



*Comunità I talenti italiani all'estero*

## **I CAMBIAMENTI CLIMATICI: QUALE EFFETTO SULLA NOSTRA ALIMENTAZIONE?**

*Interesse nazionale  
Settembre 2016*

*Il rapporto è stato realizzato da:*

- *Riccardo Lattanzi (project leader), New York University*
- *Alessandra Luchini, George Mason University*
- *Marisa Roberto, The Scripps Research Institute*
- *Fabio Scano, World Health Organization*

*Le idee espresse in questo documento sono frutto di analisi e ricerche condotte dagli autori e non rappresentano necessariamente il punto di vista delle rispettive organizzazioni d'appartenenza.*

## **I cambiamenti climatici: Quale effetto sulla nostra alimentazione?**

<b>1</b>	<b>Executive summary</b>	p. 3
<b>2</b>	<b>Cos'è la sicurezza alimentare?</b>	5
<b>3</b>	<b>I cambiamenti climatici</b>	6
<b>4</b>	<b>Effetti dei cambiamenti climatici sulla sicurezza alimentare</b>	9
<b>5</b>	<b>Altri fattori che influenzano la sicurezza alimentare</b>	15
<b>6</b>	<b>Sicurezza alimentare tra 30 anni</b>	17
<b>7</b>	<b>Impatto dei <i>Sustainable Development Goals</i> sulla sicurezza alimentare</b>	18
<b>8</b>	<b>Conclusioni</b>	20
<b>9</b>	<b>Autori</b>	23

## 1. EXECUTIVE SUMMARY

La definizione accettata di sicurezza alimentare mette in evidenza quattro dimensioni interconnesse: **disponibilità** di cibo, **accesso** al cibo, **utilizzo** del cibo, ovvero il modo in cui il cibo viene usato e assimilato dall'organismo, e la **stabilità** dei tre aspetti precedenti. Quindi, non è sufficiente che nel mondo si produca abbastanza cibo– questo succede già e c'è comunque quasi un miliardo di persone affamate – ma che chiunque, in qualsiasi momento, abbia accesso fisico, sociale ed economico a una quantità sufficiente di cibo sicuro e nutriente.

Negli ultimi decenni si è riuscito a migliorare la sicurezza alimentare globale, facendo progressi notevoli per superare ostacoli quali la crescita della popolazione, lo spreco di cibo, l'inefficienza delle reti di distribuzione, e l'inefficacia dei sussidi sociali. Nel 1990-1992 circa 1,01 miliardi di persone, o il 19% della popolazione globale di quel periodo, viveva in condizioni di insicurezza alimentare. Oggi questo numero è sceso a circa 805 milioni di persone, che equivale all'11% della popolazione mondiale. Questa tendenza potrà continuare nei prossimi anni in presenza di cambiamenti climatici sempre più pronunciati?

Non è facile comprendere in pieno il concetto di **cambiamenti climatici**. I dettagli conosciuti sono pochi e le incertezze molte, così è complicato predire cosa succederà, specialmente su scala regionale. Quello che sappiamo è che la temperatura media globale è già cresciuta di 0,8 °C dal 1900 e le proiezioni indicano che crescerà di altri 1-2 °C entro il 2050 e di 1-4 °C entro il 2100. Questo comporterà inevitabilmente un aumento delle precipitazioni, della loro intensità, delle inondazioni, di episodi di caldo estremo, dei periodi di siccità, l'innalzamento del livello del mare, insieme a una diminuzione dell'umidità del suolo.

Tra gli effetti più significativi dei cambiamenti climatici ci sono sicuramente quelli legati al potenziale aumento dell'**insicurezza alimentare** e della **malnutrizione**. Infatti, l'aumento della frequenza e dell'intensità di alcuni disastri naturali, come siccità, alluvioni e bufere, può causare la distruzione di raccolti, infrastrutture e altre risorse chiave, esacerbando la povertà di alcune popolazioni. L'innalzamento del livello del mare danneggerà i mezzi di sostentamento degli abitanti nelle zone costiere e vicino ai delta fluviali. Lo scioglimento dei ghiacci influenzerà la quantità e l'affidabilità dell'acqua disponibile.

I cambiamenti climatici, quindi, potrebbero influenzare la sicurezza alimentare in tutte le sue quattro dimensioni. La variazione delle condizioni climatiche ha già danneggiato la produzione di alcune colture di base, riducendo la disponibilità di cibo. In futuro questa situazione potrebbe aggravarsi: l'aumento della temperatura avrà un impatto sui raccolti, mentre mutamenti nelle precipitazioni potrebbero influenzarne qualità e quantità. Il riscaldamento potrebbe aumentare l'impatto dei parassiti, portare nuove malattie per piante e bestiame, e mettere a rischio la sostenibilità della pesca e degli allevamenti in acquacoltura. I cambiamenti climatici hanno un effetto anche su quali coltivazioni sono prodotte e dove nel mondo, con un impatto su dove il cibo viene immagazzinato, sulle strutture per la lavorazione e il confezionamento, nonché sulle infrastrutture per il trasporto del cibo dal produttore al consumatore, o all'ingrosso. Temperature più alte richiedono maggiore capacità di raffreddamento per la verdura e la frutta fresca, che risulta in un consumo e una spesa energetica più alti. Le temperature e gli eventi climatici estremi influenzano direttamente i sistemi di trasporto e possono danneggiare le reti di distribuzione di cibo deperibile. I cambiamenti climatici avranno un effetto anche sull'accesso al cibo, ad esempio,

causando l'aumento dei prezzi delle coltivazioni principali in alcune regioni. Per le persone più vulnerabili, il cui sostentamento dipende prevalentemente dall'agricoltura, raccolti più scarsi equivalgono ad una riduzione del reddito. Le persone più povere, che già spendono la maggior parte del reddito in cibo, saranno costrette a sacrificare quasi tutto quello che hanno per soddisfare il proprio fabbisogno nutrizionale. Le conseguenze dei cambiamenti climatici influenzeranno l'utilizzo del cibo, ad esempio diminuendo il consumo calorico, specialmente in aree dove l'insicurezza alimentare è già un problema. Questo potrebbe creare un **circolo vizioso tra fame e malattie**. La qualità dell'acqua potrebbe peggiorare, aggravando il rischio di patologie che diminuiscono l'assorbimento del cibo, come la diarrea, ed è probabile anche un aumento dello spreco di cibo, come risultato di attività sensibili al clima durante stoccaggio, lavorazione e imballaggio. Infine, la variabilità del clima, causata dalla maggiore frequenza e intensità di eventi meteorologici, potrebbe sconvolgere la stabilità delle strategie governative per la sicurezza alimentare, creando fluttuazioni di disponibilità, accesso e utilizzo del cibo.

I primi a percepire gli effetti dei cambiamenti climatici, e a percepirli con maggiore intensità, saranno le **popolazioni più povere**, il cui sostentamento dipende principalmente dal settore agricolo ed è quindi più vulnerabile, specialmente nelle regioni tropicali. Per alcune regioni ad alte latitudini potrebbe esserci un aumento della produttività nel breve termine, grazie all'effetto fertilizzante della CO<sub>2</sub>, e all'aumento di temperatura e precipitazioni. Tuttavia, in uno scenario in cui le emissioni di gas serra rimangono elevate tra il 2050 e il 2100, esiti negativi sono molto probabili ad ogni livello. *Tra le regioni europee particolarmente vulnerabili ai cambiamenti climatici ci sono l'Europa meridionale e il bacino mediterraneo*, a causa di aumenti delle ondate di calore e della siccità, le aree montuose, a causa dell'aumento dello scioglimento della neve e del ghiaccio, le zone costiere, i delta e le pianure alluvionali, a causa degli aumenti del livello del mare e della crescente intensità di piogge e alluvioni, l'estremo nord Europa e l'Artico, a causa dei ghiacciai in scioglimento.

Per aumentare la capacità di risposta ai cambiamenti climatici e continuare i progressi verso la sicurezza alimentare globale, servono **interventi** di adattamento efficaci e molteplici mirati a ridurre la vulnerabilità dei sistemi alimentari. L'obiettivo del secondo dei 17 *sustainable development goals* è di eliminare, entro il 2030, ogni forma di fame e malnutrizione, e assicurare la sicurezza alimentare a tutte le persone, specialmente i bambini e i più vulnerabili. Questo comporta il promuovere un'**agricoltura sostenibile** che migliori il sostentamento e la capacità produttiva dei piccoli coltivatori, consentendo loro un accesso paritario a terreni, tecnologia e mercati. Altri interventi di **adattamento del sistema agroalimentare** potrebbero riguardare l'ottimizzazione della lavorazione del cibo, dell'imballaggio e stoccaggio, nonché delle reti di distribuzione dei prodotti finiti. Probabilmente il più controverso tra i possibili interventi è il ricorso all'uso di **organismi geneticamente modificati** (OGM). La maggior parte degli investimenti dovrà arrivare dal settore privato, ma i governi hanno il ruolo importante di creare le condizioni di base affinché ciò avvenga.

