

# La risorsa alimentare globale e la capacità della scienza di superare i limiti attuali: Malthus ha ancora torto?

Giuseppe Zerbi, Paolo Ceccon

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università di Udine

## Abstract

More than two centuries ago, T.R. Malthus postulated the human reproductive capacity being higher than the earth's feeding capacity. As last decades' population growth proved Malthus theory wrong, experts agree that this can be attributed to the application of technology in agriculture, leading to a significant enhancement of unit yields (first green revolution). However, heavy social and environmental costs were paid to reach such stunning achievements; moreover, they have seemingly gained a steady level, owing to increasing pressure of several limiting factors (e.g., soils, water, and nutrients availability; global change, etc.). Malthus prediction is therefore still relevant when trying to match population growth and food availability: the time seems ripe to launch a second green revolution, focused on low-impact, easily accessible technologies.

## Riassunto

Più di due secoli fa, T.R. Malthus postulava che la capacità riproduttiva dell'uomo fosse assai maggiore della capacità della terra di nutrirlo. Se la crescita della popolazione umana negli ultimi decenni ha smentito l'ipotesi malthusiana, ciò è essenzialmente dovuto allo sviluppo e alla diffusione delle tecnologie applicate all'agricoltura, che

hanno consentito un incremento significativo delle produzioni unitarie (prima rivoluzione verde). Tali successi, ottenuti non senza rilevanti costi sociali e ambientali, sembrano tuttavia aver raggiunto il loro limite superiore a causa della crescente incidenza di numerosi fattori limitanti (disponibilità di suoli fertili, acqua e nutrienti, cambiamenti del clima, etc.). Il problema posto da Malthus si ripropone dunque con drammatica attualità nel tentativo di conciliare incremento demografico e disponibilità alimentare. Sembrano maturi i tempi per il lancio di una seconda rivoluzione verde, che utilizzi tecnologie a basso impatto e facilmente accessibili da parte delle popolazioni più povere del pianeta.

## La crescita della popolazione umana

Nel 1798 Thomas Malthus affermò che la capacità di riproduzione dell'uomo era infinitamente maggiore della capacità della Terra di fornirgli mezzi di sussistenza. Citando le sue parole: *Io dico che la crescita della popolazione umana è molto più grande della capacità della Terra di produrre alimenti per l'uomo*. Egli basava questa ipotesi su due essenziali postulati: in primo luogo che il cibo era necessario per l'esistenza umana, e secondariamente che il rapporto tra i sessi (passion) era necessario e sarebbe rimasto invariato nel tempo. E la popolazione umana alla fine del sedicesimo secolo non aveva ancora raggiunto il traguardo del miliardo! Secondo Malthus la popolazione cresceva con tasso geometrico mentre la produzione di alimenti cresceva in modo aritmetico.

Oggi il pianeta si sta rapidamente avviando a una popolazione di 7 miliardi di abitanti e, in questo momento, ogni minuto secondo nascono 5 bambini e muoiono 2 persone, con un incremento netto di 3 persone. Il tasso di incremento è attualmente in regresso, ma le previsioni più accreditate indicano un ulteriore incremento della popolazione umana, anche se i demografi non concordano sul tasso di crescita e sulla durata dell'incremento in corso (Figura 1).

La dinamica delle popolazioni dei viventi, così come studiata dall'ecologia classica, ci può aiutare a fare delle previsioni sulla demografia umana a livello planetario nell'epoca della globalizzazione? Le popolazioni isolate devono fare i conti con le risorse primarie disponibili e mostrano sempre un comportamento designato come *boom and bust*: un rapido incremento esponenziale cui segue una rapida crisi da esaurimento di una o più risorse essenziali (spazio, acqua, nutrienti, alimenti). Esempi classici sono quelli di colture batteriche o fungine in ambienti confinati (scatole Petri), oppure popolazioni di erbivori (renne) in isole di piccole dimensioni (Figura 2).

L'andamento della numerosità della popolazione umana ha una forma che è stata assimilata a quella di una mazza da hockey (Figura 3). La somiglianza della parte in crescita esponenziale della curva demografica umana con quella della fase pre-bust delle popolazioni confinate di lieviti e renne sopra riportate ci può far prevedere una fase di crollo della numerosità della specie umana sul pianeta a sua volta confinato e provvisto di risorse finite?

