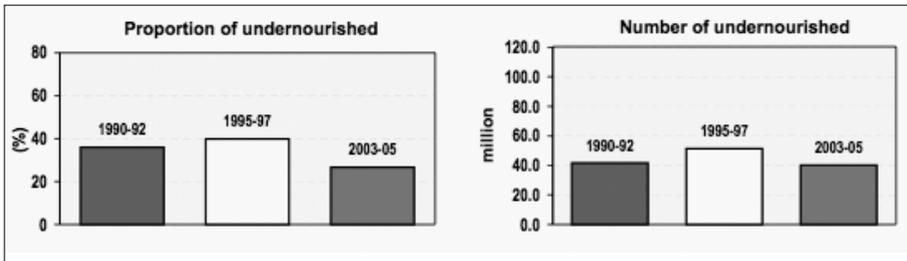


Fig. 6 *Proporzione e numero di malnutriti in Bangladesh (Nazioni Unite, 2006)*

annui e potrebbe così crescere di altri 30 milioni di persone nei prossimi 20 anni, durante i quali il Bangladesh necessiterà di 27.26 milioni di tonnellate del riso per l'anno 2020. Nello stesso intervallo l'area totale coltivata a riso potrebbe contrarsi ulteriormente, costringendo ad aumentare di una tonnellata per ettaro (da 2.74 a 3.74 t/ha) la produzione. Le indicazioni dell'BRRI sono dunque le seguenti:

- sostituzione di varietà locali con varietà modificate nel biotipo T.Aman (Aman trapiantato), dove possibile;
- limitata crescita delle varietà moderne nell'area coltivata a Boro;
- sostituzione delle presenti varietà con altre a resa maggiore;
- incremento delle aree di irrigazione per il Boro e il T.Aman;
- applicazione di migliori tecnologie per la gestione delle risorse;
- uso di sementi di maggior qualità;
- meccanizzazione della coltivazione di riso, minimizzando in particolare le perdite post-raccolto.

Per gli scienziati del BRRI, intervistati direttamente nel febbraio del 2009<sup>15</sup>, l'*yield gap* nel riso è principalmente associato a:

- siccità durante il periodo di crescita delle principali varietà;
- scarso accesso a fertilizzanti potassici;
- inefficace controllo dei parassiti e dell'acqua nelle zone meridionali dove è diffusa la risi-piscicoltura.

<sup>15</sup> Dr. Md. Serajul Islam, Chief Scientific Officer & Head of the Plant Physiology Division, e il suo gruppo di lavoro.

Sheikh A. Sattar (BRRI<sup>16</sup>) ha identificato uno dei principali fattori di *yield gap* nella deficienza in zinco e zolfo di parte del suolo del Bangladesh, una deficienza indotta dagli stati di saturazione idrica del suolo, caratteristica non così diffusa nei suoli del Paese come invece ipotizzato negli anni '70. Allo scopo di raggiungere la produzione di cibo necessaria, Sattar suggerisce da un lato la riduzione dello *yield gap* e dall'altro l'aumento del potenziale produttivo delle varietà migliorate. In particolare, Sattar propone:

- sviluppo di varietà a ciclo più breve con alto potenziale di resa, così da adattarsi ai calendari agronomici aziendali. Questo aiuterebbe gli agricoltori a liberare terra per i cicli colturali successivi in tempo utile;
- introduzione di uso integrato di fertilizzanti organici e inorganici per sostenere la produttività del suolo;
- rafforzamento dei collegamenti tra ricerca e servizio di *extension* per accelerare la disseminazione di tecnologie disponibili presso gli agricoltori.

Va sottolineato come, secondo Sattar, le tecnologie disponibili siano sufficienti per colmare le attuali mancanze annuali pari a 1.5 milioni di tonnellate. Questo però necessita di uno sforzo nel settore dell'*extension* per disseminare le necessarie tecnologie e tecniche di produzione presso gli agricoltori. In particolare, Sattar esamina il caso del T.Aman: aumentando la resa di 0,46 tonnellate di risone per ettaro si produrrebbe un aumento pari a 1,5 milioni di tonnellate. Questo aumento sarebbe raggiungibile portando la percentuale di varietà modificate di T.Aman dal 51 al 55 per cento e fornendo irrigazione supplementare, adeguati fertilizzanti e migliori tecniche di produzione.

Altri esempi forniti da Sattar riguardano la necessità di mantenere attive le infrastrutture di irrigazione dopo la stagione dedicata al Boro, dal momento che il T.Aman soffre spesso siccità durante il periodo di inflorescenza abbassando notevolmente così la resa. A questo scopo, Sattar suggerisce anche di lanciare programmi di sviluppo di “mini-watershed” per fornire acqua durante la stagione del T.Aman e anche per i sistemi combinati riso-pesce.

Infine, secondo la FAO<sup>17</sup> i principali vincoli alla produzione sostenibile di riso nel Paese sono i seguenti:

- circa 4 milioni di ettari di terreno coltivato a riso sono potenzialmente deficitari in Zolfo e Zinco;
- circa 0.8 milioni di ettari di terreno nell'area costiera sono caratterizzati da elevati tassi di salinità;

<sup>16</sup> Bridging the Rice Yield Gap in the Asia-Pacific Region, FAO (2000).

<sup>17</sup> FAO Rice Information, Volume 3, Dicembre 2002.

- scarsità di acqua durante la stagione secca;
- siccità e forti alluvioni in agosto, tempeste (grandine) da aprile a maggio;
- presenza di erbe infestanti e parassiti colturali (in particolare la piralide del riso, *Scirpophaga incertulas*, e *brown planthopper*, *Nilaparvata lugens*) e malattie (in particolare *bacterial leaf blight* e *bacterial leaf blast*);
- inadeguatezza per quanto riguarda infrastrutture, credito e fornitura di input (specialmente sementi e fertilizzanti);
- povertà rurale: circa il 60% delle famiglie virtualmente non possiede terra da coltivare;
- fluttuazione dei prezzi.

### *Un vincolo ulteriore: cambio climatico e disastri naturali*

Oltre ai fattori ambientali (es. diminuzione di terre coltivabili) e antropici (es. aumento demografico) già citati, il cambiamento climatico rappresenta un gravissimo problema aggiuntivo per lo stato del Bangladesh. Il Bangladesh è attualmente già uno dei Paesi più colpiti dai disastri naturali, con un impressionante calendario dei disastri che di anno in anno produce morti e danni economici (fig. 7).

Secondo l'Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) i cambiamenti climatici sono destinati, con alta probabilità, ad aumentare la frequenza e l'intensità dei disastri naturali. A questo va aggiunto che in Bangladesh una grande percentuale della popolazione rurale è già vulnerabile alla variabilità climatica e i cambiamenti a lungo termine sono destinati ad acuire il problema. In particolare, il Bangladesh sarà molto probabilmente uno dei Paesi più vulnerabili al cambio climatico a causa della propria posizione geografica, dell'alto livello di povertà e delle caratteristiche demografiche (Huq, 2001). Tra i principali effetti del cambio climatico in Bangladesh vi saranno l'innalzamento del livello del mare, l'aumento di temperature e l'aumento di intensità dei cicloni. Il settore primario bengalese, specificatamente, è considerato uno dei più sensibili al cambio climatico (Cline, 2007) e particolarmente ai seguenti fattori:

- aumento di temperatura (1.0°C nel 2030 e di 1.4°C nel 2050);
- cambiamento dei pattern delle precipitazioni;
- aumento di possibilità di eventi estremi (come siccità e inondazioni).

Concludendo, l'impatto del cambio climatico sulla produzione agricola sarà molto probabilmente negativa (Unione Europea, 2007). Tra i vari fattori che contribuiranno sulla diminuzione di resa delle colture, oltre a quelli citati, ci saranno: temperature estreme, siccità e aumento della salinità nei

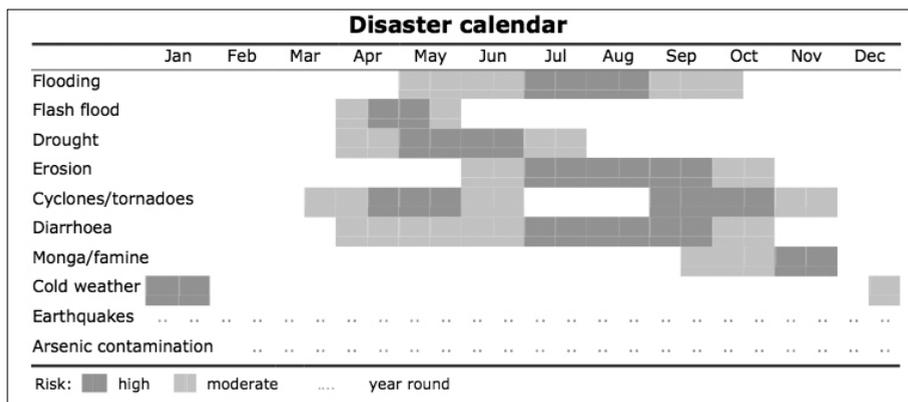


Fig. 7 *Calendario dei disastri in Bangladesh (World Food Programme, 2004)*

terreni dell'area costiera (la diminuzione della resa unitaria del riso dovuto alla salinità sarà pari a 0,2-0,5 tonnellate).

### *Possibili soluzioni - sviluppi futuri*

Esplorando le possibili strategie per rafforzare la sicurezza alimentare della popolazione bengalese appare innanzitutto necessario sottolineare come la riedizione senza modifiche della Rivoluzione Verde non possa rappresentare una soluzione, non solo per via delle gravi implicazioni ambientali già esaminate, ma anche perché l'adozione di varietà modificate – la chiave fondamentale della precedente Rivoluzione – si è dimostrata fino ad oggi problematica per le famiglie di contadini abitanti le aree costiere sottoposte a inondazioni (IFPRI, 2003).

Il Paese ha compiuto uno sforzo eccezionale per ridurre lo *yield gap*, ottenendo grandi successi particolarmente nell'ecosistema irrigato (Boro) e diminuendo le importazioni nel corso degli ultimi decenni. La produzione, tuttavia, potrebbe essere destinata a diminuire a causa del raggiungimento del plateau nella resa del riso negli ecosistemi irrigati e a causa degli scarsi miglioramenti apportati alla produzione cerealicola nelle aree costiere inclini a salinizzazione e in quelle a rischio di inondazioni<sup>18</sup>. A questo vanno aggiunti i limiti all'aumento di produttività già sottolineati, uniti ad altri non approfonditi in questo articolo<sup>19</sup> quali:

<sup>18</sup> FAO Rice Conference, 2004.

<sup>19</sup> Si veda, per approfondimenti, l'approfondimento sulla regione asiatica contenuto nel rapporto

- mancanza di un'adeguata infrastruttura (fisica, economica, informativa, etc.) a sostegno dello sviluppo rurale;
- frammentazione della proprietà terriera, principalmente a causa del sistema ereditario;
- approccio *top-down* delle strutture pubbliche di sostegno allo sviluppo rurale, collegato – in una spirale negativa – alla difficoltà di lanciare iniziative cooperativistiche nel Paese<sup>20</sup>.

Per poter garantire al Paese un'adeguata sicurezza alimentare si rende dunque necessario un approccio che superi il concetto della soluzione tecnologica adatta a ogni problema e contesto: è necessario, infatti, tenere conto del sistema-Paese nella sua interezza e nelle sue ampie diversità interne. Esistono alcuni approcci ed esempi, in questo senso, che è utile evidenziare.