## 2. COS'È LA SICUREZZA ALIMENTARE?

La sicurezza alimentare è la condizione in cui tutte le persone, in ogni momento, hanno accesso fisico, sociale ed economico ad una quantità di cibo sufficiente, sicuro e nutriente per soddisfare le proprie esigenze dietetiche e preferenze alimentari per una vita attiva e sana. Le quattro componenti della sicurezza alimentare sono: disponibilità, accesso, utilizzo e stabilità.

La sicurezza alimentare è un concetto complesso e multidimensionale. La definizione comunemente accettata è quella della FAO (organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura) proposta in occasione del vertice mondiale sull'alimentazione (World Food Summit) tenutosi a Roma nel 1996, secondo la quale la sicurezza alimentare (*food security*) è la condizione in cui "in ogni momento tutte le persone hanno accesso fisico, sociale ed economico ad una quantità di cibo sufficiente, sicuro e nutriente per soddisfare le proprie esigenze dietetiche e preferenze alimentari per una vita attiva e sana"<sup>1</sup>.

La sicurezza alimentare è costituita dalle seguenti quattro componenti, che interagiscono su diverse scale spaziali e temporali.

- **Disponibilità**, definita come l'esistenza di cibo in un luogo particolare in un determinato istante di tempo. Questo fattore affronta gli aspetti legati alla produzione, il trasporto, l'immagazzinamento e il commercio di cibo.
- **Accesso**, definito come l'abilità di una persona o un gruppo di persone di ottenere cibo. Questo fattore è collegato all'accesso economico e la redistribuzione di cibo all'interno della società.
- **Utilizzo**, definito come la capacità di usare e ottenere sostentamento dal cibo. Questo componente include sia il valore nutrizionale del cibo sia altri fattori socioculturali legati alla sicurezza e la preparazione del cibo, come anche alle diversità nella dieta associate a norme culturali o pratiche religiose.
- **Stabilità**, definita come l'assenza di fluttuazioni considerevoli nella disponibilità, l'accesso e l'utilizzazione del cibo. Fattori di instabilità nella sicurezza alimentare includono il clima, le fluttuazioni politiche e le crisi economiche.

I cambiamenti climatici possono influenzare tutte le componenti/dimensioni della sicurezza alimentare <sup>23</sup>. L'aumento delle temperature, l'alterazione delle precipitazioni ed eventi climatici estremi hanno già avuto un effetto considerevole sui raccolti agricoli, sulla distribuzione geografica del cibo, e sulle rotte commerciali. Per ottenere la sicurezza alimentare è necessario definire meccanismi di adattamento che consentano ai quattro fattori sopra di essere verificati anche in presenza di cambiamenti climatici.

---

<sup>1</sup> FAO (2012). *The state of food insecurity in the world*. Rome, Italy.

<sup>2</sup> National Research Council. (2007). *Understanding multiple environmental stresses: Report of a workshop*. Washington, DC: National Academy Press.

<sup>3</sup> Wheeler, T., & von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341(6145), 508–513. doi: 10.1126/science.1239402

### 3. I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Nel 2015 la temperatura media globale ha superato di 1 °C la media del 1880-1899. C'è una relazione causa-effetto quasi lineare tra emissioni cumulative di CO<sub>2</sub> e riscaldamento globale. In un ipotetico scenario senza nessuna politica globale per contenere l'emissione di gas serra, entro il 2100 la temperatura aumenterebbe di 4-5 °C. La Conferenza di Parigi sui cambiamenti climatici del dicembre 2015, COP 21 o CMP 11, si è posta come obiettivo principale quello di azzerare l'emissione netta di gas serra nella seconda metà del XXI secolo per limitare il riscaldamento globale a meno di 2 °C rispetto ai livelli pre-industriali.

#### *Descrizione*

I cambiamenti climatici sono definiti come l'aumento della media o della variabilità di fattori quali la temperatura e le precipitazioni. È solo dal 1880 che sono iniziate delle rilevazioni accurate della temperatura media con raccolta di dati da tutto il pianeta. Uno dei periodi di riferimento più comuni è quello che va dal 1951 al 1980, in quanto molti degli adulti di oggi sono cresciuti durante questo trentennio e possono ricordarlo. Di solito, per documentare il riscaldamento del pianeta, si confronta la temperatura media annuale di oggi con quella del 1880 o del trentennio sopraccitato, che era di 14 °C.

La maggior parte del riscaldamento del pianeta si è verificato negli ultimi 35 anni, con un incremento di temperatura di circa 0,15-0,20 °C per decennio. Non solo gli ultimi 15 anni sono stati i più caldi dal 1880, ma nel solo 2015 l'incremento della temperatura media è stato di 0,13 °C. Nel 2015, per la prima volta, la temperatura media globale ha superato di un grado Celsius la media del 1880-1899. In Italia, per lo stesso anno, l'aumento è stato di circa 1,4 °C. Una modifica globale di un grado è significativa, perché serve una grande quantità di calore per riscaldare gli oceani, l'atmosfera e la superficie terrestre. Basti pensare che nel XVI secolo una diminuzione di appena 1-2 °C della temperatura media ha causato una piccola età glaciale che è durata trecento anni, mentre ventimila anni fa una diminuzione di 5 °C bastò a seppellire il Nord America sotto il ghiaccio.

#### *Cause ed effetti globali*

La comunità scientifica è concorde nel ritenere che il riscaldamento globale sia dovuto all'azione dell'uomo, sotto forma di alterazione dell'effetto serra. Lo sviluppo economico e la crescita della popolazione sono tra le cause principali dell'aumento delle emissioni antropiche di gas serra (GHG) fin dall'epoca pre-industriale. Oggigiorno, le concentrazioni atmosferiche di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano e protossido di azoto, che sono i gas serra principali nell'atmosfera terrestre, registrano i livelli più alti degli ultimi 800.000 anni. Secondo gli studi di attribuzione delle cause di mutamento atmosferico c'è una relazione causa-effetto quasi lineare tra le emissioni cumulative di CO<sub>2</sub> (per i modelli matematici le emissioni di tutti i gas serra vengono convertite in emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente) ed aumento della temperatura media del pianeta.

Il riscaldamento del sistema climatico si è particolarmente accentuato dal 1950. L'atmosfera e gli oceani si sono riscaldati, la massa di neve e ghiaccio è diminuita, il livello del mare è cresciuto, l'acidificazione degli oceani (dovuta alla CO<sub>2</sub>) è aumentata, come pure la frequenza e la portata

delle precipitazioni<sup>4</sup>. Dal 1950 si è altresì registrata una diminuzione del numero di giorni e notti fredde mentre, sempre su scala mondiale, è aumentato il numero di giornate e notti calde.

### *Previsioni*

L'entità dei cambiamenti climatici e il punto in cui gli effetti sulle persone e gli ecosistemi diventeranno irreversibili rimane oggetto di studio. I cambiamenti climatici amplificheranno i rischi ambientali esistenti e ne creeranno nuovi per gli ecosistemi e le popolazioni. I rischi saranno distribuiti in modo non uniforme e generalmente maggiori per le persone e comunità svantaggiate in paesi a tutti i livelli di sviluppo. Per rallentare l'aumento delle temperature e diminuirne l'impatto, servirebbero una riduzione sostanziale delle emissioni di gas serra, insieme ad altre misure di adattamento.

Le previsioni descrivono un continuo aumento delle temperature medie globali, causato principalmente dalle emissioni cumulative di CO<sub>2</sub>, dovute alla crescita della popolazione, alle attività economiche e industriali, allo stile di vita, al consumo energetico, all'agricoltura, nonché alle politiche tecnologiche e sul clima.

L'*Intergovernmental Panel on Climate Change*, un foro scientifico delle Nazioni Unite che ha lo scopo di studiare il riscaldamento globale, ha elaborato dei modelli, i *Representative Concentration Pathways* (RCPs)<sup>5</sup>, che mostrano quattro diversi scenari futuri relativi all'impatto dei gas serra sui mutamenti climatici fino al 2100. I quattro diversi scenari RCP2.6, RCP4.5, RCP6, RCP8.5, esprimono i valori del forzante radiativo nel 2100 rispetto ai valori preindustriali (+2.6, +4.5, +6.0, e +8.5 W/m<sup>2</sup>)<sup>6</sup>. Ad esempio, nello scenario RCP2.6, per avere un incremento del riscaldamento globale nel 2100 uguale a meno di 2 °C rispetto ai livelli pre-industriali del 1880, l'emissione antropica di gas serra dovrebbe essere pari a zero tra il 2050-2100. Una parte della comunità scientifica chiede di limitare l'aumento della temperatura di 1,5 °C e non di 2 °C rispetto al 1880 e secondo alcuni scienziati ciò si potrebbe ottenere raggiungendo l'obiettivo di "emissioni zero" a partire da un periodo compreso tra il 2030 e il 2050. Nello scenario RCP4.5, il picco di emissione gas serra dovrebbe essere intorno al 2040, per poi diminuire. Mentre lo scenario RCP6 prevede un aumento di emissione gas serra fino al 2080. Un ipotetico scenario senza nessuna politica o accordo globale per contenere l'emissione di gas serra di ogni singolo paese, porterebbe ad un aumento della temperatura di 4-5 °C entro il 2100. La temperatura media sulla superficie terrestre aumenterà nel corso del XXI secolo in tutti gli scenari di emissione valutati. Anche secondo lo scenario RCP2.6, il più conservatore in termini di emissione di gas serra, è molto probabile che aumenterà il numero di eventi climatici estremi, come ondate di calore, o precipitazioni più intense e frequenti. Tutti gli scenari prevedono un aumento globale dell'acidificazione degli oceani e del livello medio del mare entro la fine del XXI secolo, con una lenta ripresa dopo la metà del secolo

