

I limiti della risorsa terra e delle altre risorse naturali

DOI 10.12910/EAI2014-102

A. Sonnino

Introduzione

Negli ultimi 50 anni il sistema agricolo globale è riuscito ad aumentare tra le 2,5 e le tre volte la produzione di alimenti riuscendo così a soddisfare la domanda alimentare della popolazione mondiale [1], nonostante questa sia raddoppiata tra il 1960 ed il 2003 ed oggi raggiunga i 7 miliardi di persone [2] (Figura 1¹). Come risultato, la produzione di alimenti è passata dal 1961 al 2009 da 2189 a 2831 kcal pro-capite, con un incremento del 29% (fonte: FAOSTAT). La disponibilità teorica media eccede quindi il fabbisogno medio di assunzione di calorie.

Purtroppo gli alimenti prodotti sono distribuiti in modo ineguale: nonostante la disponibilità sia più che sufficiente a soddisfare le esigenze di tutta la popolazione mondiale, quasi 805 milioni di persone - vale a dire più di una su nove - hanno sofferto di denutrizione cronica nel biennio 2012-2014 [3]. La stragrande maggioranza delle persone che soffrono la fame - circa il 98% - vive nei Paesi in via di sviluppo. Dal 1990-92 il numero totale delle persone che soffrono la fame è diminuito di 209 milioni, passando dal 18,6% all'11,3% della popolazione mondiale e dal 23,2% al 13,5% della popolazione dei Paesi in via di sviluppo [3]. L'evidente progresso ha quindi attenuato, ma non eradicato, il fenomeno dell'insicurezza alimentare a livello globale.

Nel contempo, altre due fonti di preoccupazione si uniscono a quella relativa alla denutrizione, intesa come insufficiente assunzione di calorie [4]: (i) la malnutrizione, sotto forma di deficienze nutrizionali, come per esempio deficienze di iodio, di vitamina A o di ferro, che interessano circa 2 miliardi di persone; e (ii) la sovralimentazione, che interessa circa 1,6 miliardi di persone considerate sovrappeso, di cui 400 milioni sono obese [5]. I problemi nutrizionali sono quindi molteplici e spesso interdipendenti, si sovrappongono in vaste aree geografiche, e creano una sfida che deve essere affrontata in modo integrato.

Questo articolo si propone di analizzare criticamente i cambiamenti della domanda di alimenti, gli aumenti di produttività ottenuti nell'ultimo cinquantennio e i corrispondenti effetti sulle risorse naturali per poi discutere le possibili misure che possono permettere di facilitare la transizione verso metodi di produzione primaria più sostenibili nel lungo periodo.

Evoluzione della domanda di alimenti

Secondo le proiezioni dell'ONU, la popolazione mondiale crescerà nei prossimi anni fino a superare i 9,550 miliardi nel 2050 [2], e quasi tutta la crescita demo-

grafica avverrà nei Paesi in via di sviluppo. Contemporaneamente continuerà il processo di urbanizzazione, di modo che nel 2050 circa i due terzi della popolazione mondiale vivrà nelle città, lontano dalle zone di produzione degli alimenti, contro il 50% di oggi [6].

Tradizionalmente, le diete a base di carne sono associate a bassa densità di popolazione e ad ampia disponibilità di terra, mentre le diete vegetariane erano adottate nelle aree più densamente popolate il cui ambiente non

permette la produzione di calorie di origine animale senza ridurre le calorie totali disponibili per l'alimentazione umana [7]. Anche le prescrizioni delle maggiori religioni in materia di dieta rispondono largamente all'esigenza di dirigere i consumi verso alimenti che hanno un migliore bilancio economico o ambientale nei territori in cui sono praticate. Dall'inizio degli anni '70 alla metà degli anni '90 questo tipo di distribuzione delle diete è stato sconvolto: il consumo di carne nei Paesi in via di sviluppo è aumentato di circa 70 milioni di tonnellate, quasi tre volte l'aumento verificatosi nei Paesi industrializzati, ed il consumo di latte è cresciuto di 105 milioni di tonnellate, più del doppio dell'incremento avvenuto nei Paesi più sviluppati [8]. Questa rivoluzione dei consumi alimentari è stata determinata dalle migliorate condizioni di vita nei Paesi emergenti e dal processo di urbanizzazione crescente con le conseguenti profonde trasformazioni socio-culturali che esso provoca.

Gli stessi fattori determineranno nei prossimi anni cambi ancor più rilevanti delle diete nei Paesi in via di sviluppo, con diminuzione della quota di cereali e alimenti di base e un aumento di ortaggi, frutta, carne, pesce e prodotti lattiero-caseari, tutti alimenti più nutritivi, ma la cui produzione è più dispendiosa in termini di risorse naturali. Per esempio, è previsto che il consumo di carne raddoppi ulteriormente da adesso al 2030 [9]. Queste tendenze sono solo molto parzialmente bilanciate dall'adozione, soprattutto nei Paesi industrializzati, di regimi alimentari consapevoli, sia per fini salutistici, che per coscienza ambientalista (come per esempio la diffusione della "dieta mediterranea" o di diete vegetariane).

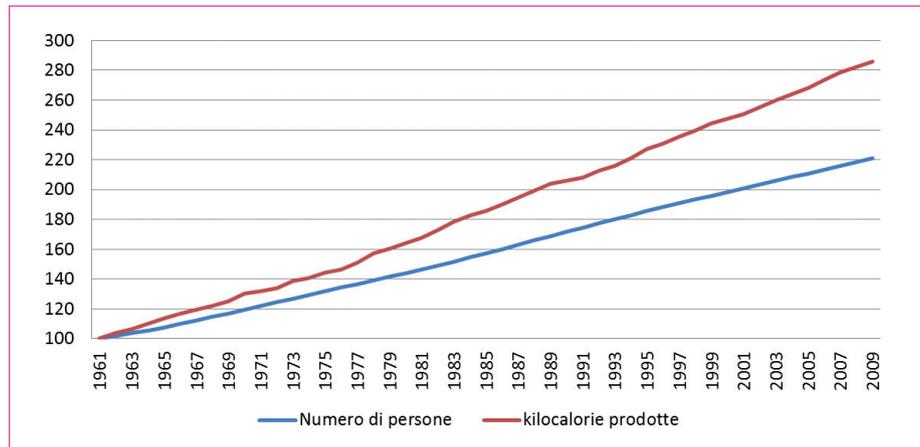


Figura 1
Indici della produzione mondiale di alimenti (kilocalorie) e della popolazione mondiale (numero) (1961=100)

Fonte: nostra elaborazione di dati FAOSTAT

Una popolazione più numerosa, più urbanizzata e più esigente esprimerà una domanda di alimenti maggiore e diversamente composta rispetto a quella attuale. Le previsioni della FAO stimano nel 60% la crescita globale della domanda di alimenti dai livelli attuali a quelli del 2050, con punte del 100% nei Paesi in via di sviluppo [10]. L'incremento della domanda globale di alimenti sarà funzione per circa due terzi dell'aumento demografico e per il restante terzo dell'accresciuta ricchezza [11].