Correspondence: Paolo Ceccon, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università di Udine, via delle Scienze 208, 33100 Udine, Italy. Tel. +39.0432.558600 – Fax: +39.0432.558603. E-mail: pceccon@uniud.it

Key words: Demography, population growth, food supply, agriculture, biotechnology.

Parole chiave: Demografia, crescita della popolazione, disponibilità alimentare, agricoltura, biotecnologie.

Received for publication: 27 June 2011.

Accepted for publication: 12 September 2011.

Società rappresentata nell'ambito AISSA: Società Italiana di Agronomia - SIA

©Copyright G. Zerbi and P. Ceccon 2011

Under no circumstances figures can be used without prior written consent of the copyright owner.

Licensee PAGEPress, Italy

Italian Journal of Agronomy 2011; 6(s2):e2

doi:10.4081/ija.2011.6.s2.e2

This work is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 3.0 License (CC BY-NC 3.0).

Vi è da costatare che la messa a coltura di nuove superfici da una parte e il progresso scientifico e tecnologico – con le possibilità offerte dal miglioramento genetico, dall'uso di nuove risorse energetiche, dalla disponibilità di fertilizzanti e di mezzi di controllo delle malattie delle piante e degli insetti dannosi e da altre ancora – hanno finora permesso di nutrire una popolazione umana sempre crescente. Purtroppo, però, il problema della fame nel mondo permane e, nonostante gli impegni presi nei grandi consessi internazionali, quasi un miliardo di persone non ha cibo a sufficienza o soffre di qualche tipo di malnutrizione.

In ecologia è tuttora accettato il concetto di capacità di carico (K) applicato alla maggior parte delle popolazioni la cui numerosità è funzione delle risorse disponibili in un equilibrio dinamico. Secondo Russell Hopfenberg (2003) della Duke University l'equazione logistica applicata alla popolazione umana fornisce stime della sua numerosità in accordo con i valori attuali. Il valore di K non è però una costante, come si verifica per le specie animali non umane, ma diventa una variabile costituita dalla capacità produttiva di alimenti. Si osserva pertanto che la crescita della popolazione umana è dipendente dalla disponibilità alimentare e che tale disponibilità rappresenta un magnete ecologico che attira la parte terminale della curva logistica impedendo, almeno attualmente, il raggiungimento di un equilibrio numerico della popolazione (Figura 4).

Pertanto il quesito *qual'è il numero massimo di umani che possono vivere sulla terra?* non ha una risposta inequivoca. Se, da una parte, già Tertulliano nel 200 d.C. affermò che *le risorse sono scarsamente adeguate all'umanità* e Malthus costruì una teoria che ancor oggi trova appoggio nei cosiddetti *neo-maltusiani*, vi sono altri studiosi che ritengono l'equilibrio molto lontano se pur possibile. La popolazione umana potrà crescere fino a raggiungere livelli elevatissimi. De Wit nel 1967 ipotizzò un valore di 1000 miliardi di individui basato sulla capacità fotosintetica totale della terra. Altri autori hanno ipotizzato valori dell'ordine di parecchie decine di miliardi possibili con il concorso di un abbassamento globale del livello di prosperità e di un avanzamento tecnologico nell'uso dell'energia (Clark, 1958;1967; Higgins *et al.*, 1983). Molti esperti ritengono che vi sia una relazione tra un optimum di prosperità

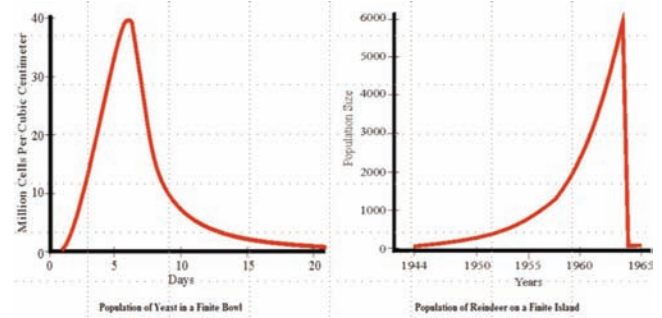


Figura 2. Dinamiche di crescita di popolazioni di cellule di lievito in capsula Petri (sinistra) e di renne in un'isola (destra).

Figure 2. Growth dynamics of yeast cells population in Petri bowl (left) and of reindeer on an island (right).

