



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E POLITICHE AMBIENTALI

Dario Frisio (Unimi) - Vera Ventura (Unibs)

Innovazione e agricoltura sostenibile

Simposio:

«*Prodotti fitosanitari e innovazione in agricoltura*»

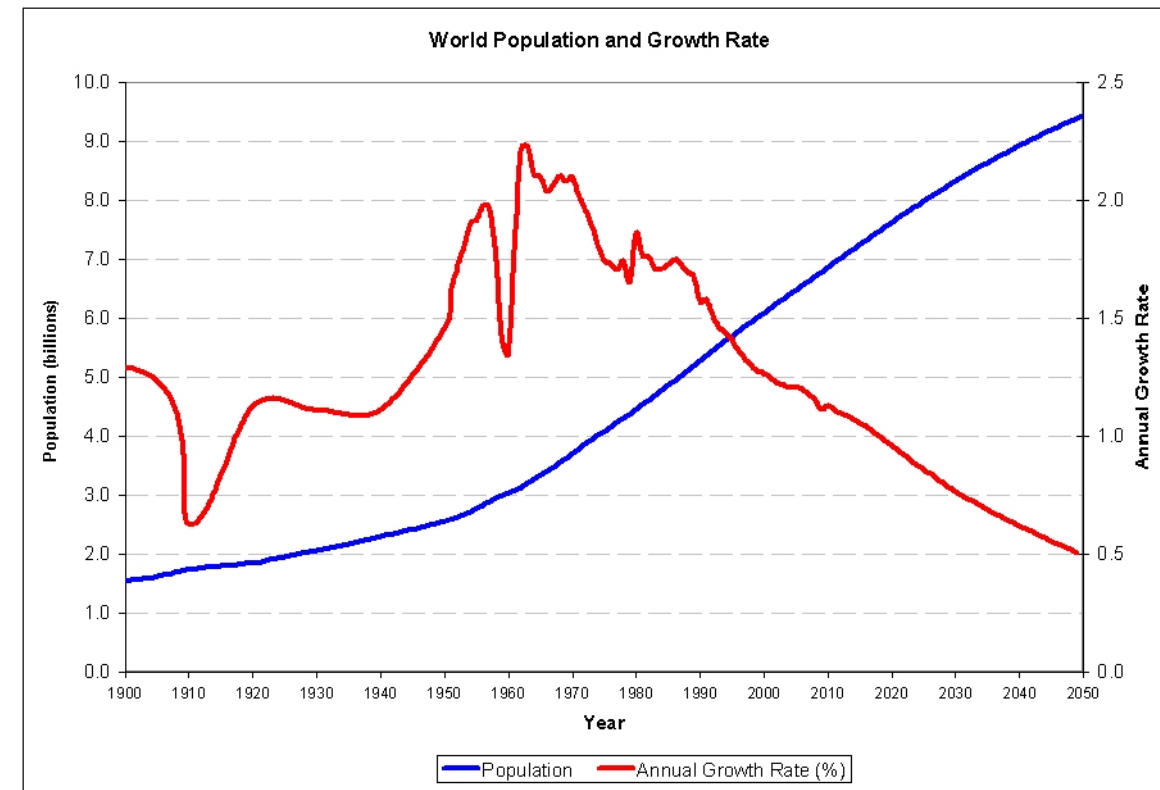
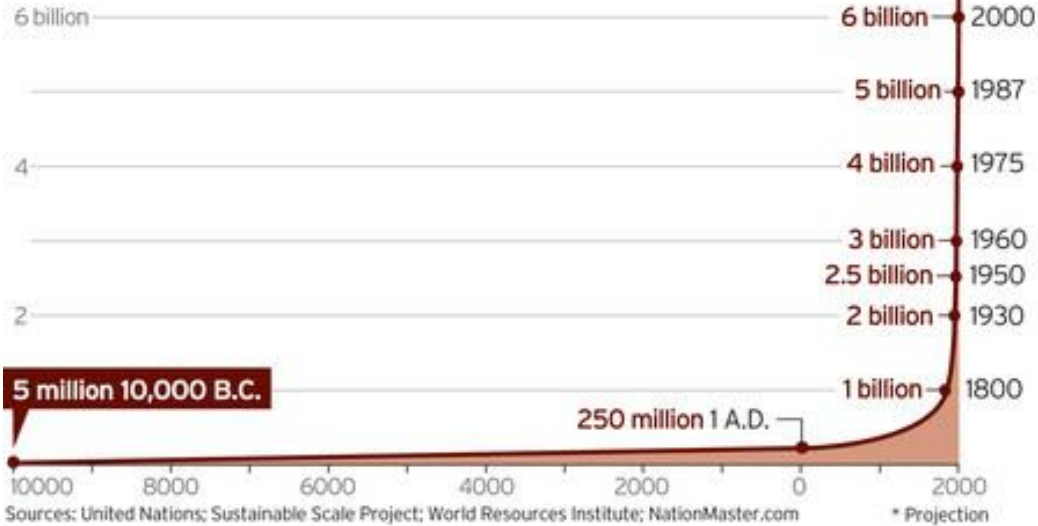
20° Congresso Nazionale della Società Italiana di Tossicologia
Bologna, 26 ottobre 2021