L'aumento della domanda globale di alimenti dovrà comunque essere soddisfatto in condizioni di erosione delle risorse naturali che sono alla base dell'agricoltura: terra, acqua, fertilità del suolo, biodiversità sono limitati ed il loro uso non può espandersi all'infinito, ma, anzi, subisce la competizione crescente da parte di altre utilizzazioni non agricole (civili, industriali, ricreative) o da parte di produzioni agricole non alimentari, quali i biocombustibili. Si rende quindi necessario promuovere l'aumento della produttività delle risorse naturali.

Produttività agricola nell'ultimo cinquantennio

L'aumento di produzione del periodo 1961-2012 è stato conseguito soprattutto mediante aumenti della produttività unitaria delle coltivazioni. La produzione unitaria dei cereali e delle oleaginose, per esempio, è quasi triplicata in questo periodo (+269 e +279% rispettivamente), mentre quella di leguminose e piante da radici e tuberi è aumentata rispettivamente di circa 1,4 e 1,5 volte (Figura 2).

La produzione di alimenti di origine animale è inol-

tre aumentata nel periodo considerato in misura maggiore rispetto alla produzione agricola totale (Figura 3): la produzione di carne bovina e bufalina, di carne ovina e caprina e di latte è più che raddoppiata, mentre la produzione di uova è quintuplicata e quella di carne avicola si è accresciuta di quasi 12 volte. Questo spettacolare aumento è stato definito “livestock revolution” da Delgado et al. [12], che ne hanno segnalato anche i possibili impatti economici, sociali e ambientali.

Ancora più spettacolare la crescita dell’acquacoltura, che ha visto moltiplicare la produzione di prodotti ittici (pesce, molluschi e crostacei) di più di 46 volte (Figura 4). Il consumo di prodotti ittici, pescati e allevati, è quindi salito da 10 chili/anno pro-capite negli anni '60 a 19,2 chili/anno pro-capite nel 2012 [13]. L’acquacoltura contribuisce per il 50% alla produzione totale di prodotti ittici. La quota di pesce allevato è destinata ad assumere importanza crescente, considerando che la produzione di pescato ha raggiunto un

teetto difficilmente superabile senza compromettere ulteriormente le riserve ittiche naturali.

La produttività degli allevamenti animali è aumentata velocemente: il peso di uova prodotte per ovaioia è salito del 133% tra il 1961 ed il 2012, mentre la quantità di latte prodotto per animale è aumentata del 113% nello stesso periodo (Figura 5). È inoltre aumentata la densità degli allevamenti (Figura 6): il numero di polli e galline per ettaro è quasi quintuplicato dal 1961 al 2011 (+460%), il numero di suini è più che raddoppiato (+222%), mentre si sono verificati aumenti più contenuti per ovini e caprini

(+130%). Il numero di bovini e bufali per ettaro coltivato è rimasto sostanzialmente stabile.

Negli anni '60, '70 e '80, gli aumenti di produttività descritti sono stati ottenuti in gran parte per mezzo dell’intensificazione della coltivazione, accrescendo cioè l’uso dei fattori di produzione, quali l’acqua, i fertilizzanti, l’energia, i presidi fitosanitari e veterinari, mentre nelle decadi successive l’aumento della produzione agricola va ascritto principalmente alla produttività totale dei fattori, e quindi agli effetti del progresso tecnico ed organizzativo delle imprese agricole (Figura 7) [14].

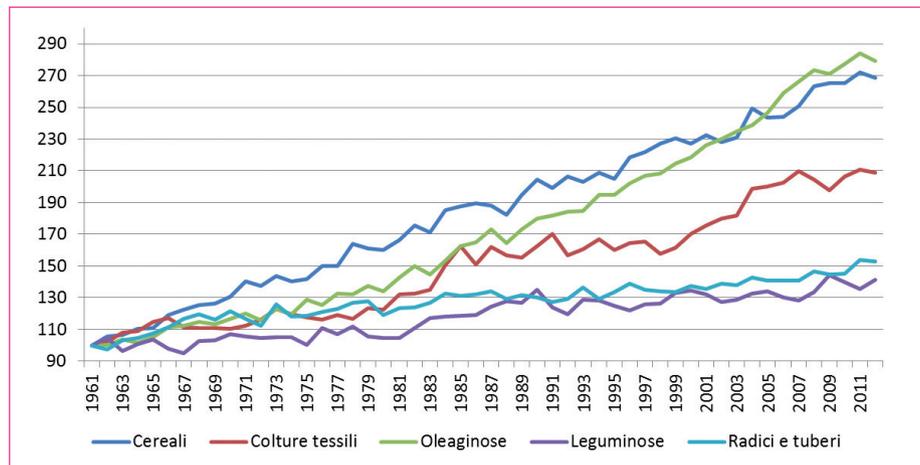


Figura 2
Indice della produzione per ettaro delle maggiori colture (1961=100)
Fonte: nostra elaborazione di dati FAOSTAT

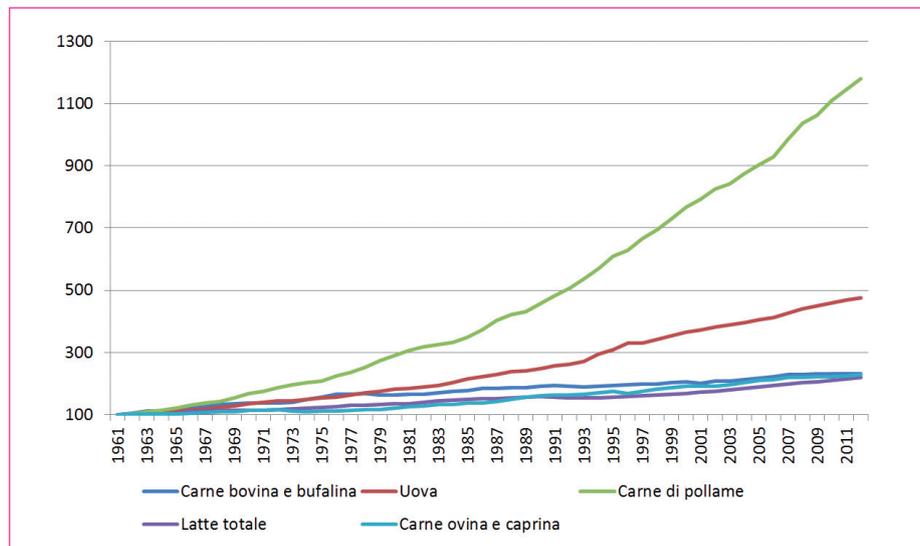


Figura 3
Indice della produzione totale globale degli allevamenti animali (1961=100)
Fonte: nostra elaborazione di dati FAOSTAT

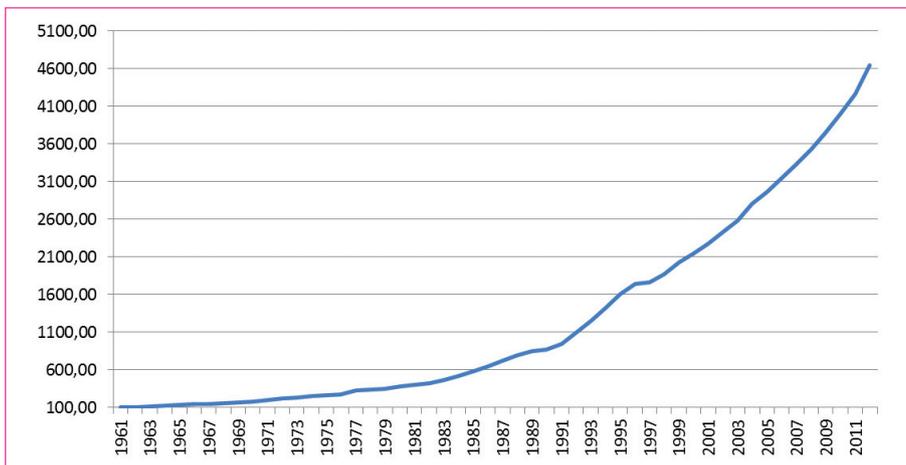


Figura 4
Indice della produzione degli allevamenti ittici (1961=100)
Fonte: nostra elaborazione di dati FAOSTAT