### World Population Growth Through History

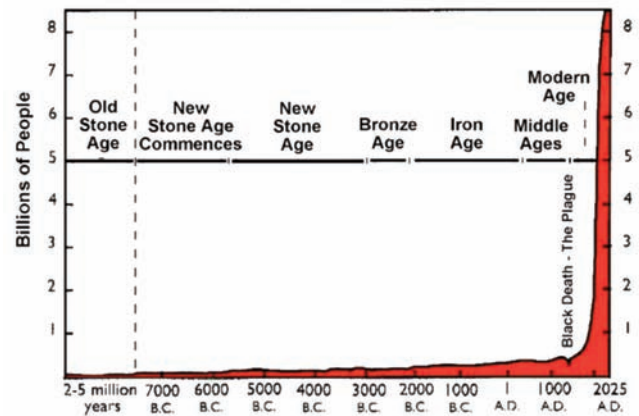


Figura 3. Dinamica di crescita della popolazione umana.

Figure 3. Human population growth dynamics.

### Crescita globale popolazione mondiale

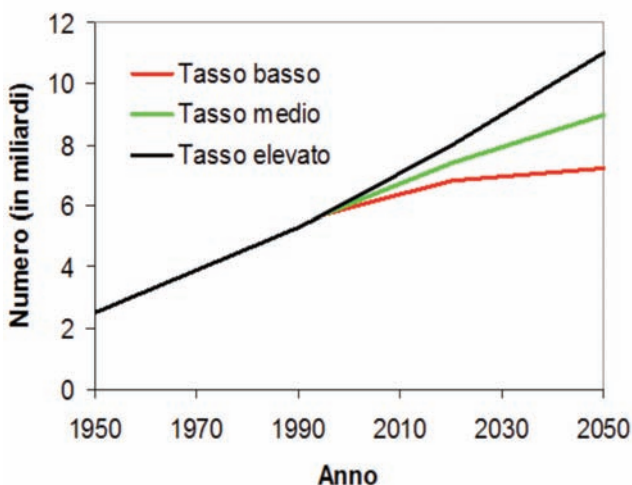


Figura 1. Previsioni di crescita della popolazione mondiale (fonte: Nazioni Unite). Tassi di crescita globale compresi tra 2,5 (elevato) e 1,6 (basso) figli per donna.

Figure 1. World population growth forecast (source: United Nations). Global growth rated between 2.5 (high) and 1.6 (low) kids/woman.

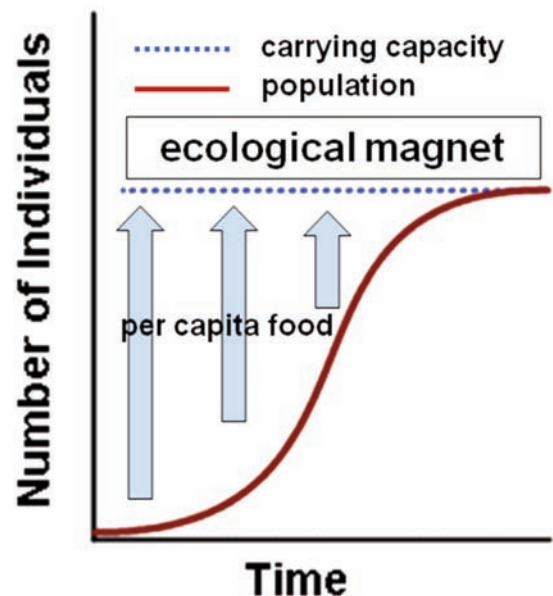


Figura 4. Relazione tra capacità di carico e crescita della popolazione.

Figure 4. Relationship between carrying capacity and population growth.

tà (accesso a beni non essenziali e consumistici, godimento di bellezze naturali e culturali, elevata mobilità, etc.) e una densità di popolazione globale ridotta, che secondo alcune stime si attesta su valori di circa un miliardo di persone, già di gran lunga superati (Hulet, 1970; Odum, 1970; Whittaker *et al.*, 1974).