### 1. *Diversificazione colturale*

Una delle principali strategie di riduzione del rischio in campo agricolo è rappresentata dalla diversificazione colturale. In un Paese come il Bangladesh, che vive perennemente in una condizione di grave precarietà, i benefici di una siffatta strategia appaiono ancora di più evidenti. Innanzitutto, la diversificazione colturale permetterebbe di allentare la pressione sul suolo, contribuendo ad arricchire il terreno con materiali organici, migliorandone così la struttura: indirettamente questo potrebbe produrre una diminuzione della suscettibilità delle colture stesse ad attacchi parassitari.

In secondo luogo, la diversificazione colturale ha un ruolo fondamentale per migliorare la nutrizione della popolazione bengalese che non è bilanciata, particolarmente tra donne e bambini (Bhattacharjee et al., 2007). Mediamente, infatti, la dieta copre la richiesta giornaliera di carboidrati, ma non apporta adeguatamente proteine, vitamine e minerali.

Dal punto di vista economico, infine, una più accorta diversificazione colturale potrebbe consentire da un lato un guadagno nel bilancio commerciale, con una graduale diminuzione delle importazioni di colture quali il frumento (ormai parte della dieta comune); d'altra parte, specialmente con un potenziamento del comparto orticolo, gli agricoltori potrebbero in modo più efficiente le risorse e ottenere integrazioni di reddito. Tra i progetti attivi su questo fronte in Bangladesh va citato il Northwest Crop Diversification Project (NCDP), iniziato nel 2001 e guidato dal Dipartimento di Extension

---

FAO sullo stato dell'agricoltura (1997).

<sup>20</sup> Si veda, per approfondimenti, l'esperienza delle cooperative di Comilla e il suo superamento con M. Yunus.

del Ministero dell'Agricoltura. L'iniziativa è localizzata nell'area nord-occidentale del Paese, in tutti i distretti della divisione di Rajsahi, caratterizzata dalla maggior povertà a livello nazionale (il 62% della popolazione è sotto la linea della povertà), carestie annuali e scarsità di occupazioni fuori dal settore agricolo. Il progetto ha fornito assistenza a un totale di 200.000 piccoli agricoltori, principalmente donne (60%), rafforzando la loro capacità di ottenere prodotti ad alto valore destinati sia all'autoconsumo sia al mercato locale e nazionale. Oltre alle attività di rafforzamento delle capacità degli agricoltori il progetto ha parallelamente sviluppato strutture per la conservazione e la distribuzione dei prodotti, allo scopo di creare le condizioni per la commercializzazione degli stessi così come per la realizzazione di scorte utili per contrastare l'innalzamento stagionale dei prezzi nei mercati locali, che contribuiscono a riproporre condizioni di carestia nella regione su base annuale (detta *monga*, in lingua locale).

Dopo sette anni di sviluppo, il Dipartimento di Extension ha stimato che il progetto ha prodotto oltre 350.000 tonnellate di colture ad alto valore attraverso 4,4 milioni di giorni di lavoro aggiuntivo, pari a circa 28 milioni di dollari statunitensi.

## 2. *Selezione varietale partecipativa (Participatory Varietal Selection, PVS)*

Una possibile via di miglioramento delle produzioni è costituita dalle esperienze di selezione varietale partecipativa, proposte dai principali centri di ricerca agricola nazionali in Bangladesh, il già citato BRRI e il Bangladesh Agricultural Research Institute (BARI). Sono state, infatti, avviate diverse esperienze di sviluppo di varietà modificate di riso e di frumento, con l'obiettivo di superare i tradizionali limiti dell'introduzione di nuove varietà, legati alla difficoltà di coltura delle stesse in aree marginali e/o in aree dove tecniche e tecnologie a supporto non erano sufficientemente diffuse. In particolare, la selezione diretta di caratteri migliorativi effettuata con le comunità agricole ha consentito di sviluppare varietà più adatte ai bisogni degli agricoltori all'interno dei propri agroecosistemi. La selezione di varietà in base alle richieste del mercato locale e nazionale ha spesso accresciuto la diversità varietale a livello delle comunità rurali (Witcombe, 2005).

Il BARI e il BRRI hanno introdotto questo approccio nell'ultimo decennio, con buoni risultati. Nel distretto di Faridpur il BRRI ha ottenuto diverse varietà migliorate a partire da Boro coinvolgendo gli agricoltori nella selezione. Le linee selezionate hanno consentito di realizzare un guadagno di resa del 19%, e hanno evidenziato il potenziale ruolo degli agricoltori nell'aumento di produzione e nella diffusione di soluzioni tecnologiche avanzate (Hawladar, 2004).

Allo stesso modo il BARI ha facilitato la selezione e disseminazione di varietà di frumento da parte di gruppi di agricoltori. Dopo l'analisi partecipativa dei bisogni delle comunità agricole di 12 villaggi in 4 distretti (Dinajpur, Jessore, Rajshahi e Jamalpur) nel 2002 sono state condotte analisi degli impatti nel 2005, ottenendo una forte ed efficace diffusione tra agricoltori delle varietà modificate (circa il 50% degli agricoltori in due anni aveva ottenuto autonomamente le sementi) e un accrescimento della diversità varietale (Pandit et al., 2007).

Questi successi sono stati confermati da altri esperimenti (Joshi et al., 2007), che hanno messo in luce la grande potenzialità dei sistemi partecipativi e dell'approccio cosiddetto di breeding client-oriented (Witcombe et al., 2005).

### *3. La visione della FAO: un approccio di livelihood multidisciplinare con gli enti di ricerca locali*

È opportuno ricordare l'approccio della FAO rispetto agli interventi nel Paese, con particolare riferimento ai progetti di adattamento al cambio climatico nel settore agricolo, attivati dal 2003. Dovendo sviluppare processi di adattamento a lungo termine delle comunità rurali in numerosi progetti è stato adottato un approccio che rafforzasse le loro capacità di ottenere mezzi di sostentamento (*livelihoods*) in un quadro complesso di sicurezza alimentare, comprendendo quindi aspetti produttivi, ecologici e socioeconomici. Nel quadro delle attività di rafforzamento delle capacità produttive delle comunità agricole sono state realizzate diverse ricerche con gli istituti nazionali preposti, incoraggiando interventi multidisciplinari capaci di coinvolgere anche i gruppi più vulnerabili (es. le donne nella gestione degli orti familiari) e, secondo i casi, proponendo interventi agronomici, adozione di varietà migliorate, ricorso a tecniche irrigue e così via. Un caso emblematico è dato dalla collaborazione con il già citato BARI nell'area nordoccidentale soggetta a siccità annuale, dove è stato introdotto il cece con ottimi risultati ecologici ed economici. In particolare, il ritorno economico nella stagione fredda ha prodotto un profitto doppio rispetto al tradizionale ciclo foraggio - riso T.Aman - foraggio. Nella tabella 7 si può verificare la performance economica del ciclo Riso T.Aman-Cece sperimentato in due diverse località della divisione di Rajshahi in Bangladesh nel 2006-07 (FAO, 2007)<sup>21</sup>.

Il profitto economico va poi sommato alle capacità del cece di fissare l'azoto atmosferico, che produce un aumento di fertilità del suolo, e al beneficio apportato in termini di sostanze nutritive (proteine e minerali) alla normale dieta delle comunità.

<sup>21</sup> Si tenga presente che il Taka è la moneta corrente locale (1 Euro corrisponde a circa 90-100 Taka) e la Bigha è un'unità di misura che corrisponde a 1320 metri quadrati.

CICLO COLTURALE	COSTO DI PRODUZIONE (TAKA/BIGHA)	RITORNO LORDO (TAKA/BIGHA)	MARGINE LORDO (TAKA/BIGHA)	RAPPORTO COSTI-BENEFICI
CV Tradizionale Riso T.Aman-Foraggio	2600	6033	3433	2,32
CV migliorata Riso T.Aman-Chickpea	3600	11553	7953	3,21

Tab. 7 *Bilancio economico di due avvicendamenti colturali*

#### 4. *L'annus horribilis del 2007 e la risposta degli agricoltori*

È infine utile ricordare quanto accaduto nel 2007, anno durante il quale si verificarono ben tre eventi catastrofici: due inondazioni (in agosto e ottobre) e un mega ciclone, Sidr, a novembre. Ovviamente le ripercussioni sulle capacità del Paese di fornire cibo alla propria popolazione furono pesanti, aggravate per giunta dal parallelo aumento dei prezzi: le perdite di T.Aman furono pari a 1,8 milioni di tonnellate. Gli agricoltori bengalesi, con un moto di orgoglio, reagirono e produssero uno sforzo tale per cui il successivo raccolto di Boro raggiunse la quantità di 17,54 milioni di tonnellate<sup>22</sup>, con un aumento del 17% rispetto all'anno precedente (pari a 3 milioni di tonnellate). Si è detto, in precedenza, che il Bangladesh ha un deficit annuale di circa 1,5 milioni di cereali: la reazione degli agricoltori del 2007 dimostrerebbe che le tecnologie presenti nel Paese potrebbero essere già essere sufficienti a colmare questo gap. Il gap fu colmato, dopo i tragici eventi del 2007, dalla reazione comune degli agricoltori<sup>23</sup>. Questo episodio è stato fonte di riflessione per molti tanto da suggerire nuove strategie da adottare per un diffuso e stabile miglioramento del sistema agricolo bengalese.

#### CONCLUSIONI

Come inizialmente sostenuto, l'eterogeneità delle condizioni in cui si trovano i diversi Paesi in Via di Sviluppo spinge oggi il settore della ricerca a evitare le generalizzazioni, per invece effettuare analisi sitospecifiche, prendendo in estrema attenzione le dinamiche spazio-temporali interne ai Paesi e, ancor più, le relazioni internazionali.

<sup>22</sup> FAO - Missione di valutazione dei danni post-Sidr, 2008.

<sup>23</sup> Il governo del Bangladesh istituì, per questa ragione, un giorno di festa nazionale dedicato ai propri agricoltori, detto "National Agriculture Day".

Con approccio sistemico, multidisciplinare e intersettoriale è utile il ricorso a strumenti sia concettuali (modelli interpretativi, analisi dei bisogni, analisi SWOT, albero dei problemi) sia tecnologici (ad esempio GIS). Ciò però non è sufficiente se non inquadrato all'interno di un approccio che coinvolga i cosiddetti attori locali, vale a dire, nel caso della ricerca agronomica, istituti di ricerca locali, enti attivi sul territorio, agricoltori o loro associazioni per poter dipingere un fedele quadro della realtà del Paese.

Esplorando le possibili strategie per uscire dallo stato di insufficiente disponibilità alimentare delle popolazioni burundese o bengalese, appare innanzitutto necessario sottolineare come singole linee di intervento per l'aumento delle produzioni (ad esempio miglioramento varietale, innalzamento dei livelli di meccanizzazione, maggiore ricorso a fertilizzanti chimici o fitofarmaci) non possano rappresentare efficaci soluzioni, come dimostrato in precedenti studi (IFPRI, 2003).

In un quadro complesso e dinamico, gli obiettivi strategici per i paesi più poveri potrebbero essere, prioritariamente, a) accrescere la *food security* (in termini globali di produzione, accesso, fruibilità degli alimenti e generi di sussistenza secondo il concetto di sovranità alimentare); b) favorire la stabilità delle produzioni agricole, privilegiando l'agricoltura di sussistenza attraverso interventi tecnici appropriati basati sulle conoscenze agro-ecologiche, che riducano il ricorso a fattori produttivi esterni e valorizzino il lavoro e le conoscenze; c) conservare le risorse ambientali suolo, acqua, aria, flora e fauna.

In conclusione, a proposito di queste problematiche più generali, non è fuori luogo ricordare quanto Mahatma Ghandi sosteneva: «Earth provides enough to satisfy every man's need, but not every man's greed».