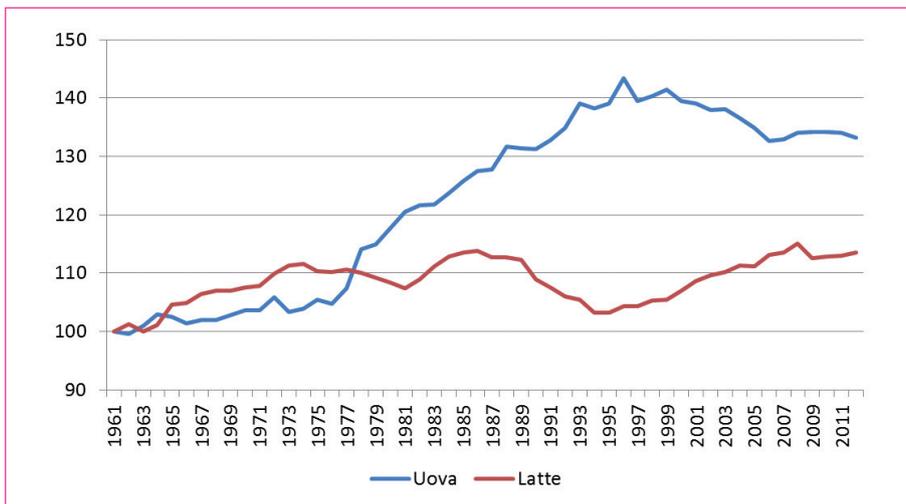


Figura 5
Indice della produzione unitaria di uova e di latte (1961=100)
Fonte: nostra elaborazione di dati FAOSTAT

Impatto sulle risorse naturali

Superficie agricola

L'area agricola mondiale si è espansa tra il 1961 e il 2011 da 4,46 a 4,91 miliardi di ettari (Figura 8), con un incremento medio annuo dello 0,19% e totale di circa il 10%, equivalente a poco meno di mezzo miliardo di ettari. L'aumento annuo di superficie agricola è stato più rapido tra il 1961 e il 1992 (0,27% in media) e meno veloce dal 1993 al 2011 (0,03% in media). In termini percentuali rispetto all'intera superficie emersa, l'area agricola è passata da poco più del 34% all'inizio del periodo considerato a quasi il 38% nel 2011. Se si escludono i deserti, i ghiacci perenni e gli specchi

d'acqua, la superficie dedicata alla produzione di alimenti raggiunge il 50% delle terre emerse [11].

L'aumento dell'area agricola è attribuibile all'incremento della superficie destinata a seminativi (+10%), e a legnose agrarie (+74%), e di prati permanenti e pascoli (+9%). Seminativi e legnose agrarie occupano circa un terzo (31%) della superficie dedicata alla produzione agricola, mentre i restanti due terzi sono dedicati a prati permanenti e pascoli. Circa il 33% delle aree destinate a seminativi sono dedicate alla produzione di mangimi per animali in produzione zootecnica [15]. Ne discende che circa i 4/5 dell'intera superficie agricola sono dedicati alla alimentazione animale [10] e solo il restante 20% è destinato alla produzione diretta di derrate per alimentazione umana e di fibre vegetali.

L'incremento dell'area agricola è avvenuto soprattutto a spese di foreste ed altri ecosistemi naturali (Figura 9). L'area forestata a livello globale è difatti passata da 4,17 miliardi di ettari del 1990 a 4,03 miliardi di ettari

del 2011, con una riduzione di circa il 4%, pari a circa 6,4 milioni di ettari per anno. Oltre alla distruzione di ecosistemi naturali e le conseguenze dirette di perdita di biodiversità, la deforestazione porta anche effetti indiretti sulla produttività agricola dovuti alla diminuzione delle precipitazioni e al riscaldamento globale. Si calcola infatti che il cambio di destinazione dei suoli, oltre ad avere consumato una notevole quantità di ecosistemi naturali, abbia contribuito per l'11% alla emissione di gas serra, responsabili dei cambiamenti climatici in corso.

La concomitante crescita demografica, che ha visto la popolazione mondiale più che raddoppiata nel perio-

do considerato, ha drasticamente ridotto la superficie coltivata pro-capite, che è diminuita da 0,45 a 0,22 ettari [16].

Si stima che, se non interverranno significativi cambiamenti delle politiche nazionali, la frontiera agricola continuerà ad espandersi da qui al 2050, anche se ad un ritmo rallentato rispetto al passato [17]. L'ampliamento totale della superficie a seminativi interesserà almeno altri 100 milioni di ettari, ma non potrà comunque avverarsi in maniera omogenea in tutte le aree: mentre nell'Africa sub-sahariana ed in America Latina vi è disponibilità di terra fertile non ancora coltivata, in Asia, nel Nord Africa e in Medio Oriente non vi sono possibilità fisiche di espansione (Figura 10). Nei Paesi industrializzati si stima che la superficie a seminativi subirà una costante diminuzione. Va inoltre ricordato che l'espansione demografica e la crescita economica esercitano una competizione sempre più serrata per l'uso del suolo, sottraendo spesso all'utilizzazione agricola i terreni più vocati, e in maniera irreversibile. La produzione di biocombustibili esercita un'ulteriore competizione sull'uso della terra per la produzione di cibo.

Degrado del suolo

Il degrado del suolo è definito come il cambiamento dello stato di salute del suolo che compromette la sua capacità di fornire beni e servizi ecosistemici [18]. Il 33% delle terre coltivate è stato classificato come contraddistinto da suoli degradati o molto degradati (Figura 11), spesso a causa di pratiche produttive non sostenibili, quali il sovrappascolamento, la monocoltura, le

eccessive lavorazioni, la non corretta gestione dell'irrigazione e dei nutrienti e la mancata restituzione di sostanza organica [16]. L'estesa introduzione di pratiche agricole che limitano le interferenze sul suolo, quali la lavorazione minima e la semina diretta, ha portato grandi benefici in vaste aree agricole [19], riducendo l'erosione e migliorando la fertilità, ma in vaste aree dei Paesi in via di sviluppo, soprattutto nell'Africa sub-sahariana, il degrado dei suoli rappresenta una forte preoccupazione. Alcune stime fanno ammontare a 40 miliardi di dollari per anno i costi del degrado del