Sono argomenti affascinanti: in attesa che il futuro ci dia delle indicazioni, sembrano condivisibili le parole di Joel Cohen (1995): *La capacità di carico è determinata da scelte umane e vincoli naturali. Di conseguenza la domanda quante persone può sopportare la Terra? non ha e non può avere risposta. Le scelte umane sono inoltre vincolate da vicende naturali che l'uomo capisce poco e prevede meno.*

## Il ruolo dell'agricoltura

Steve Jones, genetista presso il Dipartimento di Biologia dell'University College a Londra, ha recentemente affermato: *La popolazione umana è 10.000 volte più numerosa di quello che dovrebbe essere secondo le regole del mondo animale e di ciò dobbiamo ringraziare l'agricoltura. Senza di essa la popolazione umana sarebbe stabile a 500.000 individui* (Belluz, 2008).

È innegabile che l'agricoltura abbia avuto un ruolo primario nello sviluppo demografico dell'umanità: dallo stato di specie cacciatrice-raccoglitrice databile a poco più di 10.000 anni fa, essa è passata, attraverso l'invenzione dell'agricoltura e ad alcune rivoluzioni verdi allo stato di specie dominante e in parte condizionante il pianeta.

Il termine *Green Revolution* è stato usato per la prima volta nel 1968 dal direttore dell'USAID William Gaud e si riferiva a quelle iniziative di ricerca, sviluppo e trasferimento tecnologico che tra il 1943 e la fine degli anni '70 ha permesso l'aumento della produzione agricola industrializzata nei paesi in via di sviluppo (<http://www.agbioworld.org>). La Rivoluzione Verde si è realizzata attraverso lo sviluppo di ibridi e varietà ad alta resa capaci di valorizzare l'espansione delle infrastrutture irrigue, della meccanizzazione, dei fertilizzanti sintetici e dei fitofarmaci.

I tentativi operati dai selezionatori vegetali degli Stati Uniti e del Giappone per produrre varietà semi-nane di frumento e riso ad alta resa portarono alla creazione di due grandi istituti di ricerca: l'IRRI (Internazionale Rice Research Institute) a Los Baños nelle Filippine e il CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) a El Batán, vicino a Città del Messico. La loro fondazione e il loro finanziamento derivarono dalla cooperazione e dalla consulenza di donatori internazionali. Il successo della Rivoluzione Verde e la richiesta di ulteriori ricerche su piante alimentari tropicali e subtropicali portò alla fondazione di altri istituti di ricerca in paesi del Terzo Mondo, prevalentemente sponsorizzati dal Gruppo Consulente sulla Ricerca Agricola Internazionale, che attualmente coordina la ricerca di tutti questi istituti di ricerca internazionali, ognuno dei quali è responsabile per una determinata coltura. Essi hanno un triplice mandato: migliorare le colture a loro assegnate, studiare sistemi agricoli dedicati per ciascuna coltura e creare banche genetiche in cui conservare le razze territoriali delle colture oggetto di studio.

Nel periodo iniziale gli studi erano basati su metodi che ottennero successo con le varietà di frumento e riso ad alta resa ottenute negli anni '60 e '70. Essi si concentrarono cioè sulla monocoltura e sul miglioramento della produzione delle colture, tramite un pacchetto di varietà migliorate e di tecnologie associate per modificare l'ambiente. Solo più recentemente l'attenzione è cambiata, mostrando un maggior interesse per l'integrazione dell'agricoltura con l'ambiente naturale.

Gli istituti di ricerca producono le necessarie innovazioni e le offrono come pacchetti a vari servizi di distribuzione nazionali e regionali o ad autorità per lo sviluppo. La messa a punto di questi pacchetti in riferimento a condizioni locali e la risoluzione di problemi sociali e politi-

ci che derivano dall'utilizzo di nuove tecnologie sono responsabilità delle agenzie interessate o dei governi dei paesi in questione. Questo approccio ha funzionato relativamente bene in alcuni paesi o zone e meno bene in altre.

In realtà, come spesso avviene, coniato un concetto lo si trova applicabile a diversi momenti della storia. L'avvento dell'agricoltura e della domesticazione di piante e animali è stato la prima e più importante rivoluzione, cui sono seguite altre più o meno importanti, ma tutte determinanti per il progresso demografico e sociale: l'irrigazione, le rotazioni con le leguminose, l'avvento dei fertilizzanti di sintesi, la chimica nella protezione delle colture, la meccanizzazione e numerose altre tappe hanno permesso il superamento di limiti che di volta in volta sembravano invalicabili.