---

<sup>4</sup> Stocker, T., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., Midgley, P. (Eds.). (2013). *Summary for policymakers. Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

<sup>5</sup> Richard Moss; Mustafa Babiker; Sander Brinkman; Eduardo Calvo; Tim Carter; Jae Edmonds; Ismail Elgizouli; Seita Emori; Lin Erda; Kathy Hibbard; Roger Jones; Mikiko Kainuma; Jessica Kelleher; Jean Francois Lamarque; Martin Manning; Ben Matthews; Jerry Meehl; Leo Meyer; John Mitchell; Nebojsa Nakicenovic; Brian O'Neill; Ramon Pichs; Keywan Riahi; Steven Rose; Paul Runci; Ron Stouffer; Detlef van Vuuren; John Weyant; Tom Wilbanks; Jean Pascal van Ypersele & Monika Zurek (2008). *Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies* (PDF). Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.

<sup>6</sup> Il forzante radiativo è la misura dell'influenza di un fattore (ad esempio l'aumento dell'anidride carbonica nell'atmosfera) nell'alterazione del bilancio tra energia entrante ed energia uscente nel sistema terra-atmosfera. Esso è indice del peso di un fattore nel meccanismo dei mutamenti climatici. Un forzante positivo riscalda la superficie terrestre, uno negativo la raffredda. Esso è espresso in W m<sup>-2</sup>.

per lo scenario RCP2.6. Tutti gli scenari prevedono una marcata riduzione della banchisa artica ed un oceano artico quasi libero dai ghiacci in estate. Inoltre, molti aspetti dei cambiamenti climatici ed il loro impatto sugli ecosistemi continueranno per secoli, anche se le emissioni antropiche di gas serra verranno limitate nei prossimi decenni.

La Conferenza di Parigi del dicembre 2015 sui cambiamenti climatici, COP 21 o CMP 11, si è posta come obiettivo principale quello di concludere, per la prima volta in oltre 20 anni di mediazione da parte delle Nazioni Unite, un accordo vincolante e universale sul clima, accettato da tutte le nazioni. L'accordo, basato sullo scenario RCP2.6, prevede di limitare l'incremento del riscaldamento globale a meno di 2 °C rispetto ai livelli pre-industriali, attraverso il raggiungimento di "emissioni zero" di gas serra di origine antropica durante la seconda metà del XXI secolo. Nella versione adottata dell'accordo di Parigi, le parti si impegneranno anche a "proseguire gli sforzi" per limitare l'aumento di temperatura a 1,5 °C. In base a questo obiettivo la situazione "emissioni zero" andrebbe raggiunta tra il 2030 e il 2050. Questa scelta più restrittiva, non vincolante, è basata sulle incertezze legate all'impatto a lungo termine dei cambiamenti climatici secondo lo scenario più restrittivo.



## 4. EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA SICUREZZA ALIMENTARE

I cambiamenti climatici hanno un'alta probabilità di influenzare la sicurezza alimentare a livello globale, regionale e locale, attraverso una riduzione della disponibilità di cibo e rendendone l'accesso e l'utilizzo più difficoltoso. Le popolazioni ricche sono a rischio minore e in alcune regioni nell'emisfero settentrionale potrebbe anche verificarsi un aumento della produttività nel breve termine, grazie all'effetto fertilizzante della CO<sub>2</sub>, e all'aumento di temperatura e precipitazioni. Tuttavia, in uno scenario in cui le emissioni di gas serra rimangono elevate tra il 2050 e il 2100, esiti negativi sono molto probabili ad ogni livello.

### 4.1 Effetti dei cambiamenti climatici sulla disponibilità di acqua dolce

Un aumento della temperatura causerà un aumento della domanda di acqua per la evapotraspirazione delle coltivazioni e questo porterà ad un più rapido esaurimento dell'umidità del terreno<sup>7</sup>. I cambiamenti climatici influenzeranno le precipitazioni e lo scioglimento dei ghiacci, con effetti sulla qualità e la temperatura dell'acqua. L'aumento del livello del mare aumenterà la salinità delle sorgenti di superficie e sotterranee nelle zone costiere. Come conseguenza dei cambiamenti climatici, la disponibilità di acqua dolce aumenterà nelle regioni a clima temperato, ma diminuirà a latitudini più basse, incluse aree in cui l'agricoltura è dominante e dipendente dall'irrigazione, come, ad esempio, l'India, la Cina, o l'Egitto.

### 4.2 Impatto sui sistemi agricoli

I cambiamenti climatici hanno effetti sia diretti sia indiretti sui sistemi di produzione agricola.

#### *Coltivazioni*

Gli effetti sulle coltivazioni, per la maggior parte svantaggiosi, sono evidenti in molte regioni del mondo e dipendono da vari fattori: temperatura, precipitazioni e livello atmosferico di CO<sub>2</sub>. I dati mostrano che i cambiamenti climatici stanno già avendo un impatto negativo a livello globale sui raccolti di grano e mais<sup>8</sup> (**Figura 1**). L'aumento di notti calde in molte regioni danneggiano molte coltivazioni, specialmente la quantità e la qualità dei raccolti di riso. Uno studio recente <sup>9</sup>ha mostrato che entro il 2100 l'impatto dei cambiamenti climatici sui raccolti agricoli per uno scenario con alte emissioni di gas serra varia tra -20% e -45% per il mais, tra -5% e -50% per il grano, tra -20% e -30% per il riso, e tra -30% e -60% per la soia. L'impatto su altre coltivazioni e prodotti ad alto valore nutrizionale (tuberi, vegetali, frutta e altri prodotti ortofrutticoli) è stato studiato molto meno e non ci sono dati consolidati.

I cambiamenti climatici potrebbero aumentare l'impatto dei parassiti, consentendo loro di infestare aree geografiche dove non sono ancora diffusi. Inoltre, le alte temperature potrebbero anticipare la comparsa di alcuni parassiti, come la cavalletta africana, il più pericoloso tra i parassiti migratori.

---

<sup>7</sup> Report of the First Meeting of the Plenary Assembly of the Global Soil Partnership (Rome, 11-12 June 2013). Hundred and Forty-eighth session, Rome, 2-6 December 2013, CL 148/13, Rome.

<sup>8</sup> Lobell, D.B., Schlenker, W. & Costa-Roberts, J. 2011. Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333(6042): 616-620.

<sup>9</sup> Müller, C. & Elliott, J. 2015. The Global Gridded Crop Model intercomparison: approaches, insights and caveats for modelling climate change impacts on agriculture at the global scale. In A. Elbehri, ed. *Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade*. Rome, FAO.

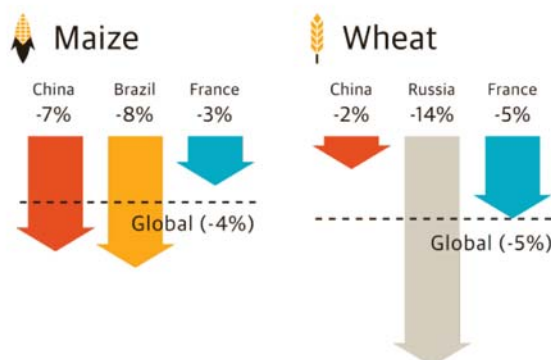
# Climate change, food and farming: 2010s

According to the Fifth Assessment Report of the IPCC, climate change is affecting food and farming now



## It is affecting crop yields

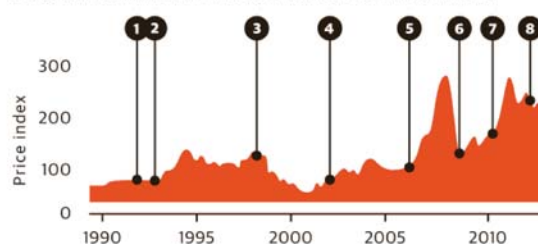
Maize and wheat yields show climate impacts



## It is putting up prices

Recent price spikes for food have been linked to extreme weather events

SEASONAL CLIMATE EXTREMES AND THE FOOD PRICE INDEX



1. Australia wheat. 2. US maize. 3. Russia wheat. 4. US wheat, India soy. Australia wheat. 5. Australia wheat. 6. Argentina maize, soy. 7. Russia wheat. 8. US maize.

**Figura 1.** Effetto dei cambiamenti climatici sulle coltivazioni negli ultimi anni. Fonte: contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (<http://www.ipcc-wg2.gov/>)

## Bestiame

Il 60% circa di quel terzo della popolazione mondiale che basa il proprio sostentamento sull'agricoltura possiede bestiame. Quasi 800 milioni di persone che posseggono bestiame vivono con meno di due dollari americani al giorno<sup>10</sup>. Quello del bestiame è un sotto-settore che sta crescendo rapidamente, con già il 40% del reddito mondiale legato all'agricoltura, ed è un aspetto chiave per la sicurezza alimentare in tutte le regioni. Il 13% delle kilocalorie e il 25% delle proteine consumate a livello globale derivano dal bestiame.