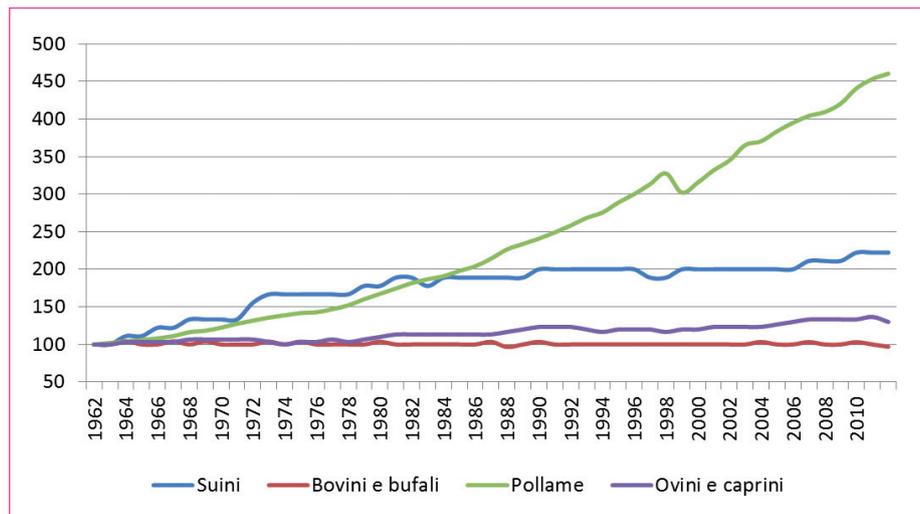


Figura 6
Indici della densità di bestiame (numero) per ettaro di area agricola (1961=100)
Fonte: nostra elaborazione di dati FAOSTAT

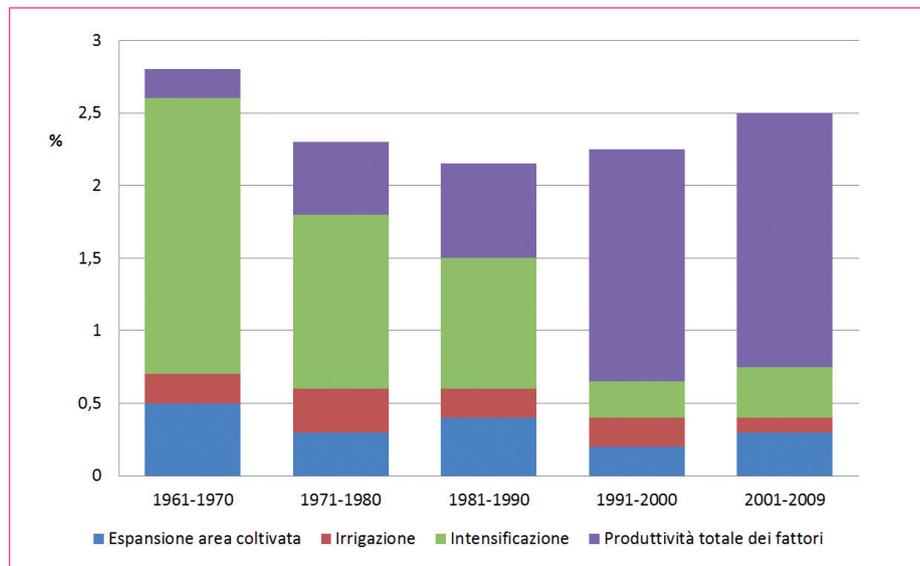


Figura 7
Tasso medio di crescita della produzione agricola per decade (1961-2009) e sua attribuzione
Fonte: modificato da Fuglie, 2012

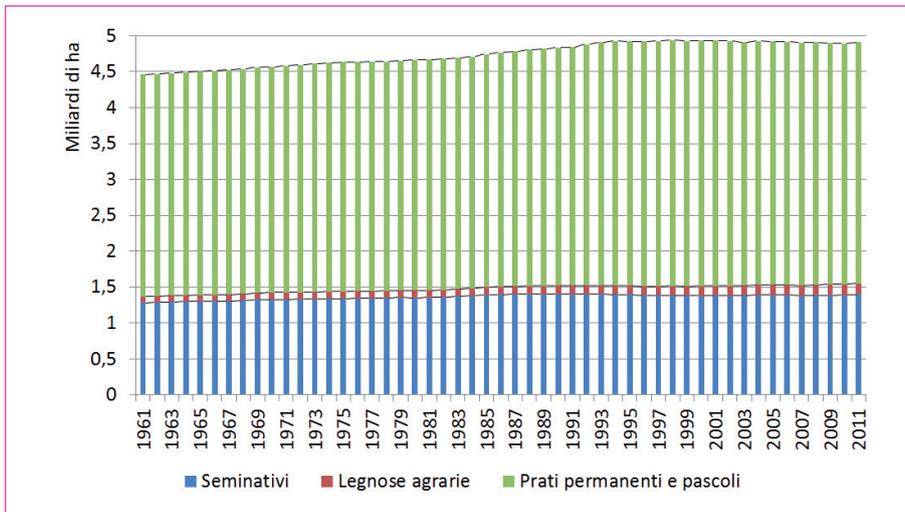


Figura 8
Andamento della superficie agricola e delle sue componenti dal 1961 al 2011
Fonte: FAOSTAT

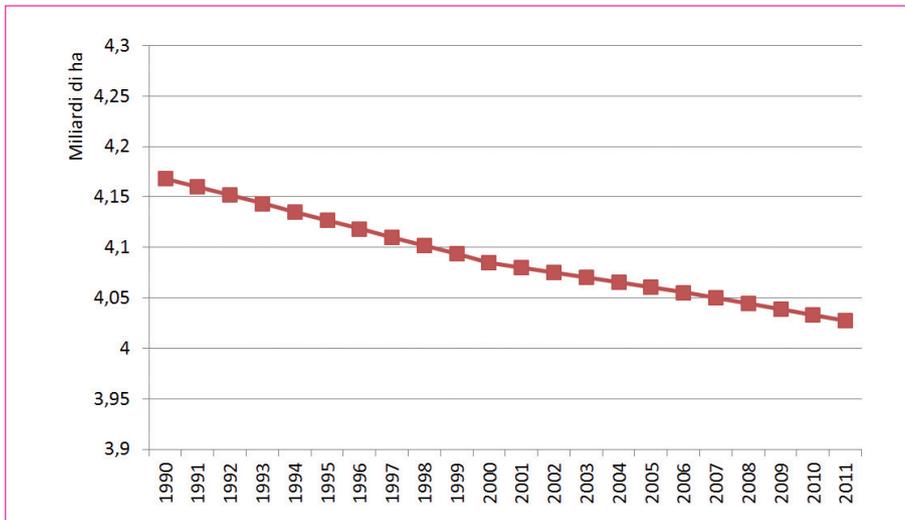


Figura 9
Andamento globale della superficie forestata dal 1990 al 2011
Fonte: FAOSTAT

suolo, senza considerare i costi nascosti di aumento dell'uso di fertilizzanti, di perdita di biodiversità e di deterioramento dei paesaggi.

Risorse idriche

A livello mondiale, le risorse idriche rinnovabili ammontano a circa 42.000 km³ per anno². Il consumo di acqua è praticamente raddoppiato negli ultimi cinquanta anni, raggiungendo il livello di 3900 km³ per anno, di cui il 70% (o 2710 km³ per anno) è destinato attualmente ad usi agricoli, il 19% ad usi industriali e l'11% a usi civili [16].

La quantità di acqua estratta è quindi ancora pari a solo il 9% dalle risorse idriche rinnovabili, ma questo dato è una media globale di livelli di sfruttamento tutt'altro che omogenei nelle diverse aree geografiche. In alcune aree, particolarmente nel Medio Oriente, nel Nord Africa e nell'Asia centrale, lo sfruttamento delle risorse idriche supera la soglia critica del 40%.