L'ultima rivoluzione, in ordine di tempo, ha riguardato l'avvento delle biotecnologie genetiche con prospettive di rilevante interesse. Gli organismi internazionali riconoscono il potenziale delle biotecnologie genetiche nell'incremento della produttività agricola, anche in quelle situazioni marginali caratterizzanti alcune aree del mondo che non sono in grado di soddisfare i bisogni alimentari. Tra questi organismi, la FAO pone l'accento anche sui potenziali aspetti negativi sulla salute umana e sullo stato dell'ambiente.

## Il paradosso della Rivoluzione Verde

La Rivoluzione Verde della metà del secolo scorso è stata sottoposta a numerose critiche: si ritiene, tra l'altro, che abbia contribuito all'inquinamento ambientale, alla dipendenza dall'energia fossile e all'aumento dei costi di produzione. Quest'ultimo effetto, in particolare, ha aperto la forbice tra la parte dell'umanità che ha potuto giovare dell'aumentata quantità di calorie a disposizione delle popolazioni di vaste aree soggette a carenza alimentare, e la parte più povera che ha visto aumentare il problema della malnutrizione. Oltre, quindi, all'aumento del numero totale di persone (in termini assoluti, anche se forse non in percentuale) che soffrono la fame, vi sono oggi da due a tre miliardi di persone che soffrono per mancanza di micronutrienti (vitamine, aminoacidi essenziali, etc.).

Se da una parte la Rivoluzione Verde ha generato un aumento della produzione alimentare globale, essa ha anche causato una drastica riduzione della variabilità genetica e ha contribuito all'abbandono dei sistemi agricoli indigeni che avrebbero potuto contribuire significativamente alla ricerca agricola.

Il persistere di una percentuale rilevante di popolazioni sottotonutrite incoraggia gruppi di persuasione e di potere a promettere una facile soluzione attraverso l'incremento della produzione agricola globale ottenuto con un ulteriore uso della chimica e con l'ingegneria genetica. Questa seconda Rivoluzione Verde promette risultati simili o superiori rispetto a quelli della prima Rivoluzione. Conviene, però, ricordare quali furono le premesse e i risultati effettivi di quella prima Rivoluzione. In effetti, le nuove varietà e i nuovi ibridi di frumento, riso e mais hanno permesso enormi incrementi di produzione; non hanno però risolto il problema della fame nel mondo. La Rivoluzione Verde non ha avuto alcun effetto sulla redistribuzione del potere economico nelle nazioni del terzo mondo e le fasce povere non hanno visto progressi nel loro potere di acquisto e nella possibilità di acquisizione di terreni. Persino uno studio della World Bank ha affermato che *un rapido incremento della produzione alimentare non si traduce necessariamente in sicurezza alimentare*. I magazzini possono essere pieni di riso e frumento ma se i poveri non hanno i soldi per comprarli continueranno a morire di fame. Ciò vale a dire che rivoluzione verde e disponibilità alimentare sono due variabili indipendenti.

In realtà, la Rivoluzione Verde ha procurato vantaggi innegabili a chi già possedeva terreni, capitali e influenza politica, mentre ha acuito

l'emarginazione delle popolazioni povere dell'Africa, Asia e Sud-America. Le nuove varietà permettono sì produzioni maggiori, ma i costi unitari si accrescono e solo gli agricoltori dotati di terreni e capitali riescono a trarne profitto. Per gli altri, piccoli e poveri, la Rivoluzione Verde ha significato perdite e fame. Si sono acuite, di conseguenza, le differenze tra le componenti sociali all'interno dei cosiddetti paesi in via di sviluppo e all'assurdo che molti Paesi del cosiddetto Terzo Mondo sono diventati esportatori di derrate che interessano i Paesi sviluppati a detrimento delle colture destinate all'uso interno e ad alleviare i problemi della fame. Il ritorno economico delle esportazioni riesce poi solo in parte a ridurre l'indebitamento di questi Paesi nei riguardi dei Paesi industrializzati.

L'ingegneria genetica delle grandi multinazionali promette una seconda Rivoluzione Verde: se i risultati saranno analoghi alla prima dovremmo aver chiaro in mente già ora chi ne trarrà profitto e vantaggio e chi ne ricaverà solo ulteriore emarginazione.