I cambiamenti climatici influenzano la produzione di bestiame in molti modi, sia direttamente sia indirettamente. Gli effetti maggiori riguardano la produttività degli animali, i raccolti di foraggio e coltivazioni per sfamarli, la loro salute e la biodiversità (**Tabella 1**).

## Foreste

Cambiamenti e variabilità del clima stanno minacciando diversi beni cruciali (legno e non) e servizi ambientali legati alle foreste, dai quali circa 1,6 miliardi di persone dipendono completamente o in parte. Il ruolo delle foreste e degli alberi è molteplice e include, tra le altre cose, garantire una fornitura affidabile di acqua pulita, proteggere da frane ed erosioni, provvedere un habitat per animali acquatici e terrestri, fornire vari prodotti per uso domestico o da vendere, e procurare lavoro. Considerando che le risorse forestali contribuiscono direttamente ai

<sup>10</sup> 2011. *Potential effects of climate change on crop pollination*, by M. Kjøl, A. Nielsen & N.C. Stenseth. FAO, Rome.

bisogni di oltre un miliardo degli 1,2 miliardi di persone che vivono in povertà<sup>11</sup>, ci si aspetta che l'impatto dei cambiamenti climatici sulle foreste colpirà più duramente i più poveri.

	Animals	Forages and feed crops	Labour force and capital
Variability in rainfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Shortages in drinking and servicing water</li> <li>- Diseases               <ul style="list-style-type: none"> <li>. Increased pathogens, parasites and vectors</li> <li>. Changed distribution and transmission</li> <li>. New diseases</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreased yields</li> <li>- Decreased forage quality</li> <li>- Changes in pasture composition (species, communities)               <ul style="list-style-type: none"> <li>. Changes in production system (e.g. from mixed crop-livestock to rangelands)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altered human health and resources allocation to livestock</li> <li>- Decreased productivity</li> <li>- Migrations</li> <li>- Conflicts</li> </ul>
Temperature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heat stress               <ul style="list-style-type: none"> <li>. Decreased feed intake and livestock yields</li> <li>. Decreased conception rates</li> <li>. Altered metabolism and increased mortality</li> </ul> </li> <li>- Diseases               <ul style="list-style-type: none"> <li>. distribution and transmission through pathogens, parasites and vectors</li> <li>. Decreased resistance of livestock</li> <li>. New diseases</li> </ul> </li> <li>- Domestic biodiversity losses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreased yields</li> <li>- Decreased forage quality</li> <li>- Change in pasture composition</li> </ul>	
CO <sub>2</sub> in the atmosphere		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Partial stomata closure and reduced transpiration</li> <li>- Change in pasture composition</li> </ul>	

**Tabella 1.** Effetti diretti e indiretti dei cambiamenti climatici sul bestiame<sup>121314</sup>

### *Industria ittica e sistemi di allevamento in acquacoltura*

I cambiamenti climatici, la variabilità del clima e gli eventi climatici estremi stanno minacciando la sostenibilità della pesca e dello sviluppo di allevamenti in acquacoltura in ambienti marini e d'acqua dolce. Gli effetti sono dovuti sia al graduale riscaldamento dell'atmosfera sia ai cambiamenti fisici (temperatura di superficie del mare, correnti oceaniche, intensità delle onde e del vento) e chimici (salinità dell'acqua, concentrazione di ossigeno e acidificazione) ad esso associati<sup>15</sup>. Eventi estremi come alte temperature e cicloni, possono influenzare la capacità di

<sup>11</sup> World Bank. 2002. *Sustaining forests. A World Bank strategy*

(available at [http://siteresources.worldbank.org/INTFORESTS/214573-1113990657527/20632625/Forest\\_Strategy\\_Booklet.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTFORESTS/214573-1113990657527/20632625/Forest_Strategy_Booklet.pdf)).

<sup>12</sup> Thornton, P.K., Van de Steeg, J., Notenbaert, A. & Herrero, M. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 101(3): 113–127.

<sup>13</sup> IUCN. 2010. *Building climate change resilience for African livestock in sub-Saharan Africa*. World Initiative for Sustainable Pastoralism (WISP): a program of IUCN Eastern and Southern Africa Regional Office, Nairobi, March 2010. viii + 48 p

<sup>14</sup> Niang, I., Ruppel, O.C., Abdrabo, M.A., Essel, A., Lennard, C., Padgham, J. & Urquhart, P.

2014. Africa. In V.R. Barros, C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea & L.L. White, eds. *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects*. pp. 1199–1265. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Cambridge University Press.

<sup>15</sup> IPCC. 2013. *Climate change 2013: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J.,

ecosistemi come la barriera corallina e le mangrovie di fornire servizi cruciali per il sostentamento delle persone e la sicurezza alimentare. I cambiamenti climatici e l'assorbimento di CO<sub>2</sub> nei sistemi acquatici continueranno ad innalzare la temperatura dell'acqua, aumentare la stratificazione termica, cambiare la salinità e l'acidificazione degli oceani, mettendo a rischio gli ecosistemi delle barriere coralline, in cui vive il 25% delle specie marine.

### 4.3 Impatto sulla sicurezza alimentare

Come conseguenza dei vari effetti a cascata sopra descritti, i cambiamenti climatici possono influenzare la sicurezza alimentare in tutte le sue quattro dimensioni (**Figura 2**).

#### *Disponibilità*

L'impatto sulle principali coltivazioni è probabilmente l'aspetto più studiato legato alla sicurezza alimentare. Un incremento di 4 o più gradi delle temperature globali, insieme all'aumento della domanda di cibo, costituirebbe un rischio considerevole per la sicurezza alimentare globale e regionale, specialmente alle basse latitudini. Tutti gli scenari analizzati concordano sul fatto che la quantità e la qualità dei raccolti saranno maggiormente colpite nelle regioni tropicali, con effetti proporzionali all'incremento di temperatura. Quindi, le conseguenze peggiori si avranno in aree già oggi carenti dal punto di vista della sicurezza alimentare. La limitazione principale di questi studi, come accennato precedentemente, è che considerano solamente le coltivazioni principali (mais, grano, soia e riso). La disponibilità di alimenti acquatici sarà variabile, aumentando e diminuendo in base a cambiamenti negli habitat, alle rimanenze di magazzino, e alla distribuzione delle specie. È previsto che la disponibilità di pesce marino nella cintura tropicale e lungo le regioni costiere diminuirà sostanzialmente<sup>16</sup>. I cambiamenti climatici influenzano anche la produzione di bestiame indirettamente, attraverso modifiche dell'incidenza di malattie e parassiti, della qualità e quantità di foraggio e altre coltivazioni da pascolo.

La lavorazione, il confezionamento, lo stoccaggio, il commercio e il trasporto del cibo sono prerequisiti affinché il cibo possa raggiungere i consumatori finali. L'influenza dei cambiamenti climatici su quali coltivazioni sono prodotte e dove nel mondo ha un impatto sul luogo dove il cibo viene immagazzinato, sulle strutture per la lavorazione e il confezionamento, nonché sulle infrastrutture per il trasporto del cibo dal produttore al consumatore, o all'ingrosso. Temperature più alte richiedono maggiore capacità di raffreddamento per la verdura e la frutta fresca, che risulta in un consumo e una spesa energetica più alti. Le temperature e gli eventi climatici estremi influenzano direttamente i sistemi di trasporto (e.g., strade allagate, burrasche in mare, ecc...) e possono danneggiare le reti di distribuzione di cibo deperibile.

#### *Accesso*

Esistono solo pochi modelli che studiano l'impatto dei cambiamenti climatici sul numero globale di persone affamate o malnutrite. Il *Fourth Assessment Report* dell'IPCC (2007<sup>17</sup>) ha stimato che, in

---

Boschung, A., Nauels, Y., Xia, V., Bex & P.M., Midgley, eds. Cambridge, UK, and New York, USA, Cambridge University Press. 1535 p

<sup>16</sup> Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Sarmiento, J.L., Kearney, K., Watson, R., Zeller, D. & Pauly, D. 2010. Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, 16,: 24–35.