La superficie agricola irrigata è più che raddoppiata nel periodo tra il 1961 ed il 2009, passando da 139 a 301 milioni di ettari (+117%), e continua ad espandersi ad un ritmo annuo dello 0,6%. Il prelievo da falde acquifere è nello stesso tempo aumentato velocemente tanto da interessare attualmente in modo esclusivo o parziale il 40% delle terre irrigate. In alcune aree il ritmo di estrazione dalle falde freatiche è superiore alla loro capacità di reintegrazione, causando un abbassamento del loro livello e la minaccia di un loro esaurimento.

L'effetto positivo sulla produzione agricola di questa espansione delle infrastrutture e delle pratiche irrigue è fuori discussione, come

risulta anche dalla Figura 7, senza contare l'effetto indiretto della regimazione idrica sul verificarsi di inondazioni e altri disastri. L'irrigazione contribuisce difatti ad aumentare la produzione agricola per ettaro di 2-3 volte rispetto alle terre non irrigate [20]. Ma, similmente a quanto discusso per le superfici coltivabili, la competizione esercitata dagli usi civili ed industriali è destinata ad accrescersi sensibilmente nei prossimi decenni, per cui è difficilmente ipotizzabile che l'espansione della superficie irrigata possa essere sostenuta agli stessi ritmi nelle prossime decadi. La scarsità fisica di acqua è già un problema per 1.6 miliardi di

persone [21], mentre le stime prevedono che nel 2025 1.8 miliardi di persone vivranno in Paesi con scarsità assoluta di acqua [22].

Risorse genetiche

Le pratiche agricole non sostenibili hanno anche contribuito, insieme ad altre cause, quali la perdita o la frammentazione di habitat naturali, il supersfruttamento di specie animali e vegetali spontanee, l'inquinamento del suolo, dell'acqua e dell'atmosfera, l'invasione di specie aliene, e il cambio climatico, alla perdita di biodiversità a livello di geni, di specie e di ecosistemi [23]. Benché circa 30.000 specie vegetali siano commestibili e circa 7.000 siano state coltivate o raccolte a fini alimentari, il 95 % del fabbisogno alimentare è prodotto da solo trenta specie e più del 50% da tre piante coltivate (frumento, mais e riso). La coltivazione di queste tre colture si è espansa in maggior misura rispetto alle altre colture ed è arrivata nel 2012 ad occupare poco meno del 40% dell'intera superficie coltivata (Figura 12). Tra le specie riportate come coltivate, 900 sono considerate a rischio di estinzione e 14 sono irrimediabilmente estinte. Anche la variabilità intraspecifica delle specie coltivate è in diminuzione a causa della sostituzione delle varietà tradizionali con poche varietà migliorate.

Anche nel settore forestale esiste una grave minaccia alla biodiversità giacché il 50% delle specie forestali sono minacciate o soggette ad erosione genetica [24]. La deforestazione è comunque una della più importanti

cause di perdita della biodiversità considerato che le foreste ospitano circa tre quarti della biodiversità terrestre totale. Si stima che la distruzione di foreste pluviali delle aree tropicali causa l'estinzione di circa 100 specie per giorno [25].

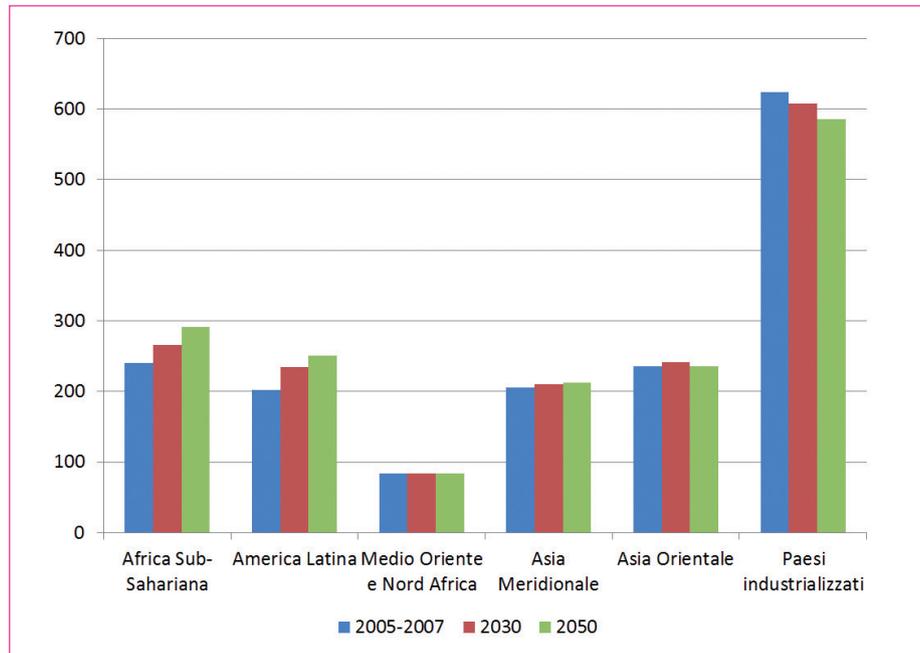


Figura 10
Proiezione al 2030 e 2050 della superficie globale dei seminativi e confronto con il 2005-07 (milioni di ettari)
Fonte: Alexandratos e Bruinsma, 2012