## Vincoli allo sviluppo produttivo nella prima Rivoluzione Verde

Nonostante le promesse della Rivoluzione Verde, i successi sono stati quindi limitati e parziali: tutta una serie di cause concorrono a tali fenomeni. Tra queste si possono sinteticamente ricordare la desertificazione, erosione e salinizzazione di vaste aree; la diminuzione degli arativi pro-capite; l'incremento demografico in aree fertili e la sottrazione di suoli fertili dovuta all'urbanizzazione. Nel contempo iniziano a farsi sentire gli effetti del riscaldamento globale e dei conseguenti cambiamenti climatici, in particolare in aree equatoriali. La risorsa idrica è fonte di preoccupazione e conflittualità per la competizione tra agricoltura, industria e usi civili: nelle aree a forte densità demografica si verificano tassi di utilizzazioni maggiori delle ricariche degli acquiferi. Infine, anche uno dei principali motori dell'incremento produttivo, la fertilizzazione minerale, inizia a mostrare limiti e vincoli per l'aumento dei costi energetici (sintesi dell'azoto) e per la decrescente disponibilità dei minerali (fosforo).

Tutto ciò e altro non contribuisce ad alimentare speranze radiose per il futuro, e a fronte dei reiterati impegni internazionali per l'eliminazione della fame nel mondo il numero di persone affamate si è attestato intorno al miliardo.

Ricordiamo la solenne dichiarazione di Roma sulla World Food Security del 1996: *We, the Heads of State ... reaffirm the right of everyone to have access to safe and nutritious food, consistent with ... the fundamental right of everyone to be free from hunger. We pledge our ... will ... to eradicate hunger in all countries, with an immediate view to reducing the number of undernourished people to half their present level no later than 2015. We consider it intolerable that more than 800 million people throughout the world ... do not have enough food to meet their basic nutritional needs.* (FAO, 1996).

L'agricoltura ha delle responsabilità in questo fallimento ma più ancora sono responsabili le politiche globali e le crisi economiche e le loro conseguenze (povertà, disoccupazione, conflitti, urbanizzazione). Le profezie di Malthus non si sono avverate. Tecnologia e Rivoluzione Verde hanno permesso incrementi incredibili di produttività alimentare. Sembra però che questi incrementi siano giunti a un equilibrio mentre la popolazione continua a crescere. Si pone ancora una volta il dilemma della difficoltà di conciliare l'incremento demografico con la disponibilità alimentare.

Secondo Sir John Rex Beddington, Capo degli Advisors del governo inglese e professore di Applied Population Biology all'Imperial College di Londra, la crescita demografica darà vita alla Tempesta Perfetta di carenza di cibo, energia e acqua nel 2030 ([http://article.wn.com/view/2009/08/24/Will\\_there\\_be\\_a\\_perfect\\_storm\\_in\\_2030/](http://article.wn.com/view/2009/08/24/Will_there_be_a_perfect_storm_in_2030/)). Secondo la sua

previsione la domanda di cibo ed energia aumenterà del 50% nel 2030 e di acqua del 30%.

Occorrerà un miracolo per far fronte a queste esigenze?

... *E i suoi discepoli gli dissero: «Dove potremmo procurarci, in un luogo deserto, abbastanza pane per sfamare una folla così grande?».*

*E Gesù disse loro: «Quanti pani avete?». Essi dissero: «Sette e pochi pesciolini».*

*Egli comandò allora alle folle che si mettessero a sedere per terra.*

*Poi prese i sette pani e i pesci e, dopo aver reso grazie, li spezzò e li diede ai suoi discepoli, e i discepoli alla folla.*

*E tutti mangiarono e furono saziati*

(Matteo 15,33-37)

Gesù comandò il suo popolo di sedersi per terra e godere del frutto del miracolo. In realtà occorrerà invece rimbocarsi le maniche e migliorare drasticamente modelli ed efficienze al fine di soddisfare le esigenze presenti e future. Sempre secondo Beddington occorre un approccio globale al miglioramento della produttività agricola. Tra le possibilità future molti esperti ritengono che si possano recuperare il 30-40% dei raccolti persi a causa delle malattie e degli insetti mediante resistenze indotte e migliori tecniche agronomiche e di raccolta (McDonald e Linde, 2002; Brookes e Barfoot, 2009). Il miglioramento genetico, sia con tecniche tradizionali sia con le modificazioni indotte con tecniche di ingegneria genetica, ha ampie possibilità di cooperare a questi fini e il successo degli OGM è di particolare interesse proprio nel settore delle resistenze a insetti e patologie.