## RIASSUNTO

Le forti differenziazioni nelle dinamiche dello sviluppo, che si possono registrare nei diversi Paesi, ci spingono ad aggiornare le categorie e la terminologia utilizzate nelle analisi dei sistemi produttivi e delle innovazioni agronomiche.

Il raggruppamento definito, fino a pochi anni fa, dei Paesi in Via di Sviluppo (PVS) dimostra oggi di non avere più una sufficiente omogeneità interna e costringe a procedere ad analisi su basi differenziate: è, infatti, evidente la distanza che divide i Paesi a Sviluppo Accelerato da quelli a mancato sviluppo o sviluppo frenato. È molto probabile che lo scenario futuro veda più di un miliardo di persone condannate alla povertà e a vivere in condizioni molto distanti da quelle degli abitanti del resto del mondo. Questo grande numero di individui è e sarà concentrato all'interno dei paesi dell'Africa sub-sahariana e in alcuni paesi del continente asiatico. Per meglio analizzare le dinamiche e poter indicare gli eventuali interventi agronomici a diversa scala, si devono evitare generalizzazioni per privilegiare invece studi specifici di singoli casi, adottando un approccio sistemico che

fornisca quadri descrittivi della complessità del sistema in esame, in prospettiva storico-geografica e con carattere multi-disciplinare, prima di individuare e proporre azioni apparentemente risolutive e valide in tutte le situazioni.

Con il presente lavoro si vogliono analizzare diversi modelli di analisi e di intervento, cercando di chiarire quanto più possibile i concetti, attraverso esemplificazioni concrete. Si presenteranno due casi-studio, quello dello Stato del Burundi e quello della Repubblica popolare del Bangladesh, che forniranno spunti di riflessione in particolare su modelli e metodiche applicati nel corso della cosiddetta prima Rivoluzione Verde e quelli invece oggi possibili e proponibili per impostare programmi di sicurezza alimentare e di sovranità alimentare per le popolazioni dei paesi più poveri.

#### ABSTRACT

The deep differences in developmental dynamics that can be noticed by comparing different countries, force us to update both terminology and set of categories applied to the analysis of production systems and agricultural innovations. Nowadays the group of countries that just a few years ago were defined Developing Countries (LDCs) does not show a significant uniformity anymore. This new scenario requires the development of innovative and deeper analysis accordingly: in fact, it is a likely scenario in the next future that more than a billion people would be condemned to poverty and living in very different conditions than most of the other people in the World. This large number of individuals is and will be living in sub-Saharan Africa and in some countries of South Asia.

In order to better study the developmental dynamics at different scales and to identify possible agronomic initiatives aimed at reducing food insecurity and poverty, it is necessary to avoid generalizations and rather to focus on specific cases. Particularly, it will be fundamental to carry out research by adopting a systemic approach that could provide a descriptive and comprehensive picture of the complexity of the studied systems, in their historical and geographical perspective with multi-disciplinary methodology, instead of arbitrarily identifying and proposing interventions apparently valid in all situations. With this work we want to analyze different models of analysis and intervention, trying to clarify as much as possible theoretical concepts through concrete examples. We thus present two case studies, respectively on the State of Burundi and the People's Republic of Bangladesh, which will provide with insights into the models and methods applied during the first so-called Green Revolution as well as the ones through which food security and food sovereignty programs for the people of the poorest countries could be set up at present day.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1983): *Monografia della provincia di Cibitoke*, Inchiesta agricola SNES Bubanza.
- AA.VV. (2007): *Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations: World Population Prospects*.
- BERTOCCI P.J. (1971): *East Pakistan: The harvest of strife*, «South Asian Review», vol. 5 (1), pp. 11-18.

- BANGLADESH RICE RESEARCH INSTITUTE (BRRI) (2007): *Rice in Bangladesh*, Dhaka.
- BANGLADESH AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (BARC) (2000): *Information System Database*, Dhaka.
- BANGLADESH BUREAU OF STATISTICS (2007): *Handbook of agriculture statistics*, Dhaka.
- BHATTACHARJEE L., KUMAR SAHA S. & NANDI B.K. (2007): *Food based nutrition strategies in Bangladesh: Experience of integrated horticulture and nutrition development*, Department of Agricultural Extension, Ministry of Agriculture; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, RAP PUBLICATION 2007/05.
- BHUIYAN S.I., KARIM A.N.M.R. (1999): *Rice production in Bangladesh: an overview*, in *Increasing Rice Production in Bangladesh: Challenges and Strategies*, Bangladesh Rice Research Institute e International Rice Research Institute, Dhaka.
- BRITISH GEOLOGICAL SURVEY, DFID (DEPARTMENT OF INTERNATIONAL DEVELOPMENT) (2000): *Groundwater Studies of Arsenic Contamination in Bangladesh*, Rapporto finale, Dhaka.
- CLINE W.R. (2007): *Global Warming and Agriculture. Impact Estimates by Country*, Centre for Global Development and the Peterson Institute for International Economics.
- COCHET (2006): *Agrarian Dynamics, Population Growth and Resource Management: The Case of Burundi*, «GeoJournal», 60, pp. 111-122.
- COLLIER P. (2007): *L'ultimo miliardo*, Feltrinelli, Milano, 210 pp.
- CONSULTATIVE GROUP ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH (CGIAR) (1997): *Official newsletter*, giugno.
- EUROPEAN UNION (2007): *Climate Change Impacts and Responses in Bangladesh*, European Union policy paper - Policy Department Economic and Scientific Policy (IP/A/CLIM/NT/2007-09).
- FAO (2002): *Rice Information*, vol. 3, Roma, Dicembre.
- FAO (2005): *Proceedings della Conferenza sul Riso 2004. Rice in global markets*, Rome, 12-13 February 2004.
- FAO (2007a): *Findings from the BARI-FAO collaboration under CDMP subcomponent 4b implemented by FAO and DAE: "Improved adaptive capacity to climate change for sustainable livelihoods in the agricultural sector - The case of the High Barind Tract"*, Dhaka.
- FAO (2007b): *Asia-Pacific Forestry Sector Outlook Study: Country Report – Bangladesh*, Rome.
- FAO (2008): *Representation in Bangladesh: Presentation about the status of agricultural sector in Bangladesh*, Dhaka.
- FAO/WORLD FOOD PROGRAMME (2008): *Crop and Food supply assessment mission to Bangladesh*, 28 August 2008, Roma.
- HAWLADER M.S.H. (2004): *Participatory varietal selection of Boro rice in Faridpur District*, «Journal of Agriculture & Rural Development (Gazipur)», vol. 2, issue 1, pp. 47-51.
- HOSSAIN M., LEWIS D., BOSE M.L., CHOWDHURY A. (2003): *Rice Research, Technological Progress, and Impacts on the Poor: The Bangladesh Case (Summary Report)*, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- HUQ S. (2001): *Climate Change and Bangladesh*, «Science», 294, p. 1617.
- MINISTRY OF INFORMATION OF BANGLADESH (1994): *Bangladesh: towards 21st century*, Dhaka.
- JOSHI K.D., MUSA A.M., JOHANSEN C., GYAWALI S., HARRIS D., WITCOMBE J.R. (2007):

- Highly client-oriented breeding, using local preferences and selection, produces widely adapted rice varieties*, «Field crops research», vol. 100, issue 1, pp. 107-111.
- NAG CHOWDHURY-ZILLY A. (1989): *Let grassroots speak*, University Press. Dhaka.
- OAKLEY E., HENSHALL MOMSEN J. (2005): *Gender and agrobiodiversity: a case study from Bangladesh*, «Geographical Journal», vol. 171, issue 3, pp. 195-208.
- PANDIT D.B., ISLAM M.M., HARUN-UR-RASHID M., SUFIAN M.A. (2007): *Participatory variety selection in wheat and its impact on scaling-up seed dissemination and varietal diversity*, «Bangladesh Journal of Agricultural Research», vol. 32, issue 3, pp. 473-486.
- PAPADEMETRIOU M.K., DENT F.J., HERATH E.M. (2000): *Bridging the Rice Yield Gap in the Asia-Pacific Region*, FAO.
- TISDELL C.A., ALAUDDIN M. (1989): *New crop varieties: impact on diversification and stability of yields*, «Australian Economic Papers», vol. 28, issue 52, pp. 123-140.
- UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION (2006): Millennium Development Goals Database.
- United Nations Common Database, United Nations Statistics Division.
- WITCOMBE J.R., JOSHI K.D., GYAWALI S., MUSA A.M., JOHANSEN C., VIRK D.S., STHAPIT B.R. (2005): *Participatory plant breeding is better described as highly client-oriented plant breeding*. I. *Four indicators of client-orientation in plant breeding*, «Experimental Agriculture», Vol. 41, Issue 3, pp. 299-319.
- WITCOMBE J.R. (2005): *Participatory Varietal Selection and Participatory Plant Breeding: The Last 10 Years*, From “Participatory Research and Development for sustainable agriculture and natural resource management: a sourcebook - Volume 1: Understanding Participatory Research and Development”, International Development Research Centre.
- WORLD DEVELOPMENT INDICATORS (WDI) (2007): database della Banca Mondiale.
- WORLD FOOD PROGRAMME (2004): *The Food Security Atlas of Bangladesh - Towards a poverty and hunger free Bangladesh*, Dhaka.

LUIGI BODRIA\*

## Le tecnologie meccaniche appropriate

### PREMESSE

La meccanizzazione agricola svolge la basilare funzione di moltiplicare la produttività del lavoro dell'uomo, aumentando grandemente la sua capacità di produrre alimenti. A buona ragione, quindi, può essere ritenuta il primo fondamentale passo dello sviluppo sociale dell'umanità.

Grazie all'impiego di ausili meccanici, infatti, l'uomo viene progressivamente sollevato dalla necessità primaria di produrre alimenti, liberando e rendendo disponibili energie e risorse per lo sviluppo tecnologico della società.

Nei paesi industrializzati la meccanizzazione si è grandemente sviluppata, così che una percentuale molto ridotta (3-5%) della popolazione attiva è oggi sufficiente per la gestione del processo produttivo nel settore primario.

Ciò, tuttavia, ha fatto sì che il peso economico della meccanizzazione abbia assunto una sempre maggiore rilevanza, sino a giungere a un'incidenza percentuale sui costi produttivi totali dell'ordine del 25-30%.

Crescente importanza, quindi, assume la necessità di disporre di tecnologie affidabili ed efficienti, i cui costi siano sopportabili dall'agricoltura e remunerativi per le aziende produttrici.

In altri termini, uno sviluppo economico dell'agricoltura, sia per i suoi più tradizionali aspetti alimentari, sia per le sue nuove valenze ambientali ed energetiche, richiede un forte impegno della ricerca per la definizione di *tecnologie appropriate*, ossia: *ottimizzate in termini economici, tecnici, funzionali e ambientali*.

\* Università degli Studi di Milano

## TECNOLOGIE PER LA RIDUZIONE DEI COSTI DI PRODUZIONE DELLE MACCHINE

Il contenimento dei costi di produzione, nato con lo sviluppo delle produzioni di massa all'inizio del secolo scorso, si è fortemente sviluppato nel tempo, giungendo a definire metodologie progettuali e produttive molto sofisticate al fine di avere macchine altamente affidabili e di costi ridotto.

Il primo passo nella razionalizzazione delle produzioni di massa è costituito dalla standardizzazione dei componenti e dei processi. Ne è un tipico esempio l'organizzazione per "famiglie" di motori e trattori generalmente adottata dalle case produttrici (tab. 1).