I trend di lungo periodo

- Dal 1800 al 2000 la popolazione mondiale è cresciuta di 6/7 volte (da 1 mrd a 6.5)

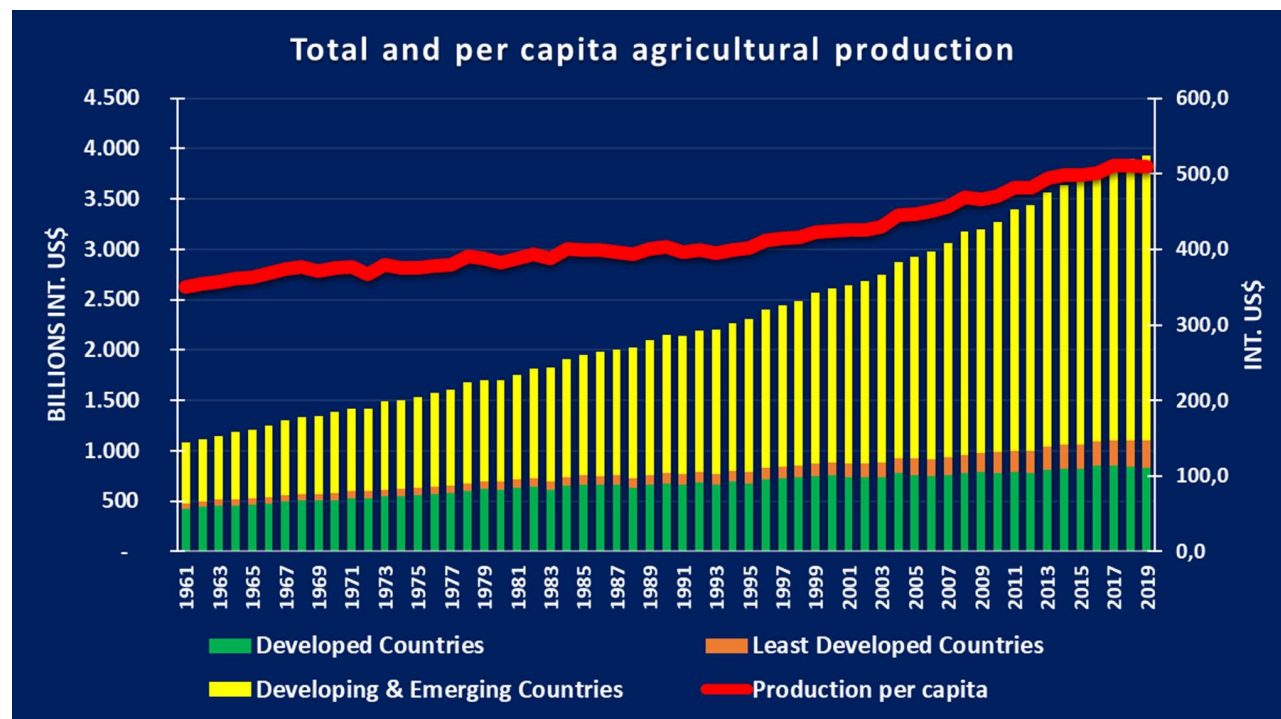
World population growth

Fertility rates are declining, the United Nations says, but not fast enough to stop population growth. The U.N.'s medium-level projection is for the world's population to reach 9.2 billion by 2050 but still more than 3 billion higher since the turn of the century. Population activists say that's too much for the world to handle.