Aumentare le terre coltivabili è ancora possibile ma in maniera molto limitata. Occorre pertanto incrementare le produzioni unitarie mediante nuove tecnologie e nuove risorse. Al fine di garantire la sicurezza alimentare dei 9 miliardi di persone previste per il 2050, appare necessaria quindi una nuova Rivoluzione Verde che superi i limiti della prima là dove povertà e corruzione impediscono l'espandersi delle tecnologie su cui si basa e dove le risorse naturali sono state compromesse da un cattivo uso delle tecnologie e dei requisiti. Lo stesso Norman Borlaug, il genetista danese-americano premio Nobel per la Pace nel 1970, principale artefice della prima Rivoluzione Verde, ha ammesso nella sua prolusione alla consegna del premio, che questa rivoluzione è stata un *successo temporaneo* (Borlaug, 1970).

Se gli ecosistemi agricoli sono riusciti attraverso la genetica e l'agronomia ad accrescere in maniera incredibile le produzioni, lo hanno fatto spesso con costi ambientali che non possono essere ignorati e con costi energetici che sono già poco sostenibili e sempre meno lo saranno in futuro. Sembra pertanto inevitabile che il futuro dell'agricoltura richiederà tecnologie a basso impatto, pur nella necessità di incrementare le produzioni. Il 75 % delle popolazioni più povere del pianeta ottengono cibo e reddito da una agricoltura primitiva su piccole o piccolissime superfici. Se si riuscisse ad aumentare efficienza e produttività nella loro agricoltura vi sarebbe la possibilità di incidere sulla fame, la povertà e la malnutrizione. L'obiettivo è di ottenere rese più elevate in condizioni più difficili: varietà resistenti alle carenze idriche, alle inondazioni, agli insetti e alle malattie.

Kofi Annan, Presidente dell'AGRA (Alliance for a Green Revolution in Africa - <http://www.agra-alliance.org/>) ha recentemente ribadito questo concetto: *la capacità dei piccoli agricoltori Africani di alimentare adeguatamente il continente dipende da scelte politiche che permettano l'accesso alle tecnologie e ai requisiti agricoli, assicurino l'accesso ai mercati, stabilizzino i prezzi per i poveri, proteggano l'ambiente e aiutino gli agricoltori ad adattarsi ai cambiamenti climatici* (Annan, 2010).

## Il rovesciamento di un assioma

Se la spinta all'incremento della produzione alimentare dipende dall'aumento demografico (variabile indipendente), quando e a che livel-

lo di popolazione verrà raggiunta la capacità di carico? E con quali costi? Malattie, malnutrizione, inquinamento? Sarebbe forse meglio se la popolazione totale fosse calibrata sulle risorse (alimentari ma non solo: energetiche, non rinnovabili, rinnovabili ma con tempi di rinnovo accettabili). Secondo David Pimentel (1999), tutti le popolazioni di viventi (uomo compreso) tendono ad accrescere il loro numero in funzione delle risorse alimentari disponibili. Se da una parte la tecnologia applicata all'agricoltura ha indotto la crescita della popolazione umana ai livelli attuali, sembra che l'umanità si sia inserita in un'inarrestabile spirale per cui la necessità di soddisfare i suoi bisogni alimentari porta ad un incremento della popolazione e a un'ulteriore spinta all'aumento della produzione e così via. Sembra confermata l'anomalia della specie umana nei riguardi dell'esistenza di una sua capacità di carico che ne stabilizzi il livello demografico poiché al momento non si vede una tendenza all'equilibrio. La continua e inarrestabile crescita demografica costringe quindi a incrementare continuamente e apparentemente per sempre la sua capacità produttiva. Ma ciò è possibile? Jacob Cohen, riferendosi alla crescita economica, ha affermato: *Chiunque creda che in un mondo finito la crescita esponenziale possa andare avanti per sempre è un pazzo o un economista* (Cohen, 1995). Sembra che il concetto si possa applicare anche alla crescita demografica umana. Il movimento GIM (Growth Is Madness - <http://growthmadness.org/>) si rivolge alla sfida umana più cogente: il bisogno di affrontare la spinta irrazionale verso la continua crescita in un pianeta finito. Crescita demografica ed economica che confliggono con la velocità del consumo di risorse e con il prevalente affidamento della produzione alimentare all'energia fossile; situazione che può portare al collasso ecologico del sistema. Se la specie umana fosse in grado di programmare e regolare la produzione di alimenti in maniera tale da adattarla al mantenimento di un ecosistema globale in buon equilibrio senza un eccessivo uso di risorse e nel rispetto delle altre specie, il suo numero potrebbe raggiungere un equilibrio relativamente stabile e compatibile con una buona qualità di vita?