Si è successivamente sviluppato il processo di *progettazione modulare* basato su specifiche matrici in cui le caratteristiche dei nuovi prodotti, definite dai progettisti e dai ricercatori, vengono integrate e confrontate con le risorse produttive, di sviluppo, di realizzazione, di assemblaggio e di assistenza post-vendita delle aziende.

La *progettazione modulare*, applicata nello sviluppo di componenti meccanici, elettrici, elettronici e di sistemi di software, consente la loro unificazione sulle diverse linee di montaggio e su diversi prodotti, portando rilevanti economie di scala, tempi di sviluppo inferiori, approvvigionamenti più rapidi, manutenzione e riparazione più semplice.

Grande attenzione, poi, è rivolta a rendere il compito produttivo più efficiente mediante la riduzione dei costi di assemblaggio, di realizzazione e di manutenzione.

A tale fine vengono introdotte metodologie di:

- *progettazione dell'assemblaggio*, per ottimizzare le diverse componenti e definire i tempi e i costi di realizzazione delle macchine;

FAMIGLIE	1	2	3	4
Gamma di Potenza (kW)	30 -55	60 - 90	90 - 125	125 - 250
Tendenze del mercato				
Motore	3 cil. ( $\cong 3 \text{ dm}^3$ )	4 cil. ( $\cong 4 \text{ dm}^3$ )	5 cil. ( $\cong 6 \text{ dm}^3$ )	6 cil. ( $> 7 \text{ dm}^3$ )
Trasmissione	Sincronizzato Hi - Low o Power shift opzionali	Sincronizzato con Power Shift 4 marce		
			Power shift integ opz.	
		Power shift integrale CVT		

Tab. 1 *Caratteristiche delle famiglie di trattori*

- *progettazione della produzione*, finalizzata alla definizione dei processi produttivi e delle macchine utensili necessarie;
- *progettazione dell'assistenza post-vendita*, per rendere funzionale ed economica la manutenzione delle macchine vendute.

Tale ultimo punto costituisce, oggi, un elemento chiave per garantire un'elevata competitività dei prodotti, essendo sempre maggiore l'attenzione del mercato per un servizio di assistenza post-vendita di elevata efficienza.

Le evoluzioni tecnologiche più recenti, tuttavia, che vedono una sempre maggiore applicazione di automatismi, dispositivi elettronici, software di controllo e applicativi gestionali, ha reso ancora più complessa la gestione del percorso progettuale e della fase produttiva.

Al fine di fare fronte a tali crescenti esigenze, si è reso necessario articolare ancora meglio il percorso progettuale con un approccio di tipo sistemico, facendo ricorso all'*ingegneria dei sistemi*.

Tale tecnica, inizialmente sviluppata e applicata nella progettazione di software e nell'industria aerospaziale, si è successivamente diffusa in molti altri settori industriali caratterizzati da produzioni di elevata complessità.

Tra questi, anche l'industria delle macchine agricole che, per far fronte agli sviluppi tecnologici più recenti, comincia ad applicare l'ingegneria dei sistemi al fine di ridurre i costi e i rischi connessi alla progettazione di macchine sempre più costose e complesse.

L'ingegneria dei sistemi (fig. 1) si basa sull'integrazione delle diverse discipline e dei diversi gruppi di specialisti coinvolti nello sviluppo di un progetto in un processo strutturato che dall'idea iniziale giunge sino all'operatività finale dell'oggetto, integrando fra loro gli aspetti economici, tecnici, produttivi e le aspettative del fruitore finale.

Il sistema, come evidenziato nella figura 1, si struttura in tre principali componenti:

- il “Requirements Management” basato sull'analisi delle aspettative dell'utilizzatore per la definizione delle specifiche del prodotto e lo sviluppo dell'architettura del sistema produttivo;
- il “Top Down Synthesis and Simulation” che consente di sintetizzare lo sviluppo del prodotto partendo dall'idea iniziale e dai requisiti definiti, integrandoli nell'architettura del sistema produttivo precedentemente indicate;
- il “Bottom Up Simulation and Analysis”, che, al contrario, opera in senso ascendente, verificando il processo produttivo a partire dai componenti finali, mediante il metodo degli elementi finiti e la simulazione dinamica tridimensionale.

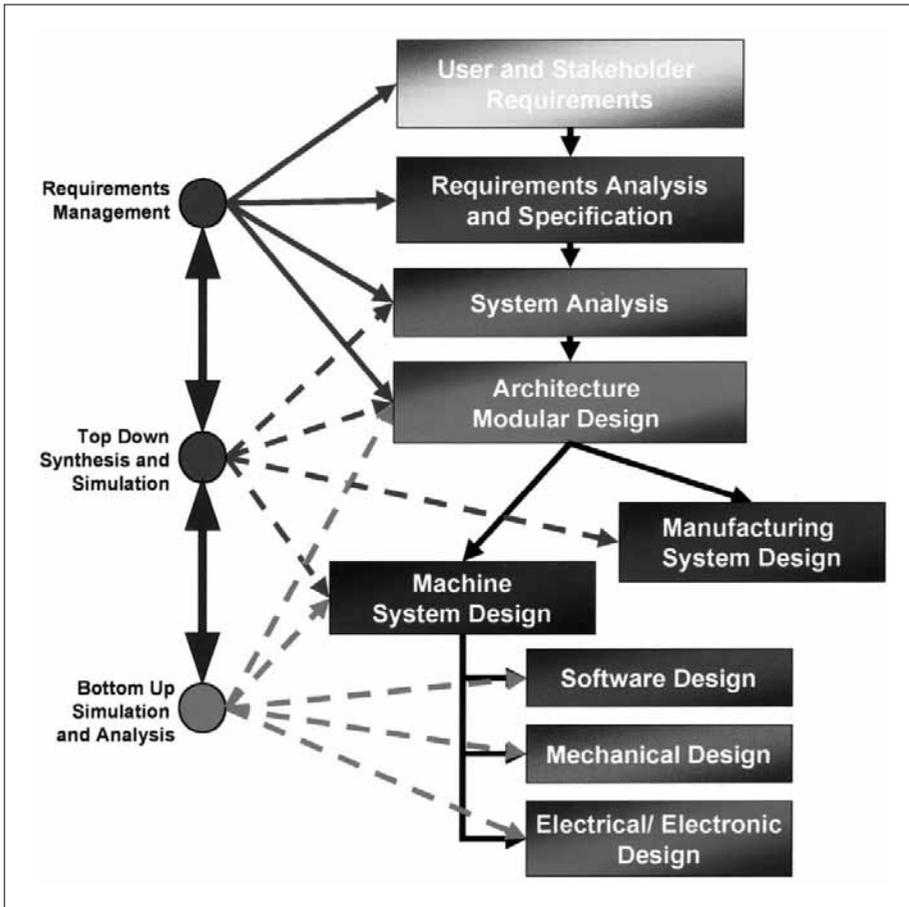


Fig. 1 *Approccio di tipo sistemico alla produzione industriale*

Grazie all'impiego della tecnica dell'ingegneria dei sistemi è possibile accelerare grandemente la fase di definizione del progetto utilizzando la "prototipazione virtuale" che consente di sperimentare in "ambiente virtuale" il prodotto finale, giungendo così a una consistente riduzione del tempo che intercorre fra l'idea iniziale e l'ingresso della macchina sul mercato.

#### TECNOLOGIE PER IL MIGLIORAMENTO DELLA FUNZIONALITÀ

Il rapido sviluppo delle macchine agricole degli ultimi anni deriva dalla progressiva diffusione dell'"innovazione incrementale" che ha portato continui miglioramenti funzionali delle tecnologie.

I principali passi evolutivi che, dall'introduzione del motore diesel, hanno segnato lo sviluppo della meccanizzazione agricola hanno riguardato in termini generali:

- gli azionamenti idraulici e i sistemi di controllo;
- i cantieri combinati;
- l'elettronica e le tecnologie informatiche;
- l'incremento delle prestazioni delle macchine.

In tale quadro evolutivo un ruolo non appariscente, ma che sta acquisendo una sempre maggiore importanza in termini tecnici e funzionali, è svolto dallo sviluppo di *nuovi materiali* per le parti e i componenti delle macchine.

Sino a non molto tempo fa, una tipica macchina agricola era di norma costituita prevalentemente di ferro e acciaio (fig. 2), ma oggi le moderne macchine (fig. 3) vedono l'impiego di numerosi materiali differenti al fine di:

- resistere alle crescenti sollecitazioni dovute all'incremento delle prestazioni;
- ridurre l'inerzia delle parti in movimento e il peso delle macchine;
- migliorare la resistenza all'usura;
- aumentare la vita utile dei componenti e delle macchine nel suo complesso;
- migliorare l'ergonomia, la sicurezza e il design.

I tradizionali acciai da costruzione possono venire sostituiti da *acciai speciali* a granulometria e ad altra resistenza che consentono una sensibile riduzione degli spessori dei componenti e, quindi, del peso.

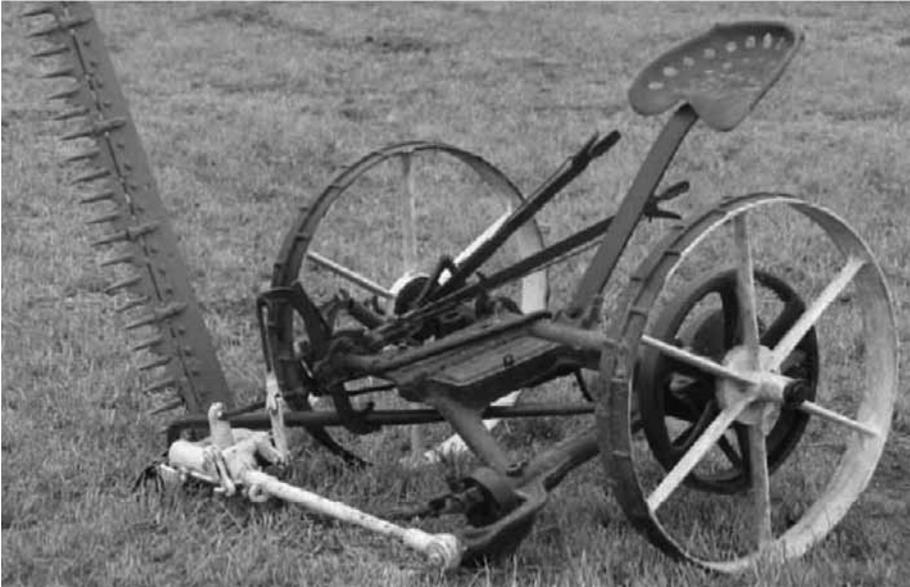
Per i componenti delle trasmissioni sono sempre più frequentemente impiegati *acciai legati* di alta qualità, caratterizzati da carichi di rottura sino a 1200 N/mm<sup>2</sup> ed elevata durezza (fig. 4). Grazie a essi si riducono notevolmente le dimensioni di alberi e ingranaggi consentendo, unitamente alle minori dimensioni degli organi strutturali, una maggiore libertà costruttiva e consistenti risparmi di peso.

Per i componenti per i quali la leggerezza costituisce un elemento essenziale, si ricorre all'impiego di *leghe leggere* a base di alluminio, che presentano una massa volumica di circa 2/3 più leggera rispetto all'acciaio.

Un tipico esempio è costituito dai supporti dei bracci dei ranghinatori a girello realizzati con leghe di alluminio che consentono una riduzione di 34 kg della massa del rotore (fig. 5).

Un altro settore dove l'uso di materiali innovativi va trovando crescente impiego è quello dei componenti soggetti a usura.

I *materiali resistenti all'usura* trovano un tradizionale impiego nelle macchine per la lavorazione del terreno, ma in anni più recenti il loro uso si va estendendo anche ad altre categorie di macchine.