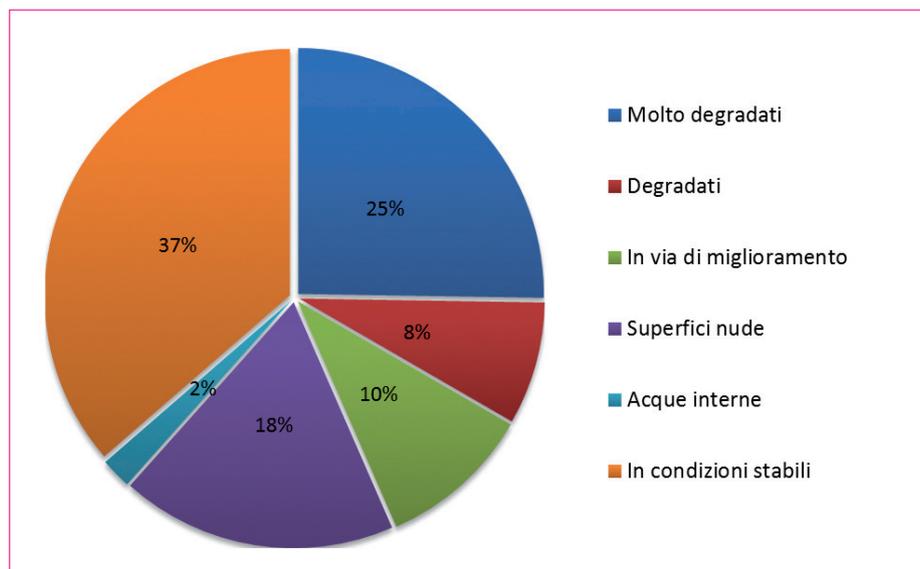


Figura 11
Stato dei suoli
Fonte: FAO, 2011

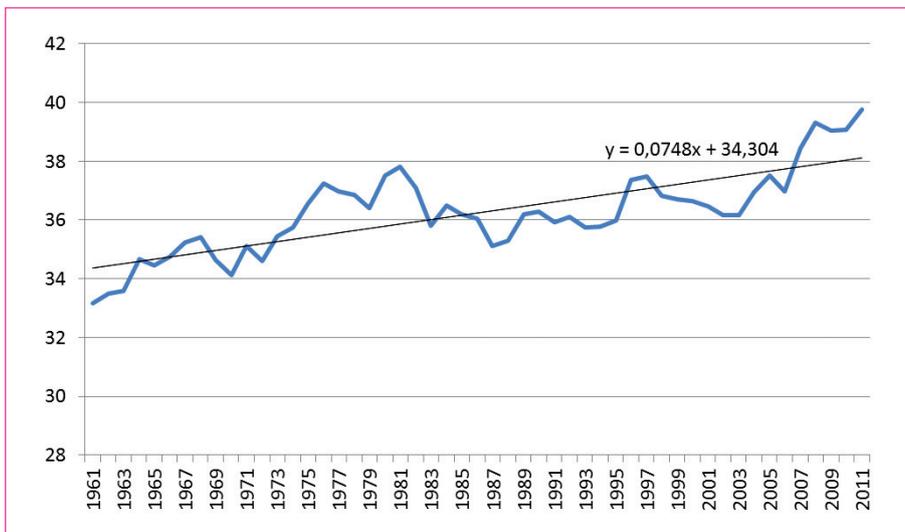


Figura 12
Superficie globale coltivata con i tre maggiori cereali (frumento, riso e mais) - Percentuale sulla superficie totale dedicata a seminativi (la linea nera indica la tendenza lineare)
Fonte: nostra elaborazione di dati FAOSTAT

Similmente, delle 50.000 specie di mammiferi ed uccelli esistenti sulla terra, solo 40 sono state domesticate e meno di 14 specie producono più del 90% della produzione zootecnica mondiale [26]. Ognuna di queste specie animale ha sviluppato una grande variabilità, ma il 20% delle 7616 razze animali censite dal FAO's *Global Databank for Animal Genetic Resources for Food and Agriculture* sono classificate come a rischio di estinzione mentre 690 sono già estinte [27].

Più del 50% degli stock ittici sono completamente sfruttati, mentre il 17% sono sovrasfruttati e l'8% sono esauriti o in corso di recupero. La FAO stima che in tutto il mondo si allevino 236 specie acquatiche, ivi compresi pesci, molluschi, crostacei e piante, la maggior parte delle quali è stata domesticata negli ultimi 25 anni [22]. La grande ricchezza di risorse genetiche di organismi acquatici offre enormi potenzialità al settore della acquacoltura per aumentare il suo contributo alla produzione mondiale di alimenti.

La diversità degli invertebrati e dei microrganismi costituisce la cosiddetta biodiversità occulta, perché invisibile, ma fornitrice di essenziali servizi ecosistemici quali l'impollinazione, la rigenerazione della fertilità del suolo, il sequestro di anidride carbonica atmosferica, l'equilibrio delle popolazioni di patogeni e parassiti e la digeribilità dei foraggi. Molti microrganismi trovano applicazione nell'industria agroalimentare. Nonostante l'unanime riconoscimento della loro importanza strategica, la diversità di microrganismi

ed invertebrati è minacciata da molti fattori, compreso l'uso di presidi sanitari.

Anche se la perdita di biodiversità degli ecosistemi agricoli ha un significato relativamente poco rilevante in termini di perdita di biodiversità globale, l'erosione genetica delle varietà e delle specie di piante coltivate e dei relativi parenti selvatici (fonti riconosciute di diversità genetica) nonché delle specie e delle razze di animali allevati è sicuramente causa di grande preoccupazione, in quanto ha importanti implicazioni sulla sostenibilità della produzione di alimenti. L'erosione

delle risorse genetiche agricole comporta, difatti, la perdita del potenziale di adattamento delle colture a nuove condizioni socio-economiche o ambientali, incluso il cambio climatico, e a mutate esigenze dei mercati. La variabilità genetica delle piante coltivate e degli animali in produzione zootecnica è inoltre fonte di caratteri di rilevanza economica o scientifica. La conservazione della diversità genetica di animali e piante domestici riveste quindi importanza strategica per la sicurezza alimentare, oltre a preservare valori di grande interesse culturale e storico.

Energia

Gli aumenti di produttività della produzione agricola sono stati resi possibile anche da un'abbondante disponibilità di combustibili di origine fossile a prezzo relativamente basso, che ha permesso di espandere la meccanizzazione delle pratiche agricole, l'irrigazione, la produzione e l'uso di fertilizzanti e di altri prodotti chimici, ed il trasporto e la conservazione di prodotti deperibili. Il prezzo dei combustibili di origine fossile è aumentato notevolmente negli ultimi anni, promuovendo in molti casi interventi di razionalizzazione energetica dei sistemi agroalimentari. Un ripensamento del ruolo dell'energia in agricoltura è comunque necessario quando si considerano le opzioni per migliorare la sostenibilità della produzione agroalimentare, anche per le dirette ripercussioni sulla emissione di gas serra e sul conseguente cambiamento climatico.

Misure per la transizione verso metodi di produzione primaria più sostenibili

Per azzerare il deficit alimentare previsto per la metà di questo secolo, limitando nel contempo la pressione sulle risorse naturali e soprattutto sulla risorsa terra, si può agire alternativamente o contemporaneamente sui due lati dell'equazione: riducendo la domanda di alimenti, in termini sia quantitativi che qualitativi, e/o aumentando l'offerta (Tabella 1). La prima opzione comprende, oltre alla riduzione della crescita demografica, la riduzione degli sprechi e delle perdite delle filiere di trasformazione e distribuzione di alimenti, l'adozione di diete proporzionate ai consumi energetici, la riduzione del consumo di prodotti di origine animale in genere e, in particolare, di quelli derivati da allevamenti con basso tasso di conversione dei mangimi (carne bovina). A questi provvedimenti si può accompagnare la riduzione o la eliminazione della distrazione di prodotti agricoli per usi non alimentari, come per esempio per la produzione di biocarburanti.

Queste possibili misure di intervento, che dovranno comunque tenere in conto le preferenze determinate da usanze tradizionali, credenze culturali o dettami religiosi, saranno discusse in dettaglio in altri inserti della rivista ed esulano quindi dal tema di questo lavoro. Va qui comunque sottolineato che la diminuzione (o il contenimento) della domanda, accompagnato da opportuni ripensamenti della logistica di distribuzione degli alimenti, provoca la diminuzione (o il contenimento) dell'offerta e quindi dell'uso delle risorse naturali che sostengono la produzione agricola.