<sup>17</sup> Yohe, G.W., Lasco, R.D., Ahmad, Q.K., Arnell, N.W., Cohen, S.J., Hope, C., Janetos, A.C., Perez, R.T., Brenkert, A., Burkett, V., Ebi, K.L., Malone, E.L., Menne, B., Nyong, A., Toth, F.L. & Palmer, G.M. 2007. Perspectives on climate change and sustainability. In M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson, eds. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*, pp. 811–841, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York, Cambridge University Press.

base a quale scenario si considera, entro il 2080 ci saranno tra 200 e 600 milioni di persone in più che soffriranno la fame. I rischi legati ai cambiamenti climatici non riguardano solo la produzione di cibo, ma anche l'abilità delle persone povere di avere un reddito sufficiente ad acquistare cibo, le fluttuazioni dei mercati, gli effetti sui sistemi di fornitura e stoccaggio, gli effetti sulla stabilità dei redditi da agricoltura e il contenuto nutrizionale del cibo. Le persone maggiormente a rischio, oltre ai poveri, sono quelle il cui sostentamento dipende prevalentemente dall'agricoltura e/o altre risorse naturali. I cambiamenti climatici metteranno particolarmente a rischio le popolazioni indigene, che dipendono dall'ambiente e della sua biodiversità per la propria sicurezza alimentare. Secondo i dati dell'*International Fund for Agricultural Development* (IFAD), almeno il 70% della popolazione più povera vive in aree rurali e dipende quasi esclusivamente dall'agricoltura per il proprio sostentamento, e in parte dalle foreste. E' stimato che tra 680 e 820 milioni di persone (lavoratori e loro famiglie) dipendono totalmente o in parte dalla pesca, dell'acquacoltura e dalle industrie associate come fonte di reddito e supporto<sup>18</sup>. L'impiego e vendita di prodotti forestali, incluso legnami, combustibile e altri prodotti non legati al legno, forniscono una fonte di reddito aggiuntivo che potrebbe essere usato dalle famiglie in aree rurali per acquistare cibo.

### Utilizzo

Il potenziale impatto dei cambiamenti climatici sulla nutrizione è stato studiato molto poco. Per via dell'incremento e della volatilità dei prezzi, ci saranno effetti sul sostentamento e il reddito dei piccoli produttori di cibo e dei consumatori più poveri, che saranno costretti a ridurre la qualità e la quantità di cibo consumato. I cambiamenti climatici molto probabilmente ridurranno le spese sanitarie delle famiglie, con effetti potenziali sulla nutrizione.

In alcune regioni del mondo ci potrebbe essere una riduzione della produzione e del consumo di alcuni cibi che oggi giocano un ruolo chiave nella dieta delle popolazioni rurali e indigene che vi abitano, come il pesce, la frutta, i vegetali e i cibi selvatici. Alcuni studi evidenziano anche possibili cambiamenti nella qualità del cibo (minore concentrazione di proteine e minerali come zinco e ferro) a causa dell'elevata concentrazione di CO<sub>2</sub>, in particolare per le farine di grano e cereali. I cambiamenti climatici dovrebbero anche peggiorare la qualità dell'acqua, aggravando il rischio di malattie che diminuiscono l'assorbimento del cibo (e.g., diarrea). Ci si aspetta anche un impatto sulla sicurezza del cibo, in particolare riguardo all'incidenza e la prevalenza di malattie trasportate dal cibo. Micotossine e residui di pesticidi sono stati identificati<sup>19</sup> tra i problemi importanti legati ai cambiamenti climatici in Europa. Ci si aspetta anche un aumento dello spreco di cibo, oggi intorno al 30%-50% della produzione globale di cibo, come risultato di attività sensibili al clima durante stoccaggio, lavorazione e imballaggio.

### Stabilità

L'aumento della variabilità del clima, la crescita della frequenza e dell'intensità degli eventi climatici estremi, come pure gli altri cambiamenti gradualmente, influenzeranno la stabilità, l'accesso e l'utilizzo delle scorte di cibo. La stabilità subirà l'impatto del cambiamento delle stagioni, dell'aumento delle fluttuazioni della produttività degli ecosistemi, del maggior rischio e minore predicibilità delle forniture di cibo. Questi fattori potrebbero avere un effetto negativo anche sulla filiera di distribuzione del cibo e sul prezzo al dettaglio. L'accesso economico al cibo sarà

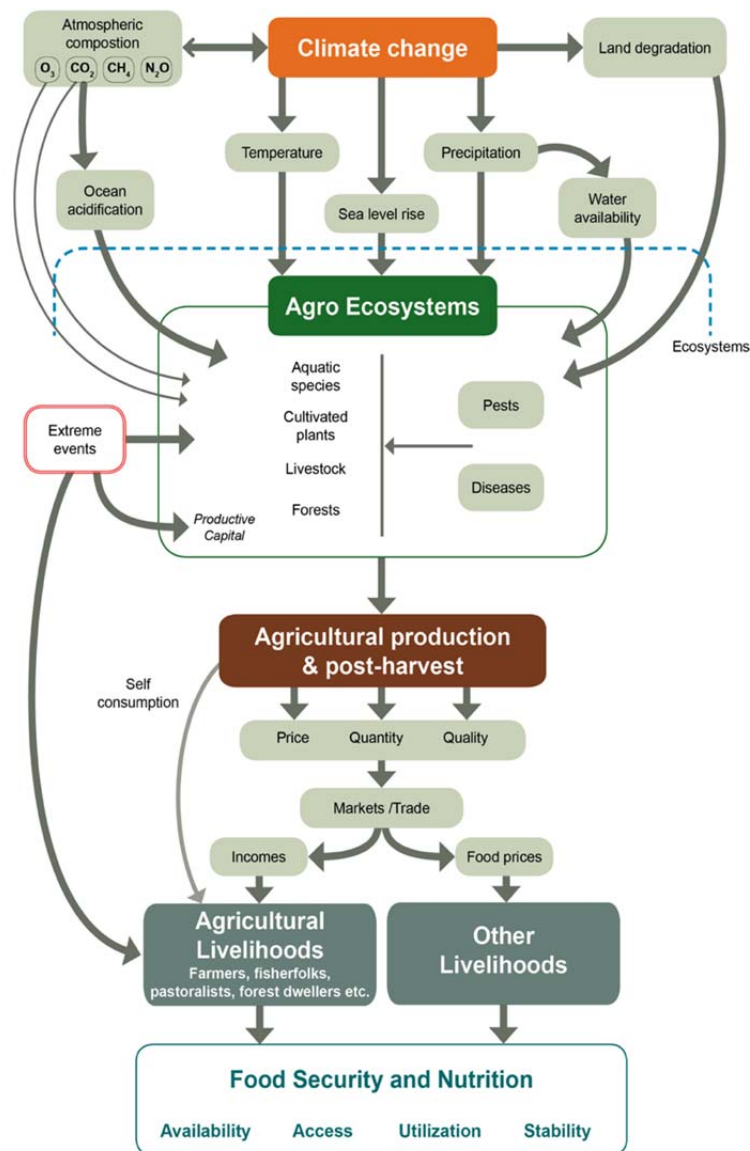
---

<sup>18</sup> HLPE. 2014. *Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome 2014.

<sup>19</sup> Miraglia, M., Marvinb, H.J.P., Kleterb, G.A., Battilanic, P., Breraa, C., Conia, E., Cubaddaa, F., Crocia, L., De Santisa, B., Dekkersd, S., Filippic, L., Hutjese, R.W.A., Noordamb, M.Y., Pisantef, M., Pivac, G., Prandinic, A., Totia, L., van den Born, G.J. & Vespermannh, A. 2009. Climate change and food safety: an emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology*, 47(5): 1009–1021.

minacciato dalla volatilità dei prezzi e dall'irregolarità del reddito di persone che dipendono dall'agricoltura per il proprio sostentamento.

Tipi di cibo legati alla foresta, inclusi la cacciagione e le piante commestibili, sono fonti di proteine e micronutrienti cruciali per la nutrizione delle persone in molte regioni. Sono particolarmente importanti quando c'è scarsità di cibo, quindi la dipendenza da questi alimenti potrebbe aumentare dove i cambiamenti climatici danneggiano la produzione di coltivazioni e bestiame. In aggiunta a quanto detto riguardo all'impatto sulla nutrizione, va ricordato che siccità e alluvioni influenzano duramente l'affidabilità delle forniture di acqua potabile.



**Figura 2.** Rappresentazione schematica degli effetti dei cambiamenti climatici sulla sicurezza alimentare. Una serie di effetti fisici, biologici e biofisici coinvolgono gli ecosistemi e gli agrosistemi, con conseguenze sulla produzione agricola. Questo influenza quantità, qualità e prezzi, con ripercussioni sul reddito degli agricoltori e sul potere di acquisto dei consumatori. La catena di effetti coinvolge tutte e quattro le dimensioni della sicurezza alimentare (disponibilità, accesso, utilizzo e stabilità).

## 5. ALTRI FATTORI CHE INFLUENZANO LA SICUREZZA ALIMENTARE

L'aumento della popolazione mondiale e dell'urbanizzazione modificheranno stili di vita e modelli di consumo. Oltre ad imponenti infrastrutture per trasporto, conservazione ed uso di grandi quantità di cibo, serviranno nuove politiche del reddito per garantire l'accesso al cibo ai più poveri. Crescita economica e riduzione della povertà avranno ruoli fondamentali per la sicurezza alimentare, ma serviranno anche azioni politiche e strumenti fiscali per ottimizzare il consumo di alimenti nutrienti per evitare gli effetti negativi della crescita economica sull'alimentazione.

### *Urbanizzazione*

Entro il 2050 la popolazione mondiale raggiungerà i 9,6 miliardi, rispetto ai 7,3 miliardi del 2015. Quasi tutto l'aumento di popolazione si verificherà nei paesi in via di sviluppo, soprattutto in Africa sub-sahariana e sud-est asiatico. Il tasso d'urbanizzazione continuerà a crescere e circa il 70% della popolazione mondiale vivrà in centri urbani (rispetto al 49% oggi). L'urbanizzazione porterà delle modifiche a stili di vita e modelli di consumo, che saranno accentuati dalla prevista crescita economica nei prossimi decenni.