*Fig. 2 Le macchine agricole degli anni passati erano estremamente semplici*



*Fig. 3 Evoluzione di un cantiere per la raccolta dei foraggi*

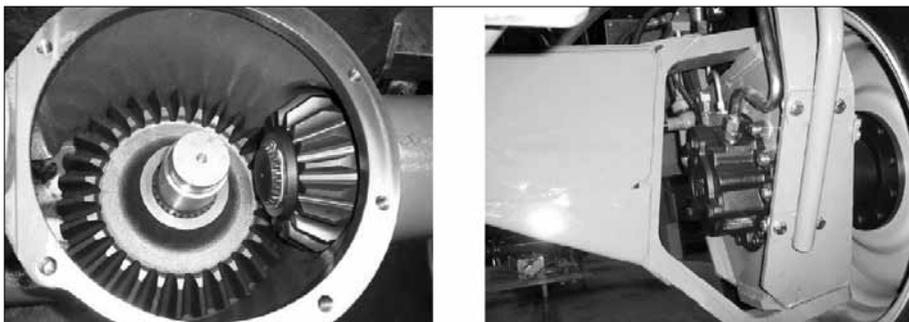


Fig. 4 L'impiego di acciai speciali ad alta resistenza consente di realizzare organi di trasmissione più piccoli e leggeri



Fig. 5 Alloggiamenti di cuscinetti dei bracci di un ranghinatore a girello realizzati in lega leggera di alluminio

Nel caso delle trincia-raccogliatrici per foraggi, ad esempio, non solo gli organi di taglio, ma anche i canali in lamiera di trasporto del prodotto sono sottoposti a notevole usura.

Le lame rotanti e la controlama fissa degli organi di trinciatura delle moderne macchine caratterizzate da una capacità di raccolta molto elevata, sono

soggette a una rapidissima usura. Per aumentare la resistenza e la durata, sono entrambe protette da un riporto in materiale speciale in carburo di tungsteno ad altissima durezza e resistenza all'usura (fig. 6).

Analogamente, i canali di trasporto del trinciato sono protetti da uno strato di materiale ad alta resistenza, nel caso di condizioni particolarmente gravose per la presenza di sabbia e/o impurità nel foraggio.

Anche l'uso delle *materie plastiche* si è andato grandemente sviluppando per la realizzazione di diversi componenti. L'impiego emergente, tuttavia, è quello relativo al moderno "design" delle macchine agricole di più recente concezione.

Un aspetto estetico accattivante costituisce oggi un requisito indispensabile per avere un buon successo di mercato.

Non disponendo il mercato delle macchine agricole di volumi sufficientemente elevati di unità per giustificare l'impiego di stampi per lamiera, l'uso di materie plastiche rinforzate con fibre di vetro è sempre più diffusa.

Vengono impiegate sofisticate tecnologie pneumatiche di stampaggio a caldo per la realizzazione di pannellature per carrozzeria di aspetto gradevole.

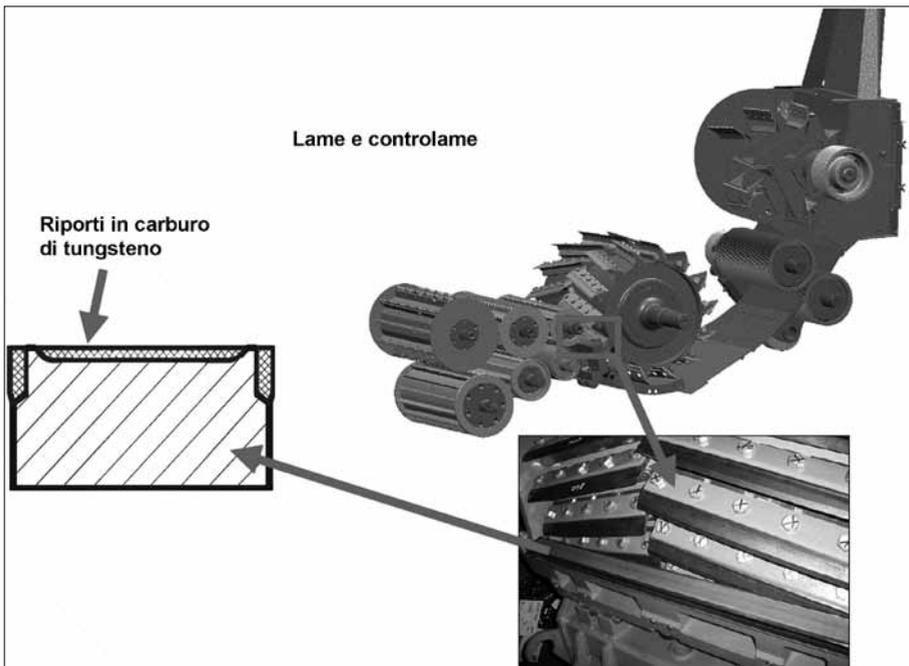


Fig. 6 Organi di trinciatura con riporti in materiali speciali ad alta resistenza

Anche in termini di peso le materie plastiche offrono importanti vantaggi: l'uso di polietilene a bassa densità, ad esempio, consente di ridurre il peso dei serbatoi del 70% rispetto alla tradizionale lamiera.

#### TECNOLOGIE PER L'AUTOMAZIONE DELLE OPERAZIONI

Certamente l'elettronica e l'automazione costituiscono l'innovazione radicale che ha maggiormente caratterizzato le linee evolutive delle moderne macchine e degli impianti agricoli.

Gli enormi sviluppi dell'elettronica digitale e delle tecnologie informatiche degli ultimi decenni hanno portato allo sviluppo di sistemi sempre più sofisticati in grado di controllare e ottimizzare i parametri evolutivi delle macchine adattandoli alle condizioni di funzionamento e alle importazioni scelte, senza la necessità dell'intervento diretto dell'operatore.

Siamo, quindi, entrati in quella che, con un neologismo di efficace sintesi, si definisce "meccatronica", a indicare la capacità delle macchine di avvalersi di un mix di elettronica e informatica per sistemi di automazione sempre più evoluti (fig. 7).

Si può a buona ragione ritenere che la meccatronica rappresenti l'ultimo grande "salto evolutivo", di portata non inferiore alle grandi *innovazioni radicali* che hanno trasformato la meccanizzazione agricola nel corso della sua storia (fig. 8).

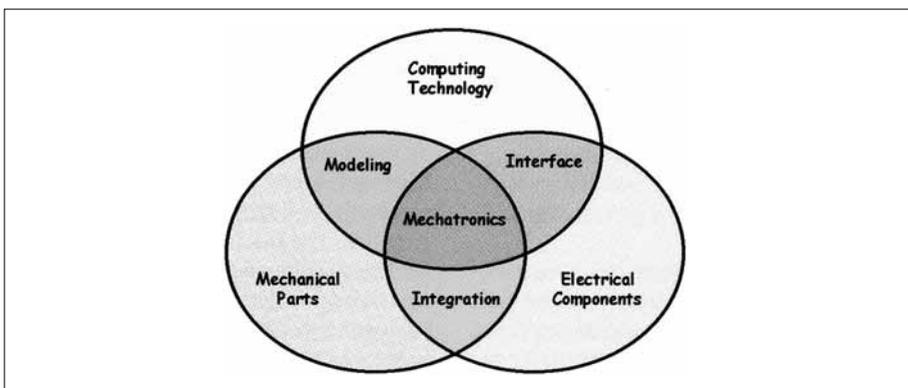


Fig. 7 La meccatronica combina tecnologie meccaniche, elettroniche e informatiche ottimizzando la funzionalità

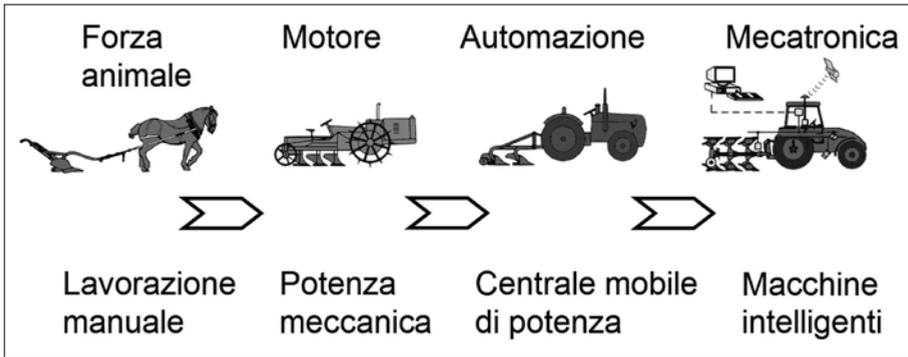


Fig. 8 Le innovazioni radicali che hanno caratterizzato lo sviluppo della meccanizzazione agricola

#### L'AUTOMAZIONE NELLE MACCHINE MOTRICI

La macchina sulla quale per prima e con maggiore intensità l'automazione ha trovato ampia e rapida diffusione è senza dubbio il trattore agricolo.

Tutte le principali funzioni che stanno alla base del funzionamento del trattore quali: il controllo dell'iniezione, la gestione della trasmissione alle ruote, l'inserimento della PTO e della trazione all'assale anteriore, ecc., sono automatizzate grazie a sofisticati sistemi di regolazione.

È sufficiente entrare nella cabina di un moderno trattore per vedere come pulsanti, joystick, led e display grafici hanno integralmente sostituito indicatori e leveraggi meccanici (fig. 9). Ciò a portato, da un lato, all'applicazione di controllo automatici e servomeccanismi che hanno reso molto più ergonomica e sicura la guida della macchina e, dall'altro, a una serie di miglioramenti funzionali che consentono una sostanziale ottimizzazione delle prestazioni.

Tali benefici sono particolarmente evidenti nei motori che, con l'introduzione dei moderni sistemi di *controllo elettronico dell'iniezione*, hanno visto un radicale miglioramento delle loro prestazioni.

Essi, infatti, rendono possibile regolare con estrema precisione la quantità di combustibile e il momento dell'iniezione, modulando l'immissione del gasolio nel cilindro al fine di ottimizzare la combustione in tutte le diverse condizioni operative. I sistemi più sofisticati sono in grado, nel pur breve tempo disponibile, di frazionare l'immissione del combustibile in un'*iniezione pilota* di una piccolissima quantità di combustibile ( $1 \div 4 \text{ mm}^3$ ) che prepara e ottimizza le condizioni per la successiva *iniezione principale*, con il risultato di ottenere consistenti miglioramenti in termini di rumorosità, consumo di combustibile e residui di combustione nei gas di scarico. In alcuni casi si ha



Fig. 9 *Lo sviluppo tecnologico ha profondamente modificato l'interfaccia uomo-macchina*

anche una ulteriore *iniezione secondaria*, all'inizio della fase di espansione, al fine di ridurre l'emissione degli  $\text{NO}_x$ .

Un'altra importante evoluzione dell'automazione è costituita dallo sviluppo delle trasmissioni tipo powershift e dei sistemi di variazione continua del rapporto di trasmissione (CVT - Continuously Variable Transmission) (fig. 10). Tali dispositivi consentono di realizzare sistemi di *gestione automatizzata della trasmissione*, in grado di ottimizzare la scelta del rapporto in funzione dei diversi parametri operativi.

Ciò è reso possibile dalla comunicazione, tramite il Bus di sistema, delle diverse ECU di controllo (motore, sollevatore, trasmissione, ecc.), che consente l'interscambio dei diversi parametri di funzionamento e il confronto con le impostazioni selezionate dall'operatore. Su tali basi il sistema sceglie in modo automatico il trasporto di trasmissione ottimale per l'esecuzione dell'operazione in atto.