Malthus in una visione pessimistica aveva previsto il collasso demografico della specie umana a breve scadenza: ha avuto torto per oltre 200 anni. Richard C. Duncan ha introdotto la teoria di Olduvai nel 1989 e nel 2005 ha pubblicato *The Olduvai Theory: Energy, Population, and Industrial Civilization* (Duncan, 2005), che prevede una catastrofe Maltusiana intorno al 2050, tale da portare la popolazione umana a circa due miliardi di individui. Saprà ancora l'ingegno umano smentire questa fosca previsione attraverso una sostenibile tendenza a un equilibrio virtuoso?

## Bibliografia

Annan K., 2010. Africa's Green Revolution Forum: Initiating a Quantum

- Leap Forward. African Green Revolution Forum, September 2-4, Accra, Ghana. Available from: <http://www.truthabouttrade.org/blog/22-blog/16552-kofi-annan-speech-african-green-revolution-forum>
- Belluz J., 2008. Leading geneticist Steve Jones says human evolution is over. The Sunday Times, October 7, 2008. Available from: <http://www.timesonline.co.uk/to/news/science/article4894696.ece>
- Borlaug N.E., 1970. Nobel lecture. The Green Revolution, Peace and Humanity. Available from: [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/peace/laureates/1970/borlaug-lecture.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/1970/borlaug-lecture.html)
- Brookes G., Barfoot P., 2009. Global impact of biotech crops: income and production effects, 1996-2007. *AgBioForum* 12:184-208.
- Cohen J.E., 1995. *How Many People Can the Earth Support?* Norton Publ. New York, NY, USA.
- Hopfenberg R., 2003. Carrying Capacity is Determined by Food Availability. *Popul. Environ.* 25:109-117.
- Clark C., 1958. World Population. *Nature*, 181, 1235-1236.
- Clark C., 1967. *Population Growth and Land Use*. Macmillan, London.
- De Wit C.T., 1967. Photosynthesis: Its Relationship to Overpopulation. In: A. San Pietro, F.A. Greer and T.J. Army (eds.) *Harvesting the Sun: Photosynthesis in Plant Life*. Academic Press, New York, NY, USA, pp 165-172.
- Duncan R.C., 2005. The Olduvai Theory: Energy, Population, and Industrial Civilization. *The Social Contract* 16:2. Available from: [http://www.thesocialcontract.com/artman2/publish/tsc1602/article\\_1362.shtml](http://www.thesocialcontract.com/artman2/publish/tsc1602/article_1362.shtml)
- FAO, 1996. Rome Declaration on World Food Security. Available from: <http://www.fao.org/docrep/003/w3613e/w3613e00.htm>
- Higgins G.M., Kassam A.H., Naiken L. Fischer G., Shah M.M., 1983. Potential population supporting capacities of lands in the developing world. Technical Report of Project INT/75/P13 "Land Resources for Populations of the Future" FPA/INT/513. FAO/IIASA/UNFPA Publ., Roma, Italy.
- Hulet H.R., 1970. Optimum world population. *Bioscience* 20:160-161.
- Malthus T., 1798. *An Essay on the Principle of Population*. Published anonymously. J. Johnson Publ., London, UK.
- McDonald B.A., Linde C., 2002. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40:349-379.
- Odum E.P., 1970. Optimum Population and Environment: a Georgian Microcosm. *Current History* 58:355-366.
- Pimentel D., 1999. How Many Americans Can the Earth Support? *Population Press* 5:3. Available from: <http://www.populationpress.org/essays/essay-pimentel.html>
- Whittaker R.H., Bormann F.H., Likens G.E., Siccama T.G., 1974. The Hubbard Brook Ecosystem Study: Forest Biomass and Production. *Ecol. Monogr.* 44:233-252.