L'urbanizzazione comporterà anche una crescente domanda per *street-food* e cibi semilavorati o *ready-to-eat*, che necessitano di un'imponente struttura logistica per la distribuzione. L'accesso al cibo, anche per la popolazione urbana più povera, dipenderà direttamente dalla disponibilità di denaro, data l'assenza di terra coltivabile utilizzata per il sostentamento domestico. Politiche economiche finalizzate a garantire la disponibilità di un reddito minimo saranno necessarie per soddisfare le esigenze alimentari di base dei più poveri.

Un altro aspetto non secondario dell'urbanizzazione sarà una redistribuzione delle riserve idriche da scopi agricoli ad uso urbano dato che la domanda per acqua potabile aumenterà considerevolmente per soddisfare la domanda di una popolazione urbana in crescita. La sicurezza alimentare negli ambienti urbani dipenderà non solo dalla situazione igienica, ma anche da un'imponente infrastruttura che supporti i bisogni logistici legati a trasporto, conservazione ed uso di grandi quantità di cibo che transiteranno ogni giorno nei centri urbani.

È stimato che la maggiore crescita di popolazione si avrà nelle città costiere dell'Africa e dell'Asia. In mancanza di piani regolatori basati su uno sviluppo urbano sostenibile, c'è il rischio che i poveri restino marginalizzati ai bordi di megalopoli, con misure igienico sanitarie inadeguate, ed in aree più soggette a cambiamenti climatici, quali inondazioni, precipitazioni cospicue ed innalzamento del livello del mare.

### *Crescita economica*

Le proiezioni di crescita economica sono soggette ad una notevole incertezza. Le ultime stime disponibili indicano un tasso medio annuo di crescita del PIL del 2,9% durante il periodo tra il 2005 e il 2050, con una crescita dell'1,6% per i paesi ad alto reddito e del 5,2% per i paesi in via di sviluppo, con crescenti disuguaglianze all'interno dei paesi e tra i vari paesi in via di sviluppo.

La crescita economica dovrà avvalersi di misure economiche e politiche per alleviare permanentemente la povertà. La riduzione della povertà giocherà un ruolo fondamentale nel determinare la sicurezza alimentare. In questo contesto è incoraggiante notare che il declino secolare della povertà globale si è intensificato negli ultimi decenni con casi illustri come quelli registrati in Cina e in diversi altri grandi paesi come Indonesia, India, Pakistan, Brasile, Messico e Sud Africa. Caso opposto è quello dell'Africa sub-sahariana dove si è osservato un considerevole

aumento del numero di persone che vivono in povertà assoluta, e dove le politiche di sviluppo economico che sono riuscite ad ottenere solamente una minima diminuzione del tasso di povertà.

In una delle ultime pubblicazioni su *Lancet*, una rivista scientifica leader nel campo della salute globale, si apprende che un aumento del 10% della crescita economica ridurrebbe la malnutrizione cronica di solo il 6%. Questa asimmetria illustra che la crescita economica di per sé non risolverà il problema della malnutrizione cronica, che è una variabile fondamentale in qualsiasi strategia per la sicurezza alimentare.

In secondo luogo, sappiamo che la crescita economica può avere effetti negativi sull'alimentazione. Ad esempio, un aumento del 10% della crescita economica è correlato con un aumento del 7% dell'obesità tra donne. L'aumento dell'obesità che sta crescendo enormemente nei paesi in via di sviluppo è da collegare al cambiamento della dieta (con una maggiore disponibilità di cibo spazzatura) e alla mancanza di attività fisica. Questo dimostra la natura critica di politiche intersettoriali e strumenti fiscali per ottimizzare il consumo di alimenti nutrienti e ridurre al minimo l'uso di alimenti che causano l'obesità, un'altra forma comune di malnutrizione.



## 6. SICUREZZA ALIMENTARE TRA 30 ANNI

I cambiamenti climatici e la produzione di biocarburanti rappresentano i principali rischi per la sicurezza alimentare tra 30 anni. La produzione alimentare dovrà aumentare del 70% entro il 2050 per sfamare una popolazione sempre più numerosa. Sarà necessario aumentare la resa delle colture cerealicole, adattare l'agricoltura ai cambiamenti climatici, aumentare il consumo di altri alimenti (frutta, carne, pesce, ecc...) e diminuire l'utilizzo di colture alimentari per biocarburanti.

Al fine di alimentare una popolazione più numerosa, più urbana e più ricca, la produzione alimentare (al netto di cibo utilizzato per i biocarburanti) dovrebbe aumentare del 70% entro il 2050. Sarà necessario incrementare la produzione di cereali fino a 3 miliardi di tonnellate rispetto ai 2,1 miliardi di oggi e quella annua di carne di oltre 200 milioni di tonnellate per raggiungere 470 milioni di tonnellate.

Nei paesi in via di sviluppo, l'80% degli aumenti di produzione necessaria sarebbe determinato dall'aumento di rendimento e intensità di sfruttamento e solo il 20% da espansione di terreno arabile. Tuttavia, il tasso di crescita delle rese delle principali colture cerealicole è sceso dal 3,2% all'anno nel 1960 a 1,5% nel 2000. La sfida per la tecnologia è di invertire questo declino della resa per la maggior parte delle colture cerealicole al fine di soddisfare i bisogni alimentare nei prossimi trent'anni. In aggiunta, le quote di verdura, frutta, carne, latticini e pesce dovrebbero aumentare rispetto ad oggi.

I cambiamenti climatici e la produzione di biocarburanti rappresentano i principali rischi per la sicurezza alimentare a lungo termine. Sebbene i paesi dell'emisfero meridionale non siano i principali responsabili del cambiamento climatico, questi saranno più soggetti alle conseguenze in forma di calo dei rendimenti dei raccolti e una maggiore frequenza di eventi meteorologici estremi. Alcuni studi stimano che i cambiamenti climatici in Africa fino al 2080-2100 potrebbero diminuire la produzione agricola tra il 15% e il 30%. Quindi saranno necessari interventi per adattare l'agricoltura ai cambiamenti climatici e mitigare gli effetti dannosi.

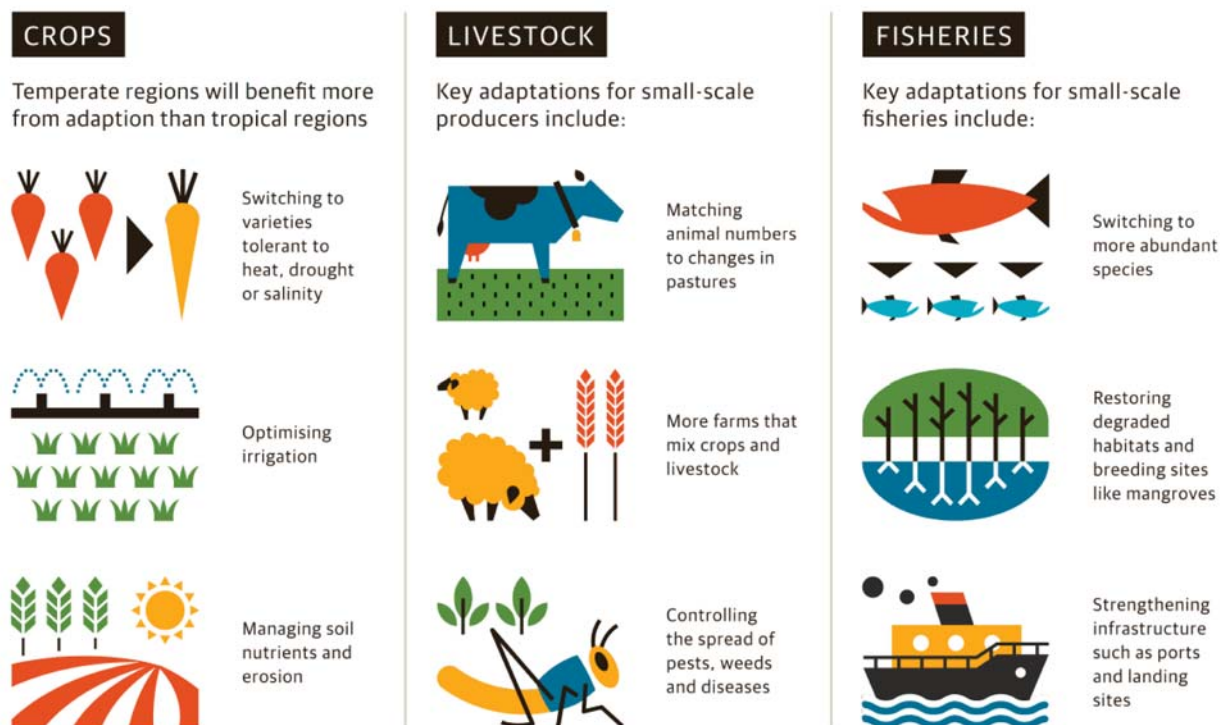
La produzione di biocarburanti basata su prodotti agricoli di base è più che triplicata dal 2000 al 2008. Nel 2007-08 l'uso totale di cereali secondari per la produzione di etanolo ha raggiunto 110 milioni di tonnellate, circa il 10% della produzione globale. Un maggiore utilizzo di colture alimentari per la produzione di biocarburanti potrebbe avere gravi implicazioni per la sicurezza alimentare. Recenti stime dimostrano che una continua e rapida espansione della produzione di biocarburanti fino al 2050 diverrebbe responsabile per circa 4,7 milioni di bambini malnutriti in Africa e sud est asiatico. Servono quindi politiche globali che promuovano la coltivazione dei prodotti agricoli per uso alimentare e limitino i rischi connessi alla produzione di biocarburanti.