Lo sviluppo di sistemi di gestione elettronica della trasmissione consente anche l'automazione di operazioni ripetitive quali, ad esempio, le manovre necessarie a fondo campo che vengono memorizzate e riprodotti con il semplice azionamento di un pulsante.

Considerando il migliore rendimento del motore ottenibile con la gestione elettronica dell'iniezione e la possibilità di operare sempre in condizioni

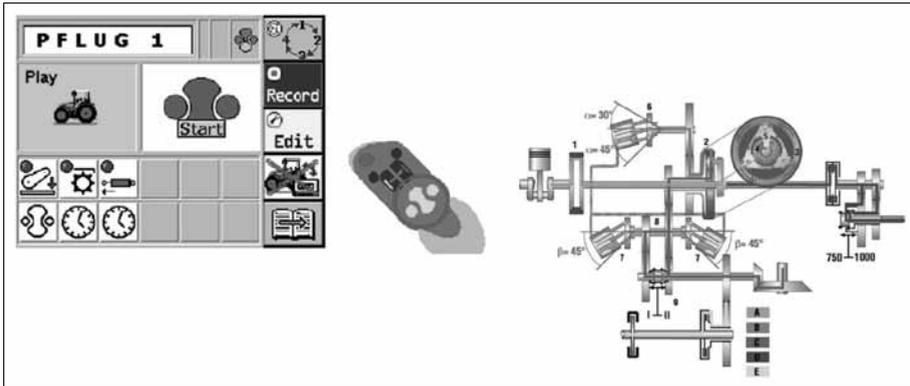


Fig. 10 *La gestione elettronica della trasmissione ha grandemente ampliato la loro funzionalità*

ottimali assicurata dalla gestione automatizzata della trasmissione, si può valutare una riduzione complessiva del consumo di combustibile dell'ordine del 28-30%.

### *L'automazione nelle macchine operatrici*

Le principali linee di sviluppo dell'automazione nelle macchine operatrici riguardano:

- l'ottimizzazione operativa e funzionale;
- la riduzione dell'impatto ambientale;
- i sistemi informativi per l'ottimizzazione della gestione delle macchine;
- la tracciabilità aziendale;
- la qualità dei prodotti.

Un significativo esempio è costituito dalle mietitrebbiatrici che, per la loro complessità meccanica e funzionale, hanno già da tempo visto un'intensa applicazione dell'elettronica per rendere più agevole ed efficace lo svolgimento delle operazioni.

Ormai generalizzato è l'impiego di monitor di controllo per la regolazione in modo automatico dei parametri operativi della piattaforma di taglio e degli apparati di pulizia. Per quanto riguarda, in particolare, il rilievo delle perdite di granella, i moderni rilevatori sono in grado di rapportare la quantità di granella persa alla velocità di avanzamento della macchina e alla produttività, fornendo così un valore assoluto delle perdite percentuali e segnalando all'operatore su quale apparato intervenire per ridurre a valori ottimali tali perdite.

Tra le applicazioni di maggiore interesse ambientale delle tecnologie elettroniche vi è certamente quella relativa al *controllo della dose di prodotto distribuito*.

I moderni sensori per il rilievo della velocità e della portata, oggi semplici ed economici, hanno portato alla diffusione dei sistemi DPA (Distribuzione Proporzionale all'Avanzamento) nei quali, una volta impostati tramite la centralina di controllo il valore della quantità di prodotto che deve essere distribuito per ettaro, la portata invariata agli ugelli viene automaticamente regolata in funzione della velocità di avanzamento del trattore per mantenere il valore voluto della dose distribuita.

In grande evoluzione sono anche le ricerche in atto per giungere alla *distribuzione differenziata degli "input"* secondo, da un lato, le caratteristiche del prodotto (tipo di prodotto attivo, concentrazione di azoto, ecc.) e, dall'altro, le esigenze localizzate delle colture e di aree particolarmente sensibili, al fine di garantire una migliore sostenibilità ambientale dei processi agricoli (fig. 11).



Fig. 11 *Monitoraggio della distribuzione dei liquami con sistemi GPS*

L'acquisizione delle capacità di comunicare e scambiare dati fra le diverse centrali elettroniche di controllo (ECU), ottenuta con lo sviluppo di reti elettriche in grado di trasportare e riconoscere pacchetti di dati digitali (*sistemi CAN-BUS*) (fig. 12), ha consentito, poi, di trasformare i dati grezzi in *informazioni* che diventano così elementi attivi nell'ambito di processi gestionali, sia operativi, sia direttivi, giungendo a definire i *sistemi informatici aziendali* (fig. 13).

Ciò si realizza integrando meccanica, elettronica e informatica in sistemi articolati che comprendono:

- tecnologie elettroniche preposte, sia all'acquisizione dei dati, sia alla loro utilizzazione per la regolazione e il controllo del processo;

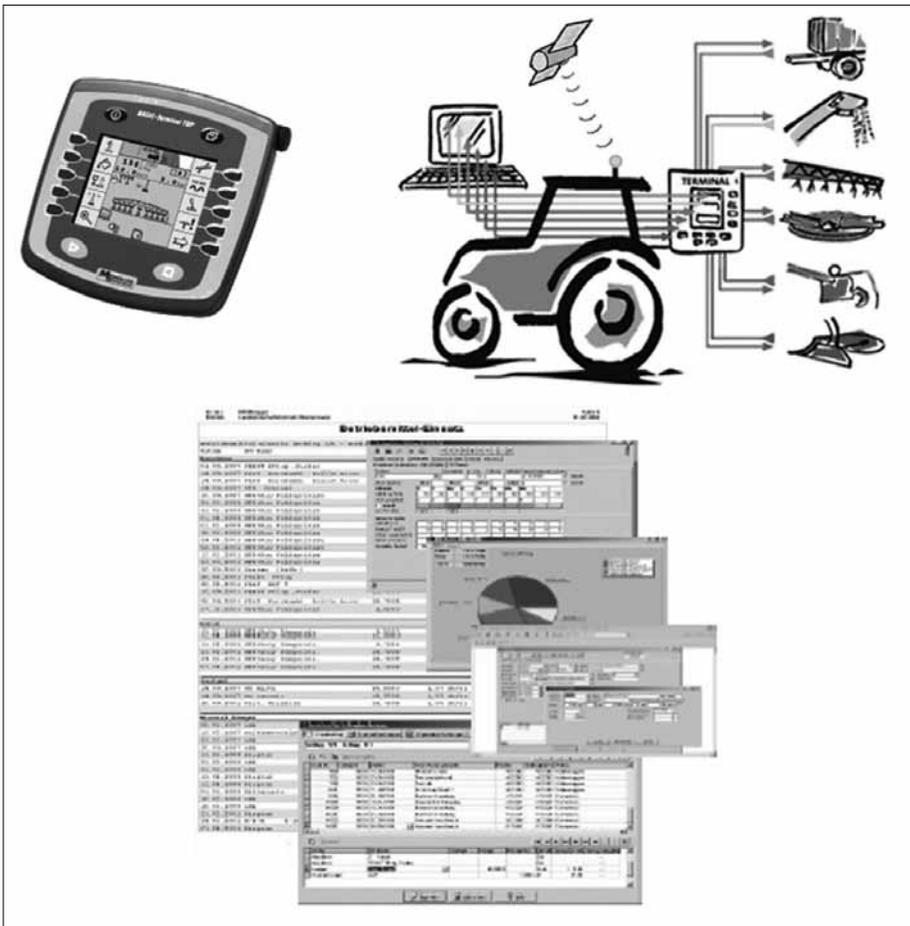


Fig. 12 *Gestione automatizzata dei dati operativi delle macchine*

- tecnologie di posizionamento, per la collocazione spaziale dell'informazione all'interno del sistema aziendale;
- tecnologie informatiche hardware, per la gestione fisica delle informazioni (registrazione, visualizzazione, modifica e trasmissione dei dati);
- tecnologie informatiche software, per la loro elaborazione e la definizione di modelli e strategie.

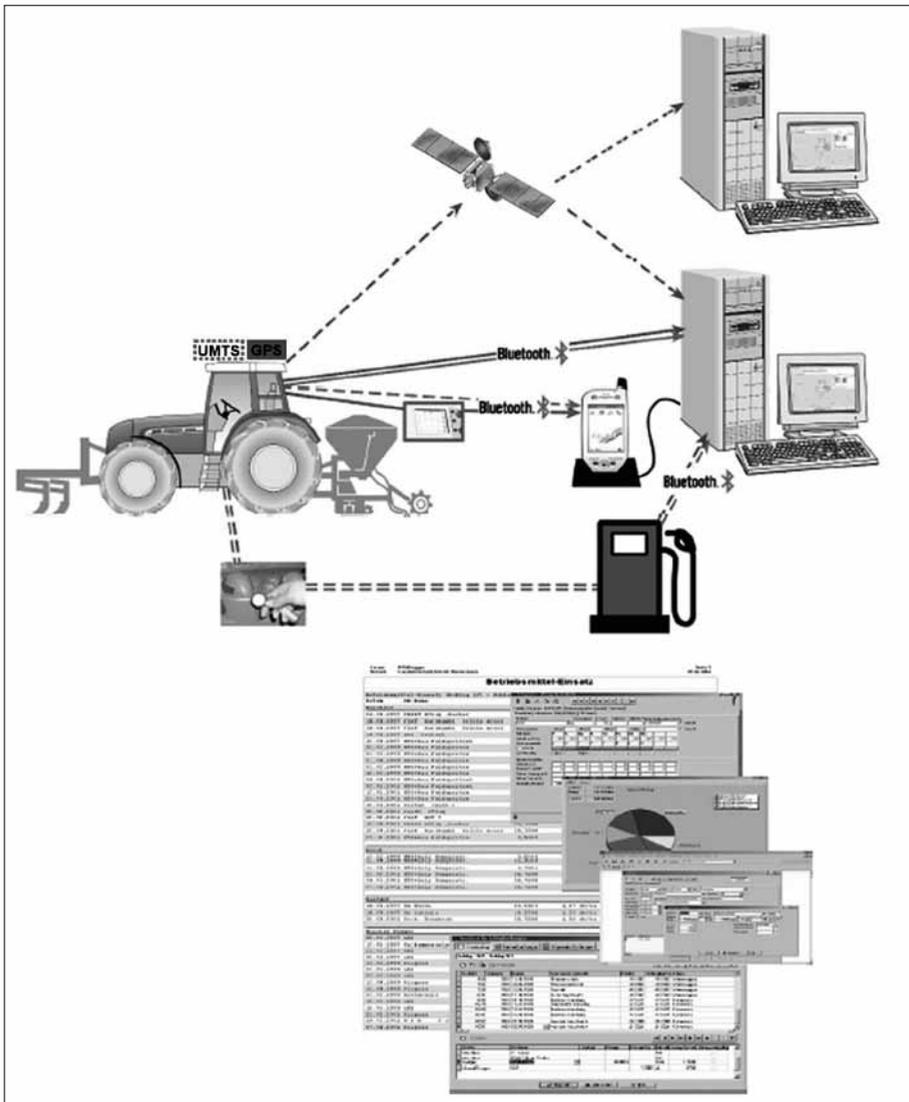


Fig. 13 Il sistema informatico aziendale consente di ottimizzare la gestione dell'azienda

Si sviluppano così i sistemi informativi aziendali nei quali è possibile:

- raccogliere i dati inerenti a ciascun singolo evento operativo;
- elaborare e archiviare i dati raccolti;
- utilizzare tali informazioni secondo le strategie aziendali definite.

Un'ulteriore applicazione dei sistemi informativi aziendali riguarda la possibilità di definire soluzioni atte a consentire la *tracciabilità dei prodotti*.