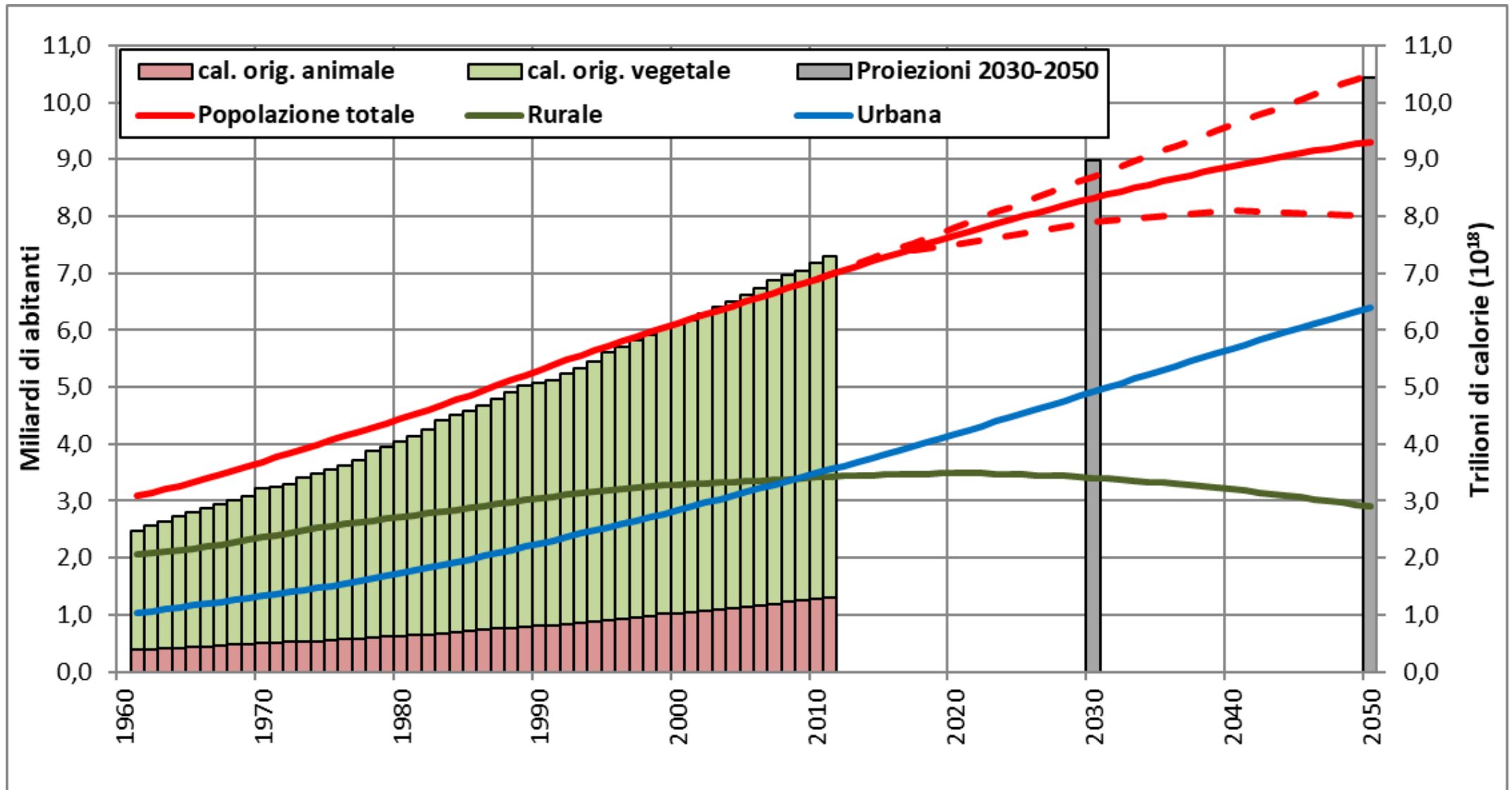


I trend di lungo periodo

- Di quanto è cresciuta la produzione totale e procapite?
- Prima del 1870 la produzione agricola nei paesi sviluppati crebbe più o meno al ritmo di crescita della popolazione
- Forte crescita fino alla Prima Guerra Mondiale soprattutto nelle aree di nuova colonizzazione
- Rallentamento della crescita fino alla metà del '900
- Negli ultimi 50 anni la produzione agricola è cresciuta più della popolazione