Gli impatti su vasta scala dei cambiamenti climatici sulla produzione alimentare sono ben compresi con una variazione negativa globale sul rendimento del raccolto previsto entro il 2050. Si stima che la temperatura media globale della superficie terrestre sia destinata ad aumentare entro il 2100 tra 1,8 °C e 4,0 °C. Per ogni aumento di 1 °C di temperatura notturna durante il periodo critico di crescita del raccolto, il rendimento del riso potrebbero diminuire del 10%. Tali modifiche avranno più o meno gravi ripercussioni su tutti le componenti della sicurezza alimentare. Tuttavia, non ci sono studi che dimostrino in maniera conclusiva le implicazioni dei cambiamenti climatici sulla sicurezza alimentare e l'evidenza finora disponibile ha un forte focus sulla produzione, mentre l'impatto sulle altre componenti della sicurezza alimentare non è stato studiato a fondo.

## 7. IMPATTO DEI SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS SULLA SICUREZZA ALIMENTARE

Tra gli obiettivi dei *Sustainable Development Goals* vi è quello di eliminare ogni forma di fame e malnutrizione entro il 2030, assicurando la sicurezza alimentare a tutte le persone, specialmente i bambini e i più vulnerabili. Questo richiederà, tra le altre cose, il raddoppio della produttività agricola, sistemi sostenibili per la produzione di cibo, un aumento degli investimenti in infrastrutture rurali, ricerca agraria, sviluppo tecnologico e banche genetiche, e soluzioni per assicurare il funzionamento corretto dei mercati agricoli e alimentari.

Il 25 settembre 2015, durante il *Sustainable Development Summit* all'ONU, i leader mondiali hanno sottoscritto l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, un programma d'azione che include 17 *Sustainable Development Goals* (SDGs) per eliminare la povertà, combattere l'ineguaglianza e l'ingiustizia e contrastare i cambiamenti climatici entro il 2030. L'obiettivo del SDG n.2 (vedi box informativo) è di eliminare ogni forma di fame e malnutrizione, e assicurare la sicurezza alimentare a tutte le persone, specialmente i bambini e i più vulnerabili. Questo comporta il promuovere un'agricoltura sostenibile che migliori il sostentamento e la capacità produttiva dei piccoli coltivatori, consentendo loro un accesso paritario a terreni, tecnologia e mercati.



**Figura 3.** Possibili meccanismi di adattamento ai cambiamenti climatici. Fonte: contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (<http://www.ipcc-wg2.gov/>)

Le azioni concrete che si svilupperanno a partite dei SDGs dovranno comunque fare i conti con i cambiamenti climatici, che da qui al 2030 continueranno ad avere un impatto serio sull'agricoltura e il cibo. Questo comporterà la messa in atto di misure di adattamento che riducano rischi e vulnerabilità (**Figura 3**). Le proiezioni prevedono che questi accorgimenti potranno aumentare il raccolto di cereali tra il 15% e il 18%, con benefici maggiori nelle regioni temperate che in quelle tropicali. I benefici variano anche a seconda delle soluzioni: cambiare il tipo di coltivazioni porterebbe ad un beneficio medio del 23%, a confronto del 3% per l'ottimizzazione dell'irrigazione, o l'1% legato ad un aumento dell'uso dei fertilizzanti. Questo suggerisce che andrebbero prioritizzati gli investimenti nelle banche genetiche e nella creazione di nuovi tipi di coltivazioni che resistano al caldo e alla siccità. Altre misure di adattamento con benefici dimostrabili includono interventi per rendere più efficiente la raccolta dell'acqua, e la diversificazione di attività agricole e non, per ridurre l'esposizione ai rischi legati al clima. Anche se gli investimenti in ricerca e sviluppo in ambito agrario continuano ad essere uno degli investimenti più produttivi, con tassi di rendimento tra il 30% e il 75%, questi sono stati trascurati nella maggior parte dei paesi in via di sviluppo.

Vari meccanismi di adattamento sono possibili per la produzione di bestiame. Interventi chiave per i piccoli produttori includono coordinare la densità del pascolo con la produzione di pastura, passare a specie più idonee, modificare l'uso dell'acqua a seconda della disponibilità di foraggio, gestire la qualità della dieta degli animali, la rotazione delle coltivazioni da pascolo, cambiare l'equilibrio tra bestiame e coltivazioni nei sistemi agricoli, monitorare e gestire la diffusione di parassiti, erbacce e malattie. È previsto che la combinazione di due o più di questi meccanismi funzioni meglio del focalizzarsi su un singolo intervento.

I cambiamenti nella quantità e qualità di acqua avranno conseguenze notevoli per la pesca e l'allevamento in acquacoltura. Per esempio, l'acidificazione degli oceani avrà un impatto negativo sulla formazione del guscio dei molluschi, che costituiscono il 24% della produzione in acquacoltura globale. Le misure di adattamento in questo settore richiedono modifiche sia tecniche, sia a livello istituzionale. Possibili interventi includono un miglioramento dei mangimi, l'allevamento di nuove specie che tollerino calore e acidità dell'acqua, e una migliore selezione dei siti per gli allevamenti. Per le piccole industrie ittiche, interventi chiave potrebbero essere il passare a specie più abbondanti, il risanamento di habitat degradati, lo sviluppo di sistemi di avvertimento per gli eventi climatici, il rafforzamento delle infrastrutture, come porti e approdi, la creazione di nuovi modelli assicurativi e il migliorare l'efficienza nell'adattarsi a rapidi cambiamenti dei regolamenti amministrativi.

Altri interventi di adattamento del sistema agroalimentare potrebbero riguardare l'ottimizzazione della lavorazione del cibo, dell'imballaggio e stoccaggio, nonché delle reti di distribuzione dei prodotti finiti. Probabilmente il più controverso tra i possibili interventi è il ricorso all'uso di organismi geneticamente modificati (OGM).

## 8. CONCLUSIONI

I cambiamenti climatici stanno già influenzando e lo faranno sempre di più la sicurezza alimentare e la nutrizione. Alterando i sistemi agro-alimentari, hanno un impatto negativo sulla produzione agricola globale, sulle persone e i paesi che dipendono da essa, e, infine, anche sui consumatori, attraverso una maggiore volatilità dei prezzi. Gli effetti sulla sicurezza alimentare e sulla nutrizione sono il risultato dei cambiamenti climatici stessi e della vulnerabilità dei sistemi alimentari. Possono essere descritti come effetti a cascata che partono dal clima e hanno conseguenze in ambito biofisico, economico, sociale, fino ad interessare la sicurezza alimentare ad ogni livello. Sebbene esistano molti modelli predittivi con scenari futuri diversi, si possono trarre alcune conclusioni di carattere generale:

- I primi a percepire gli effetti dei cambiamenti climatici e a percepirli con maggiore intensità, saranno le popolazioni più povere, il cui sostentamento dipende principalmente dal settore agricolo ed è quindi più vulnerabile.
- I primi e i principali effetti saranno una riduzione dell'accesso e della stabilità del cibo nelle regioni più vulnerabili.
- La chiave per ridurre l'impatto dei cambiamenti climatici sulla sicurezza alimentare è la riduzione della vulnerabilità.

I sistemi agricoli in diverse regioni del mondo dovranno adattarsi, ad esempio variando i tipi di coltivazione in base al cambiare della temperatura. I recenti SDGs contengono un numero significativo di obiettivi interconnessi legati all'agricoltura e il cibo, che nei prossimi anni dovrebbero trasformarsi in azioni concrete per ottenere e garantire la sicurezza alimentare per tutti.