Grazie ai sistemi informativi aziendali, integrati dai sistemi di identificazione tipo "wireless" in grado di riconoscere prodotto e/o animali, si possono costituire sistemi di tracciabilità in cui tutti i processi e le fasi produttive svolti durante il ciclo produttivo aziendale vengono monitorati e memorizzati in un opportuno *database* in grado di associare a ogni lotto di prodotto (vegetale o animale) tutte le informazioni concernenti le operazioni colturali e i trattamenti subiti dal prodotto stesso.

È possibile, ad esempio, dotare la bocca di carico delle irroratrici di una antenna di lettura RFID in grado di leggere e memorizzare le informazioni contenute in una etichetta transponder posta sul contenitore all'atto del riempimento del serbatoio. Ciò consente di registrare automaticamente, durante l'intero arco della stagione produttiva, i principi attivi utilizzati e le dosi applicate sui diversi appezzamenti, creando una etichetta virtuale che documenti la storia produttiva del relativo lotto di prodotto.

Un aspetto, infine, in cui le tecnologie elettroniche avanzate hanno portato un innovativo contributo è quello della *valutazione della qualità* con tecniche non distruttive. Qualità e salubrità costituiscono, infatti, elementi di sempre maggiore importanza per soddisfare le crescenti esigenze del consumatore e conferire valore aggiunto ai prodotti.

I recenti sviluppi della sensoristica hanno messo a punto sofisticati sistemi di misura in grado di "leggere" anche i parametri interni del prodotto quali, umidità, contenuto proteico, grado zuccherino, ecc., così da selezionare partite con caratteristiche standardizzate e garantite.

Diversi sono i fenomeni fisici utilizzati, quali la conduttività elettrica, che consente l'analisi delle caratteristiche di liquidi (cellule somatiche nel latte, contenuto di azoto nei liquami, ecc.), e le tecniche ottiche per la stima della qualità basate sul diverso assorbimento della luce in funzione della composizione del prodotto.

Circa questo ultimo punto in particolare, molto attiva è la ricerca sulle applicazioni della spettroscopia al vicino infrarosso (NIR - *Near Infra-Red*), basata sull'analisi della luce che penetra all'interno del frutto, per misurare composti organici in matrici diverse (fig. 14).

Si tratta di una tecnica non distruttiva, rapida e di facile impiego ormai largamente utilizzata sia per valutazioni di tipo qualitativo su cereali, ortofrutta, carni e prodotti lattiero-caseari, sia per individuare stati di conta-

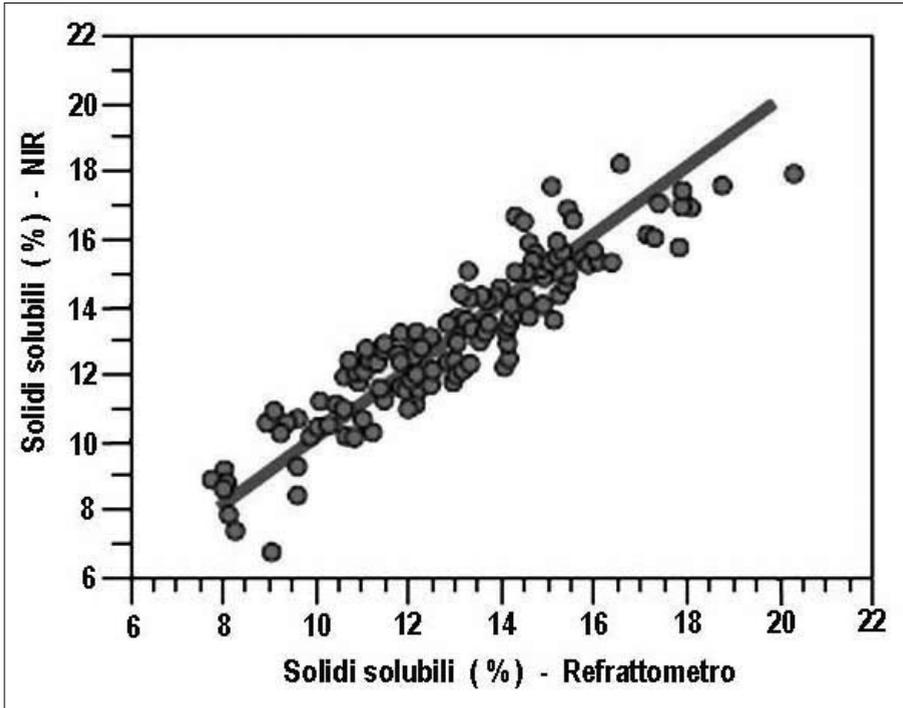


Fig. 14 *Correlazione fra valori del contenuto di zucchero rilevati su pesche con tecnologia Nir e con metodi di laboratorio*

minazione diversi quali, ad esempio, la presenza di micotossine in farine e granella.

Il suo impiego è ormai consolidato a livello di laboratorio, ma trova anche applicazione in strumenti portatili per l'analisi in campo e su linee continue di cernita.

## CONCLUSIONI

L'evoluzione dello sviluppo delle tecnologie meccaniche ha subito una radicale trasformazione per effetto dell'integrazione fra elettronica e informatica che ne ha enormemente ampliato le possibilità e le prospettive.

La prima ha grandemente aumentato la capacità di acquisizione dei dati, sia relativi ai parametri operativi delle macchine, sia per quanto riguarda le colture e l'ambiente esterno. Il rapidissimo sviluppo delle seconde, poi, ha portato alla realizzazione di sistemi di gestione delle informazioni sempre più

evoluti, in grado di interfacciarsi con le colture e ottimizzare gli aspetti funzionali e operativi delle macchine.

Una evoluzione così profonda e radicale, tuttavia, richiede da parte degli utilizzatori e del mondo dell'università e della ricerca un altrettanto profondo rinnovamento per adeguarsi al nuovo modo di gestire le tecnologie e i processi al fine di sfruttare integralmente e al meglio il grande potenziale offerto.

Emerge, quindi, con molta evidenza come lo sviluppo delle tecnologie sia associato, da un lato, a una adeguata formazione al fine di fornire agli utenti quelle capacità tecniche che sono indispensabili per sfruttare pienamente strumenti operativi di così elevata complessità e, dall'altro, a una attenta sperimentazione che consenta di valutare gli effettivi benefici economici e funzionali connessi all'impiego di tali strumenti.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1999): *Diesel-engine management*, Ed. Bosch, SAE.
- ADAMCHUK V.I., LUND E.D. ET AL. (2007): *Evaluation of an on-the-go technology for soil pH mapping*, «Precision Agriculture», vol. 8, pp. 139-149.
- AL-MAHASNEH M.A., COLVIN T.S. (2000): *Verification of yield monitor performance for on-the-go measurement of yield with an in-board electronic scale*, «Transactions of the ASAE», vol. 43, pp. 801-807.
- BASSO B., SARTORI L., BERTOCCO M. (2005): *Agricoltura di precisione: concetti teorici e applicazioni pratiche*, Edizioni L'Informatore Agrario, Verona, pp. 156.
- BEAL J.P., TIAN L.F. (2001): *Time shift evaluation on to improve yield map quality*, «Applied Engineering in Agriculture», vol. 17, pp. 385-390.
- BEGIEBING S., BACH H., WEHRHAN M., MAUSER W. (2006): *Derivation of canopy parameters of wheat using hyperspectral, directional remote sensing data and the canopy reflectance model SLC*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 317-318.
- BENNEWIS R.K. (2006): *Facilitating agriculture automation using standards*, Atti 17<sup>th</sup> Meeting Club of Bologna, Bonn, 3 settembre 2006, pp. 59-72.
- BERTOCCO M. (2007): *Sistemi informativi elettronici di bordo*, «L'Informatore Agrario», Supplemento al n. 26, pp. 33-36.
- BERTOCCO M. (2007): *Attuatori per dosaggio variabile*, «L'Informatore Agrario», Supplemento al n. 26, pp. 38-41.
- BODRIA L. (1988): *L'elettronica per il controllo delle macchine agricole e degli impianti aziendali*, Atti IV Convegno Nazionale di Genio Rurale, Quaderno n. 10, «Rivista di Ingegneria Agraria», Edagricole, pp. 664-675.
- BODRIA L. (2002): *L'elettronica nelle macchine agricole*, «Progettare», vol. 261, pp. 53-57.
- BONGIOVANNI R., LOWENBERG-DEBOER J. (2004): *Precision agriculture and sustainability*, «Precision Agriculture», vol. 5.
- CALCANTE A., MAZZETTO F., OBERTI R., BRANCADORO L. (2006): *Ultrasonic canopy sensing for precision viticulture practice*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on

- Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 339-340.
- CATALANO P., GIAMETTA F., SIMONI A. (2006): *Traceability in beef cattle breeding farms*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 775-776.
- CHANET J.P., BOFFETY D., ANDRÉ G., VIGIER F. (2006): *Ad hoc network for agriculture: irrigation management*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 273-274.
- CHENG X., TAO Y., CHEN Y.R., LUO Y. (2003): *Nir/Mir dual-sensor machine vision system for online apple stem-end/calyx recognition*, «Transaction of the ASAE», vol. 46, pp. 551-558.
- CHUNG S.O., SUDDUTH K.A., DRUMMOND S.T. (2002): *Determining yield monitoring system delay time with geostatistical and data segmentation approaches*, «Transactions of the ASAE», vol. 45, pp. 915-926.
- COATES W. (2002): *Performance evaluation of three-point hitch guidance systems*, «Applied Engineering in Agriculture», vol. 18, pp. 657-660.
- DOMSCH H., HEISIG M., WITZKE K. (2007): *Estimation of yield maps using yield data from a few tracks of a combine harvester and aerial images*, Proceeding of the 6<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture, 3-6 June, Skiathos, Greece, pp. 289-296.
- DUNN P.K., POWIERSKI A.P., HILL R. (2006): *Statistical evaluation of data from tractor guidance systems*, «Precision Agriculture», vol. 7, pp. 179-192.
- EHLERT D., DAMMER K.H. (2006): *Widescale testing of the crop-meter for site-specific farming*, «Precision Agriculture», vol. 7, pp. 10-115.
- EISELE E.L., GUGEL R., REINARDS M., SCHÄFER H., TARASINSKI N. (2006): *Power assisted transmission shift unit*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 113-114.
- FENDER F., HANNEKEN M., IN DER STROTH S., KIELHORN A., LINZ A., RUCKELSHAUSEN A. (2006): *Ad hoc network for agriculture: irrigation management*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 279-280.
- FOUNTANS S., BLACKMORE S., ESS D., HAWKINS S., BLUMHOFF G., LOWENBERG-DEBOER J., SORENSEN C.G. (2005): *Farmer experience with precision agriculture in Denmark and the US Eastern Corn Belt*, «Precision Agriculture», vol. 6, pp. 121-141.
- GEYER S., WORMANN G., JACOBS A. (2006): *Electronic image catalogue of food defects assessing fruit and vegetable quality*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 627-628.
- GILES D.K., SLAUGHTER D.C. (1997): *Precision band spraying with machine-vision guidance and adjustable yaw nozzles*, «Transactions of the ASAE», vol. 40, pp. 29-36.
- GIL-SIERRA J., ORTIZ-CAÑAVATE J., GIL-QUIRÓS V., CASANOVA J. (2006): *Energy efficiency in agricultural tractors. A methodology for their classification*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 111-112.
- GÓMEZ SANCHIS J., BLASCO J., ALEIXOS N., JUSTE F., MOLTÓ E. (2006): *Hyperspectral computer vision systems for the detection of *Penicillium digitatum* in citrus packinglines*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 241-242.
- GRIEPENTROG H.W., NØRREMARK M., NIELSEN J. (2006): *Autonomous intra-row rotor*