Anche se le strategie di riduzione della domanda di alimenti fossero coronate da pieno successo, cosa tutt'altro che garantita, non sarebbero comunque sufficienti ad equilibrare l'equazione domanda-offerta e persisterebbe quindi la necessità di aumentare la produzione alimentare. Per evitare di ampliare ulteriormente la frontiera agricola a scapito di foreste o di aree comunque ricoperte da vegetazione naturale, le pratiche adottate per la produzione agricola dovranno subire modificazioni incisive, consentendo significativi incrementi di produttività [11]. La prima misura da attuare risponde quindi a questa finalità: sviluppare, adattare e adottare pratiche agricole, quali varietà migliorate di piante agrarie e nuove razze di animali domestici e tecniche agronomiche e zootecniche ottimizzate, che consentano di aumentare la produttività delle aree già dedicate alla produzione agricola. L'aumento della frequenza dei cicli colturali sugli stessi appezzamenti rappresenta una opzione con buone

potenzialità per aumentare virtualmente la superficie coltivata. In poche parole questa misura consiste nella "intensificazione sostenibile della produzione agricola", definita come "aumento della produzione senza impatti ambientali negativi e senza coltivare più terra" [28]. Una simulazione con il modello IMPACT (*International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade*) ha mostrato come l'introduzione di alcune tecnologie d'intensificazione sostenibile dell'agricoltura può portare a significative riduzioni dell'espansione della superficie coltivata a mais, frumento e riso [29].

Inoltre, grandi miglioramenti della produttività agricola sono raggiungibili diminuendo il divario di produttività tra le produzioni potenziali e quelle ottenute dalle aziende meno efficienti [30]. A tal fine è necessario assicurare che i piccoli agricoltori abbiano accesso alle conoscenze ed alle tecnologie, migliorando i servizi di assistenza tecnica, al credito ed alla commercializzazione di prodotti. Nello stesso tempo, è necessario migliorare la gestione delle altre risorse naturali, acqua e fertilità del suolo nelle aziende di tutte le dimensioni, per migliorare la sostenibilità del sistema di produzione agricolo.

La produzione zootecnica merita un discorso a parte, considerato che l'80% della superficie agricola è destinato a prati e a pascoli o alla produzione di mangimi per gli animali in allevamento, come già ricordato. Gli aumenti di produttività ottenuti con l'introduzione di migliorate tecniche agronomiche o zootecniche acquistano pertanto un grande valore. Il miglioramento di produttività di prati permanenti e di pascoli, in particolare, può migliorare la competitività degli allevamenti estensivi di animali poligastrici e ridurre la pressione per la produzione di mangimi concentrati.

L'espansione dell'acquacoltura, oltre a sostituire parzialmente la pesca di cattura, e alleggerire di conseguenza lo sfruttamento degli stock naturali a rischio di estinzione, permetterebbe di accrescere l'offerta di proteine animali senza aumentare la pressione esercitata dagli allevamenti zootecnici.

Infine, abbattere le disuguaglianze di genere, migliorando l'accesso delle donne all'educazione, ai diritti civili, ai servizi, all'associazionismo professionale, sindacale e politico, al credito e ai servizi, avrebbe molteplici effetti positivi, sia sulla domanda che sulla produzione di alimenti. Si stima per esempio che se le donne avessero garantiti gli stessi diritti degli uomini, potrebbero migliorare la produttività delle loro aziende agrarie del 20-30%, con un incremento totale della produzione agricola dei Paesi in via di sviluppo del

	Misure	Effetti attesi	Commento
Riduzione della domanda di alimenti	Adozione di politiche di riduzione della crescita demografica	Diminuzione della crescita della domanda	Già in atto in molti Paesi, di difficile attuazione generalizzata
	Riduzione degli sprechi e delle perdite delle filiere di trasformazione e distribuzione di alimenti	Risparmi fino al 25-30% degli alimenti prodotti	Dimensione etica
	Adozione di diete proporzionate ai consumi energetici e riduzione della sovralimentazione	Diminuzione della crescita della domanda	Comporterebbe anche la riduzione degli effetti negativi di sovrappeso e obesità (Malattie cardiovascolari, diabete, cancro)
	Riduzione del consumo pro-capite di proteine di origine animale	Diminuzione della quota di prodotti agricoli utilizzati come mangimi	Il consumo di proteine di origine animale è in crescita ed è già eccessivo in molti Paesi
	Aumento del consumo di proteine derivate da produzioni animali a migliore tasso di conversione dei mangimi (latte, uova, pollame e pesce)	Limitazione della produzione di carne bovina e aumento altre produzioni zootecniche più efficienti, quindi Diminuzione della quota di prodotti agricoli utilizzati come mangimi	La produzione di carne bovina ha un costo ambientale più alto di quella di altri prodotti animali
	Equità di genere (accesso ad educazione, diritti, vita politica e associativa, servizi, credito ecc.)	Migliore gestione della alimentazione delle famiglie	Dimensione etica. Si applica anche a minoranze svantaggiate ed emarginate, per es. le comunità indigene
Aumento della offerta di alimenti	Sviluppo e diffusione di migliori pratiche agronomiche e zootecniche, materiali genetici migliorati, aumento della frequenza delle coltivazioni.	Aumento della produttività unitaria delle terre coltivate	Limitazione della espansione della frontiera agricola e della distruzione di habitat naturali
	Sviluppo e diffusione di migliori pratiche di gestione di acqua e nutrienti, adattamento al cambio climatico	Limitazione del degrado dei suoli e dell'inquinamento degli acquiferi, migliore efficienza dell'uso di risorse naturali	Evita l'abbandono di terre coltivate non più (o meno) produttive
	Miglioramento della gestione di prati permanenti e pascoli.	L'aumento di produttività di prati permanenti e pascoli	Migliore competitività e quindi espansione degli allevamenti estensivi.
	Miglioramento dell'accesso dei piccoli agricoltori alle tecnologie, al credito, ai servizi di assistenza tecnica, alla commercializzazione dei prodotti.	Riduzione del divario di produttività tra aziende più avanzate e aziende meno efficienti	Anche miglioramento del reddito dei produttori più poveri
	Espansione della acquacultura	Sostituzione graduale della pesca di cattura	Permetterebbe l'uso di mare e acque interne per incrementare la disponibilità di proteine animali
	Equità di genere (accesso ad educazione, diritti, vita politica e associativa, servizi, credito ecc.)	Maggiore produttività delle piccole aziende agricole	Dimensione etica. Si applica anche a minoranze svantaggiate ed emarginate, per es. le comunità indigene

Tabella 1
Misure per soddisfare in modo sostenibile la domanda di alimenti

2,5-4% [31]. Anche una maggiore equità per le minoranze svantaggiate ed emarginate, come per esempio

le comunità indigene, avrebbe conseguenze positive sulla sostenibilità delle produzioni.

Conclusioni

Il sistema produttivo agricolo mondiale riesce a soddisfare la domanda globale di alimenti, ma consuma le risorse naturali su cui si basa – terra, suolo, acqua e biodiversità – ad un ritmo superiore alla loro capacità naturale di rigenerazione e non è quindi sostenibile nel lungo termine. La prevista espansione quali-quantitativa della domanda mondiale di alimenti esacerberà ulteriormente la scarsità di terra coltivabile e delle altre risorse naturali su cui si basa la produzione agricola.