### Box 1. Obiettivi del *Sustainable Development Goal* (SDG) n.2

- Entro il 2030, eliminare la fame e garantire per tutto l'anno l'accesso ad una quantità sufficiente di cibo sicuro e nutriente per tutte le persone, specialmente i poveri e quelli che vivono in condizioni di vulnerabilità, inclusi i neonati.
- Entro il 2030, eliminare ogni forma di malnutrizione, anche attraverso il raggiungimento, entro il 2025, degli obiettivi concordati sul rachitismo e deperimento di bambini sotto ai 5 anni, e affrontare le esigenze nutrizionali di ragazze adolescenti, donne durante la gravidanza e l'allattamento, e anziani.
- Entro il 2030, raddoppiare la produttività agricola e i redditi dei piccoli produttori di cibo, in particolare donne, indigeni, famiglie di coltivatori, pastori, pescatori, garantendo loro l'accesso sicuro ed egualitario a terreni, altre risorse produttive, conoscenza, servizi finanziari, mercati e altri lavori non legati all'agricoltura.
- Entro il 2030, assicurare che ci siano sistemi sostenibili per la produzione di cibo e implementare pratiche agricole resistenti e flessibili, che aumentino produttività e produzione, aiutino a preservare gli ecosistemi, rafforzino la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, eventi meteorologici estremi, siccità, alluvioni e altri disastri, e migliorino progressivamente la qualità dei terreni e del suolo.
- Entro il 2020, preservare la diversità genetica delle sementi, delle piante coltivate, degli animali allevati e domestici e delle corrispondenti specie selvatiche, attraverso banche dei semi e delle piante, gestite a livello nazionale, regionale e internazionale, e promuovendo l'accesso e una condivisione equa dei benefici derivanti dall'utilizzo di risorse genetiche e conoscenza tradizionale.
- Aumentare gli investimenti, anche attraverso l'intensificazione della cooperazione internazionale, in infrastrutture rurali, ricerca agraria, sviluppo tecnologico e banche genetiche per piante e bestiame, al fine di potenziare la capacità produttiva dell'agricoltura in Paesi in via di sviluppo, in particolare nei Paesi meno sviluppati.
- Correggere e prevenire restrizioni e distorsioni nei mercati agricoli mondiali, anche attraverso l'eliminazione in parallelo di tutte le forme di sussidi all'esportazione di prodotti agricoli e altre misure equivalenti per l'export, secondo quanto stabilito dall'agenda del *Doha Development Round*.
- Adottare soluzioni per assicurare il funzionamento corretto dei mercati dei prodotti alimentari e dei suoi derivati, per facilitare l'accesso tempestivo alle informazioni di mercato, anche riguardo alle riserve di cibo, al fine di limitare situazioni di volatilità estrema dei prezzi del cibo.

Fonte: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/>

## Box 2. Organismi Geneticamente Modificati (OGM)

Molti paesi sviluppati hanno adottato il sistema GM (*Genetically Modified*) per aumentare la produttività alimentare. Il vantaggio di usare organismi geneticamente modificati (OGM) è la loro resistenza ad agenti patogeni, al freddo, la tolleranza alla siccità, la resistenza ai pesticidi, e le maggiori proprietà nutrizionali.

Uno dei temi più rilevanti legati all'introduzione degli OGM è la loro sicurezza alimentare. L'opinione pubblica teme che l'uso degli OGM in ambito agroalimentare possa comportare rischi per l'ambiente o per la salute umana e animale. In ambito scientifico c'è invece ampio consenso nel ritenere che i cibi OGM non presentino rischi maggiori di quanti ne presentino i cibi convenzionali, perché nessuno studio ha fino ad ora dimostrato il contrario.

I dibattiti in corso riguardano soprattutto il settore agroalimentare, mentre nel settore farmaceutico e industriale gli OGM sono ampiamente accettati. Soprattutto in Europa, questi dibattiti ruotano quasi sempre intorno a motivazioni politiche e commerciali, piuttosto che scientifiche. Tra i temi più dibattuti vi sono la legittimità di brevettare sequenze genetiche e OGM, una pratica permessa in gran parte dei paesi sviluppati e impegnati nella ricerca genetica, e le implicazioni bioetiche legate all'uso di animali ingegnerizzati per fini sperimentali.

La maggior parte delle coltivazioni geneticamente modificate si trovano in Stati Uniti, Canada, Sud America (Argentina, Brasile e Paraguay), India, Cina, e Sud Africa. In alcune nazioni europee (Francia, Spagna, Portogallo, Polonia, Germania, Slovacchia, Repubblica Ceca e Romania) è permesso coltivare piante transgeniche, mentre in altre (Austria e Grecia) è vietato. Diversa è la situazione in Italia, Regno Unito, Danimarca, Svezia, Finlandia, Ungheria e Slovenia, dove la legge proibisce la coltivazione di piante OGM ma non la loro importazione.

In molti paesi del mondo esiste un quadro di riferimento normativo per garantire la biosicurezza degli OGM, ossia il rispetto dei necessari livelli di sicurezza ambientale, per la salute umana e animale. Negli Stati Uniti, dal 2013, esiste una legge che proibisce ai giudici federali di introdurre un qualsiasi divieto di vendita per OGM. In Europa il contesto normativo sugli OGM, basato sul principio di precauzione, è complesso e coinvolge regolamenti per l'autorizzazione e l'etichettatura/tracciabilità degli alimenti e dei mangimi costituiti o derivati da OGM, e direttive sulla coesistenza tra colture OGM e convenzionali.

Uno dei timori è che le piante geneticamente modificate si comportino come specie invasive, affermandosi nell'ecosistema a danno di altre specie e varietà. Un altro problema è legato alla complementarità tra innovazione biologica e innovazione chimica che andrebbe a rafforzare un modello di agricoltura intensiva con alto uso di prodotti chimici, mentre in Europa si sta cercando di favorire di un modello tecnico agricolo più ecocompatibile.

## 9. AUTORI

### **Riccardo Lattanzi, PhD**

Associate Professor of Radiology, Electrical and Computer Engineering  
Director for training, Center for Advanced Imaging Innovation and Research (CAI<sup>2</sup>R)  
*New York University*  
New York – U.S.A.

Gli interessi di ricerca di Riccardo Lattanzi sono all'intersezione tra la fisica, l'ingegneria e la medicina. In particolare, Riccardo studia i principi fondamentali coinvolti nell'interazione dei campi elettromagnetici a radiofrequenze con i tessuti biologici, con lo scopo di sviluppare nuove tecnologie per aumentare il potere diagnostico della risonanza magnetica per immagini. Nel corso della sua carriera ha vinto l'ISMRM I.I. Rabi Young Investigator Award, ha ricevuto l'NSF CAREER Award, una borsa di studio Fulbright, è stato selezionato come Aspen Junior Fellow dall'Aspen Institute Italia e Young Leader dal Consiglio per le relazioni tra Stati Uniti e Italia. Ha conseguito la laurea in ingegneria elettronica presso l'Università di Bologna, il master in ingegneria elettronica e informatica presso il MIT e il PhD in ingegneria biomedica presso la Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology.

### **Alessandra Luchini, PhD**

Associate Professor, Center for Applied Proteomics and Molecular Medicine  
*George Mason University*  
Fairfax – U.S.A.

Alessandra Luchini svolge attività di ricerca nell'ambito della diagnosi precoce di tumori mediante l'utilizzo di nanotecnologie innovative e nello sviluppo di nuovi farmaci per l'abolizione delle interazioni proteina-proteina. Alessandra è socio fondatore e Science Director di Ceres Nanosciences, azienda che ha lanciato sul mercato un nuovo test diagnostico per il morbo di Lyme basato sui nano-captatori. La sua ricerca è stata segnalata dalla rivista *Popular Science* tra le migliori 10 degli Stati Uniti nel 2011 per i giovani ricercatori ed è stata insignita di premi internazionali tra cui il Premio Award 2009 e The EUWIIN Gold Innovation in Science Award 2009. Alessandra Luchini ha conseguito all'Università di Padova la Laurea in Ingegneria Chimica (2001) e il Dottorato in Bioingegneria (2005).

### **Marisa Roberto, PhD**

Professor, Committee On The Neurobiology Of Addictive Disorders  
*The Scripps Research Institute*  
New York University  
La Jolla – U.S.A.

Marisa Roberto è Professore Ordinario e membro del Committee on the Neurobiology of Addictive Disorders allo Scripps Research Institute. Ha ricevuto il Dottorato di Ricerca presso l'Università di Pisa. La sua ricerca studia la fisiologia cellulare dell'amigdala: Marisa ha identificato importanti cambiamenti indotti dall'esposizione acuta e cronica ad alcool e sostanze d'abuso (cannabinoidi, sedativi, nicotina, cocaina, ecc.) nell'attività neuronale, sia inibitoria che eccitatoria. Nel 2005 Marisa Roberto ha vinto il premio Young Investigator Award dalla Società di Ricerca dell'Alcolismo e nel 2010 alla Casa Bianca ha incontrato il Presidente Barak Obama e ricevuto il Presidential Early Career Awards for Scientists and Engineers (PECASE). Il PECASE è il premio più prestigioso conferito dal Governo degli Stati Uniti a giovani ricercatori allo stadio

iniziale della loro carriera di ricerca. Ha inoltre ricevuto il Cavaliato per Merito, il più alto onore della Repubblica, dal Presidente della Repubblica Italiana.

**Fabio Scano, MD**

Head, Disease Control and Pharmaceuticals

*World Health Organization*

Beijing – Cina

Fabio Scano, specialista in malattie infettive, TBC e AIDS, è attualmente responsabile del controllo delle malattie infettive e croniche presso la sede dell'Organizzazione Mondiale della Sanità a Pechino, dove svolge anche attività di consulenza per il Ministero della Salute e l'Agenzia dei Farmaci cinese. Nel 2011 L'Università di Yale gli ha conferito il titolo di Yale World Fellow.