- weeding based on GPS*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 325-326.
- GRIEPENTROG H.W., NØRREMARK M., SORIANO J.F. (2006): *Close-to-crop thermal weed control using a CO<sub>2</sub> laser*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 327-328.
- GRIFFIN T.W., DOBBINS C.L., LOWENBERG-DEBOER J. (2007): *Case study of on-farm trials, spatial analysis and farm management decision making*, Proceeding of the 6<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture, 3-6 June, Skiathos, Greece, pp. 745-752.
- GUTIERREZ A., CHUECA P., MOLTÓ E. (2006): *Automatic machine for foliar application of bait insecticides*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 239-240.
- HOFMANN R. (2006): *Software in tractors: aspects of development, maintenance and support*, Atti 17<sup>th</sup> Meeting Club of Bologna, Bonn, 3 settembre 2006, pp- 17-28.
- IRMAK A., JONES J.W., BATCHELOR W.D., PAZ J.O. (2002): *Linking multiple layers of information for diagnosing causes of spatial yield variability in soybean*, «Transactions of the ASAE», vol. 45, pp. 839-849.
- JAFARI L., MOHTASEBI S.S., EGHBALI H., OMID M. (2006): *Using artificial neural networks in color image segmentation for weed detection*, Proceedings of the International Conference on Automation technology for off-road equipment, 1-2 September, Bonn, Germany, pp. 209-214.
- JØRGENSEN J.R., JØRGENSEN R.N. (2007): *Uniformity of wheat yield and quality using sensor assisted application of nitrogen*, «Precision Agriculture», vol. 8, pp. 63-73.
- KHOSLA R., IMMAN D., WESTFALL D.G. (2007): *Site-specific management zones: seven years of research in the irrigated Western Great Plains of the US*, Proceeding of the 6<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture, 3-6 June, Skiathos, Greece, pp. 607-614.
- KORSAETH A., RILEY H. (2006): *Estimation of economic and environmental potentials of variable rate versus uniform N fertilizer application to spring barley on morainic soils in SE Norway*, «Precision Agriculture», vol. 7, pp. 265-279.
- KUCKENBERG J., TARTACHNYK I., SCHMITZ-EIBERGER M., NOGA G. (2007): *Early detection of leaf rust and powdery mildew infections on wheat leaves by PAM fluorescence imaging*, Proceeding of the 6<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture, 3-6 June, Skiathos, Greece, pp. 515-522.
- KUNAVUT J., SCHUELLER J.K., MASON P.A.C. (2000): *Continuous control of a sprayer pinch valve*, «Transactions of the ASAE», vol. 43, pp. 829-837.
- LANGNER H.R., EHLERT D., FALKE A., DUSCHER G. (2006): *Application potentials of fieldscouts*, Proceedings of the International Conference on Automation technology for off-road equipment, 1-2 September, Bonn, Germany, pp. 23-32.
- LARSOLLE A., HAMID MUHAMMED H. (2007): *Measuring crop status using multivariate analysis of hyperspectral field reflectance with application to disease severity and plant density*, «Precision Agriculture», vol. 8, pp. 37-47.
- LENTHE J.H., OERKE E.C., DEHNE H.W. (2007): *Digital infrared thermography for monitoring canopy health of wheat*, «Precision Agriculture», vol. 8, pp. 15-26.
- LENZ J., LANDMAN R. (2006): *Software quality in distributed embedded systems*, Proceedings of the International Conference on Automation technology for off-road equipment, 1-2 September, Bonn, Germany, pp. 303-308.
- MALEKI M.R., MOUAZEN A.M., RAMON H., DE BAERDEMAEKER J. (2006): *Optimisation of variable rate application systems of soil phosphorus using on-line VIS-NIR sensor*,

- Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 295-296.
- MARTENSEN K. (2005): *Progress in typical materials for agricultural machinery*, Atti 16<sup>th</sup> Meeting Club of Bologna, Bologna, 13-14 novembre 2005, pp. 161-169.
- MCBRATNEY A., WHELAN B., ANCEV T. (2005): *Future directions of precision agriculture*, «Precision Agriculture», vol. 6, pp. 7-23.
- MCCANN I.R., KING B.A., STARK J.C. (1997): *Variable rate water and chemical application for continuous-move sprinkler irrigation systems*, «Transactions of the ASAE», vol. 13, pp. 609-615.
- MIETTINEN M., OKSANEN T., ÖHMAN M., SUOMI P., VISALA A. (2006): *Fault diagnostics in agricultural machines*, Proceedings of the International Conference on Automation technology for off-road equipment, 1-2 September, Bonn, Germany, pp. 191-200.
- MIETTINEN M., OKSANEN T., ÖHMAN M., VISALA A. (2006): *Implementation of ISO 11783 compatible task controller*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 275-276.
- MOSHOU D., BRAVO C., WAHLEN S., WEST J., MCCARTNEY A., BAERDEMAEKER J., RAMON H. (2006): *Simultaneous identification of plant stresses and diseases in arable crops using proximal optical sensing and self-organising maps*, «Precision Agriculture», vol. 7, pp. 149-164.
- MOUAZEN A.M., KAROUY R., DE BAERDEMAEKER J., RAMON H. (2007): *Classification of soil texture classes for on-the-go management of soil VIS-NIR spectra*, Proceeding of the 6<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture, 3-6 June, Skiathos, Greece, pp. 109-116.
- NI B., PAULSEN M.R., REID J.F. (1998): *Size grading of corn kernels with machine vision*, «Applied Engineering in Agriculture», vol. 15, pp. 567-571.
- NIENABER G., DIEKHANS N. (2006): *Accuracy analysis of GPS based autoguidance systems*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 329-330.
- OSTERMEIER R., ROGGE H.I., AUERNHAMMER H. (2006): *Multisensor data fusion implementation for a sensor based fertilizer application system*, Proceedings of the International Conference on Automation technology for off-road equipment, 1-2 September, Bonn, Germany, pp. 215-225.
- PEETS S., GASPARIN C.P., BLACKBURN D.W.K., GODWIN R.J. (2007): *RFID tags for identifying and verifying agrochemicals in traceability systems*, Proceeding of the 6<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture, 3-6 June, Skiathos, Greece, pp. 801-808.
- PERSSON D.A., EKLUNDH L., ALGERBO P.A. (2004): *Evaluation of an optical sensor for tuber yield monitoring*, «Transactions of the ASAE», vol. 47, pp. 1851-1856.
- PETTERSSON C.-G., SÖDERSTRÖM M., ECKERSTEN H. (2006): *Canopy reflectance, thermal stress, and apparent soil electrical conductivity as predictors of within-field variability in grain yield and grain protein of malting barley*, «Precision Agriculture», vol. 7, pp. 343-359.
- REID J.F. (2006): *Perception-based autonomy for a tree-fruit production system*, Proceedings of the International Conference on Automation technology for off-road equipment, 1-2 September, Bonn, Germany (oral).
- REID J.F., NORRIS W.R., SCHUELLER J. (2003): *How to reduce manufacturing and management costs of tractors and agricultural equipment*, Atti 14<sup>th</sup> Meeting Club of Bologna, Bologna, 16-17 novembre 2003, pp. 17-25.

- REYNS P., MISSOTTEN B., RAMON H., DE BAERDEMAEKER J. (2002): *A review of combine sensors for precision farming*, «Precision Agriculture», vol. 3, pp. 169-182.
- RIDER T.W., VOGEL J.W., DILLE J.A. ET AL. (2006): *An economic evaluation of site-specific herbicide application*, «Precision Agriculture», vol. 7, pp. 379-392.
- RUFFO M.L., BOLLERO G.A., BULLOCK D.S. ET AL. (2006): *Site-specific production functions for variable rate corn nitrogen fertilization*, «Precision Agriculture», vol. 7, pp. 327-342.
- SIMONE G., WILHELM C. (2006): *Sensor based estimation of grain protein content in wheat*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 285-286.
- STEINBERGER G., ROTHMUND M., AUERNHAMMER H. (2006): *Agricultural process data service (APDS)*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 271-272.
- SUOMI P., OKSANEN T., PESONEN L., KAIVOSOJA J., HAAPALA H., VISALA A. (2006): *Ad hoc network for agriculture: irrigation management*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 277-278.
- SZENTE M. (2006): *Slip calculation and analysis for four-wheel drive tractors*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 109-110.
- TARTACHNYK I.L., RADEMACHER I., KÜHBAUCH W. (2006): *Distinguishing nitrogen deficiency and fungal infection of winter wheat by laser-induced fluorescence*, «Precision Agriculture», vol. 7, pp. 281-293.
- THÖLE H., RICHTER C., KROSCHEWSKI B., EHLERT D. (2007): *Evaluation of site-specific N-fertilization strip trials in cereals taking account of spatial correlation of yield data*, Proceeding of the 6<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture, 3-6 June, Skiathos, Greece, pp. 309-314.
- THOMAS R.S., BUCKMASTER D.R. (2005): *Development of a computer-controlled, hydraulic, power take-off (pto) system*, «Transactions of the ASAE», vol. 48, pp. 1669-1675.
- THOMASSON J.A., GE Y., SUI R. (2007): *Information integration between farm and processing facility*, Proceeding of the 6<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture, 3-6 June, Skiathos, Greece, pp. 381-388.
- VIROLAINEN V., PESONEN L., KAIVOSOJA J., OITTINEN J., KIVIPELTO J. (2006): *Remote assisted task management for ISOBUS equipped tractor-implement combination*, Proceedings of the International Conference on Automation technology for off-road equipment, 1-2 September, Bonn, Germany, pp. 145-150.
- VONDRICKA J., HLOBEN P., SCHULZE LAMMERS P. (2006): *Study on the mixing process in direct injection systems for site-specific herbicide application*, Abstract of the XVI CIGR World Congress on Agricultural Engineering for a better world, 3-7 September, Bonn, Germany, pp. 321-322.
- WAGNER P., SCHNEIDER M. (2007): *Economic benefits of neural network-generated site-specific decision rules for nitrogen fertilization*, Proceeding of the 6<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture, 3-6 June, Skiathos, Greece, pp. 775-782.
- WALKLATE P.J., CROSS J.V., RICHARDSON G.M., HARRIS A.L. (2007): *Modelling the variability of spray deposit on orchard structures*, Proceeding of the 6<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture, 3-6 June, Skiathos, Greece, pp. 589-596.
- WELLS L.G., STOMBAUGH T.S., SHEARER S.A. (2005): *Crop yield response to precision deep tillage*, «Transactions of the ASAE», vol. 48, pp. 895-901.

- WONG M.T.F., ASSENG S., ZHANG H. (2006): *A flexible approach to managing variability in grain yield and nitrate leaching at within-field to farm scales*, «Precision Agriculture», vol. 7, pp. 405-417.
- YANG C., EVERITT J.H., BRADFORD J.M., ESCOBAR D.E. (2000): *Mapping grain sorghum growth and yield variations using airborne multispectral digital imagery*, «Transactions of the ASAE», vol. 43, pp. 1927-1938.
- ZAMAN Q.U., SCHUMANN A.W., HOSTLER H.K. (2006): *Estimation of citrus fruit yield using ultrasonically-sensed tree size*, «Applied Engineering in Agriculture», vol. 22, pp. 39-44.
- ZHANG N., TAYLOR R.K. (2001): *Applications of a field-level geographic information systems (gis) in precision agriculture*, «Applied Engineering in Agriculture», vol. 17, pp. 885-892.

Finito di stampare in Firenze  
presso la tipografia editrice Polistampa  
nel mese di ottobre 2010