La sfida che dobbiamo affrontare è quindi quella di soddisfare la crescente domanda alimentare mondiale riducendo i tre maggiori impatti ambientali dei sistemi produttivi oggi in essere: la distruzione degli ecosistemi naturali derivata dall'espansione della frontiera agricola; il cambiamento climatico causato dalle pratiche agricole e zootecniche e dalla deforestazione; e la riduzione delle riserve di acqua dolce, a causa sia dei ritmi di estrazione superiori a quelli di reintegrazione, che dell'inquinamento degli acquiferi. Bisogna pertanto promuovere sistemi agricoli capaci di produrre di più, consumando meno risorse naturali. Ciò è possibile solo con un cambiamento radicale dei paradigmi di produzione, agendo sulla produttività totale dei fattori di produzione, sviluppando cioè i fattori immateriali di produzione [14]. In altre parole si deve ampliare le conoscenze ed espandere la capacità di trasformare le conoscenze in valore (economico, sociale, ambientale), aumentando l'intensità delle conoscenze applicate alla produzione agricola. Ricerca, assistenza tecnica agli agricoltori e istruzione giocano pertanto un ruolo sempre più essenziale per aumentare in modo sosteni-

bile la produttività agricola e per limitare il consumo delle risorse naturali, insieme alla organizzazione degli agricoltori in associazioni e cooperative. Gli obiettivi per l'agenda di sviluppo post-2015, definiti dalle istanze politiche a livello globale [32], comprendono molte delle misure discusse in questo articolo, ma possono essere realizzati solo con adeguati investimenti.

Le conoscenze sviluppate e le tecnologie oggi applicate sono il frutto di un lungo processo di coevoluzione in atto sin dall'origine delle coltivazioni e dell'allevamento di animali. La crescente complessità della produzione agricola e della sua gestione ha portato ad adottare un approccio riduzionistico, a segmentare cioè la realtà in una serie di fenomeni, studiati singolarmente da discipline differenti. La transizione verso sistemi di produzione più sostenibili richiede ora la ricomposizione dei singoli elementi in una visione integrata. I moderni strumenti cognitivi e di analisi dei dati acquisiti permettono oggi di governare la complessità delle conoscenze e di definire strategie complesse di intervento. Le misure suggerite nel capitolo precedente hanno inoltre valenza assai diversa, dalla scala globale alla dimensione locale, e viceversa, passando per tutte le gradazioni intermedie, ma sono spesso mutuamente interdipendenti. La molteplicità, delle situazioni locali, degli attori e dei livelli di governance implicati rende ancor più complesse le strategie da adottare. Oltre all'integrazione disciplinare è quindi necessario mettere in gioco l'integrazione degli interventi e della loro scala.

Andrea Sonnino

FAO, Research and Extension Unit



Bibliografia

1. A. Sonnino (2013), "Biotechnologie e sicurezza alimentare", *Energia, Ambiente, Innovazione*, 59 (1): 53-60.
2. UN Population Division (2014), "World population prospects: the 2014 revision", United Nations, New York.
3. FAO, IFAD, WFP (2014), "The State of Food Insecurity in the World 2014: Strengthening the enabling environment for food security and nutrition", FAO, Rome.
4. FAO (2013), "The State of Food and Agriculture: food systems for better nutrition", FAO, Rome.
5. WHO (2014), "WHO Fact Sheet No. 311, reviewed May 2014", WHO, Geneva.
6. UNDESA (2014), "World Urbanization Prospects: the 2014 revision – Highlights", United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York.
7. M. Harris (1985), "Good to eat: riddles of food and culture", Waveland Press Inc., Long Grove.
8. C. Delgado (2003), "Rising Consumption of Meat and Milk in Developing Countries Has Created a New Food Revolution", *J. Nutrition*. 133 (11): 3907S-3910S.
9. P. Pingali, E. McCulloch (2010), "Drivers of change in global agriculture and livestock systems", In: H. Steinfeld, H.A. Mooney, F. Schneider & L.E. Neville, "Livestock in a changing landscape", SCOPE.
10. FAO (2009), "The State of Food and Agriculture: livestock in the balance", FAO, Rome.
11. WRI (2013), "Creating a sustainable food future: Interim findings", World Resource Institute, Washington DC.
12. C. Delgado, M. Rosegrant, H. Steinfeld, S. Ehui, & C. Courbois (1999) "Livestock to 2020: The Next Food Revolution", Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 28, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
13. FAO (2014), "The State of World Fisheries and Aquaculture: Opportunities and challenges", FAO, Rome.
14. K. Fuglie (2012), "Productivity Growth and Technology Capital in the Global Agricultural Economy", In: *Productivity Growth in Agriculture: An International Perspective* (O. Keith, Fuglie, Sun Ling Wang, V. Eldon Ball, eds.), chapter 16, CAB International, Oxfordshire.
15. H. Steinfeld, P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales, C. De Haan (2006), "Livestock's long shadow: environmental issues and options", FAO, Rome.
16. FAO (2011a), "The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) - Managing systems at risk", Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.
17. N. Alexandratos, J. Bruinsma (2012), "World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision", ESA Working paper, No. 12-03, FAO, Rome.
18. F. O. Nachtergaele, M. Petri, R. Biancalani, G. van Lynden, H. van Velthuisen, M. Bloise (2011), "LADA Technical report" No. 17, Global Land Degradation Information System (GLADIS), Version 1.0. , LADA, Roma.
19. R. A. Jat, K. L. Sahrawat, A. H. Kassam, T. Friedrich (2014), "Conservation Agriculture for Sustainable and Resilient Agriculture: Global Status, Prospects and Challenges", In: *Conservation agriculture: global prospects and challenges* (R. A. Jat, K. L. Sahrawat, A. Kassam, eds.), CAB International, Oxfordshire.
20. FAO, IFAD (2006), "Water for food, agriculture and rural livelihoods" Chapter 7 of the 2nd UN World Water Development Report: 'Water, a shared responsibility', FAO and the International Fund for Agricultural Development, Rome.
21. IWMI (2007), "Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water management in Agriculture" Earthscan, London e Colombo.
22. UN-Water (2006), "Coping with Water Scarcity, A Strategic Issue and Priority for System-wide Action", UN-Water Thematic Initiatives.
23. A. Sonnino (2012), "Biodiversidad y biotecnologías: el eslabón estratégico", In: V. Ivone (ed.) *Biodiversidad, Biotecnología y Derecho. Un crisol para la sustentabilidad*, páginas 299-320, Aracne editrice, Roma.
24. CGRFA, FAO (2014), "The State of world's forest genetic resources", FAO, Rome.
25. World Bank (2004), "World Development Report 2004: making services work for poor people", Washington DC.
26. P. Lidder, A. Sonnino (2012), "Biotechnologies for the Management of Genetic Resources for Food and Agriculture", *Advances in Genetics* vol. 78: 1-168.
27. FAO (2007), "The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture", edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling, Rome.
28. The Royal Society (2009), "Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture", London.
29. C. Ringler, N. Cenacchi, Jawoo Koo, R. Robertson, M. Fisher, C. Cox, N. Perez, K. Garret, M. Rosegrant (2014), "The promise of innovative farming practices", In: 2013 Global Food Policy Report, IFPRI, Washington DC.
30. N.D. Mueller, G.S. Gerber, M. Johnstone, D.K. Ray, N. Ramankutty, J.A. Foley (2012), "Closing yield gaps through nutrient and water management", *Nature* 490, 254–257.
31. FAO (2011b), "The State of Food and Agriculture: Women in agriculture: closing the gender gap for development" FAO, Rome.
32. High Level Panel of Experts (HLPE) Report (2013), "A new global partnership: eradicate poverty and transform economies through sustainable development", United Nations, New York.

Note

1. Le informazioni sono presentate come numeri indici per permettere il confronto tra grandezze diverse e facilitare la valutazione delle variazioni temporali.
2. Un chilometro cubo è equivalente a 1.000 miliardi di litri.