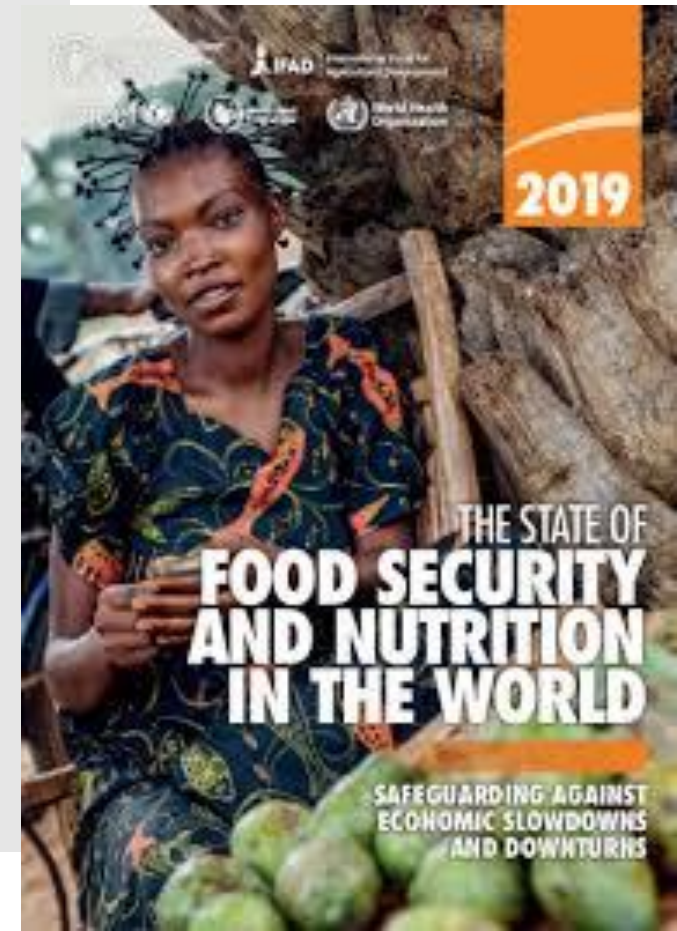
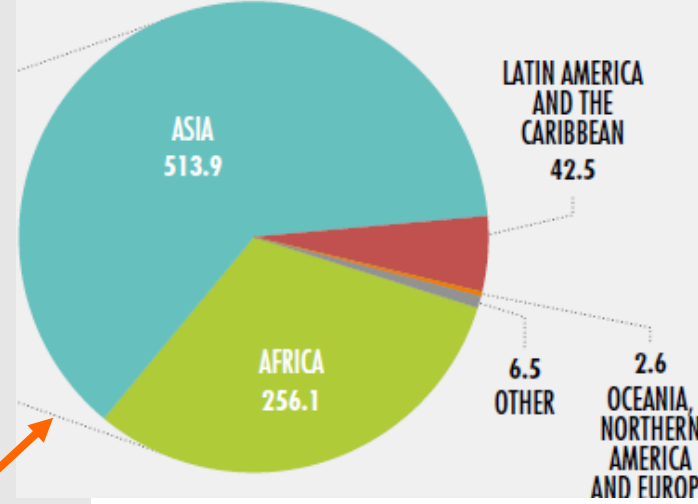
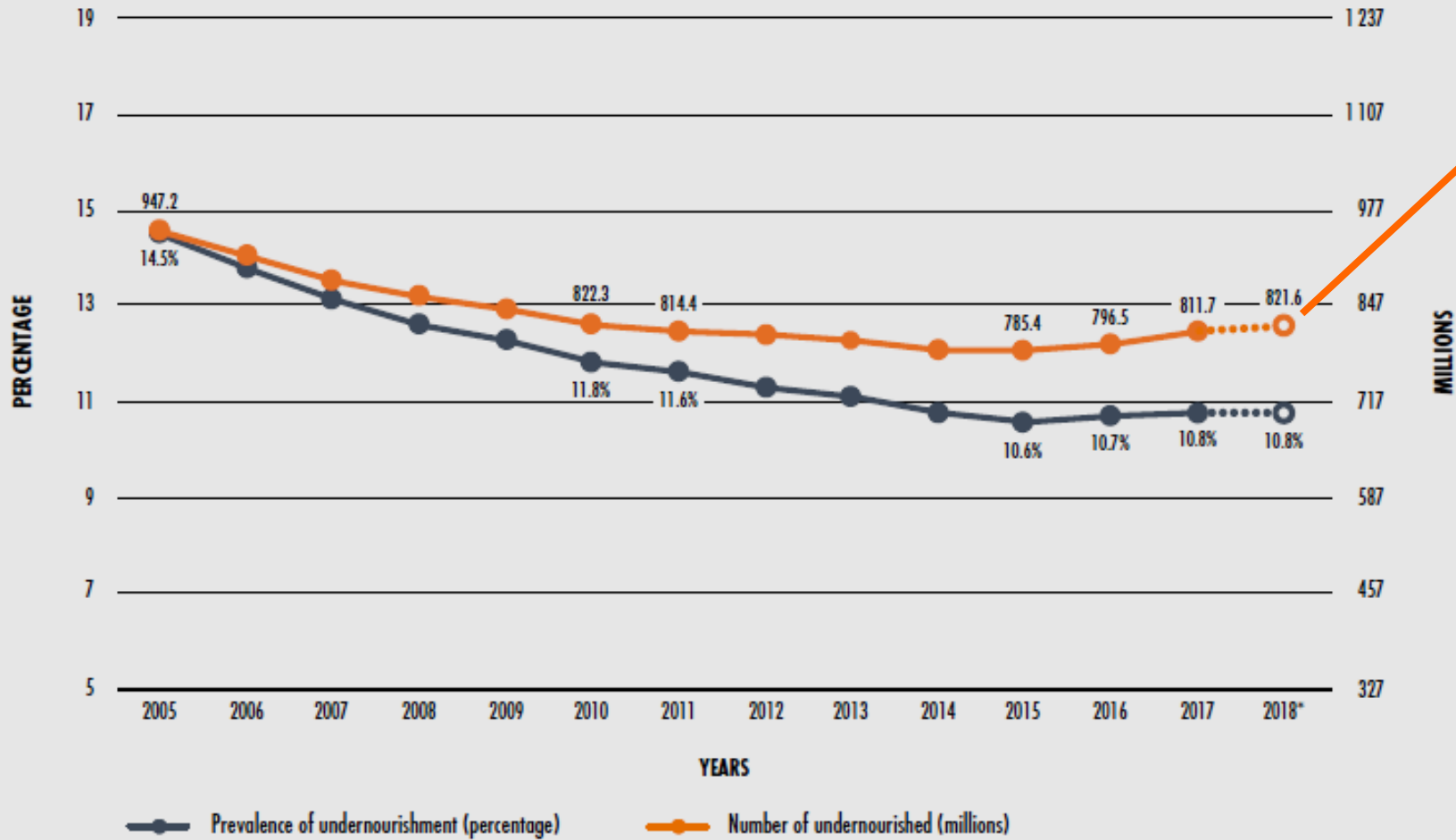


Popolazione e alimentazione: Mondo 1961-2011 e proiezioni 2030, 2050



Fonte: elaborazioni D.Frisio-ESP Unimi su dati FAO e adattamento da FAO (2012) "World Agriculture Towards 2030/2050"

FIGURE 1
THE NUMBER OF UNDERNOURISHED PEOPLE IN THE WORLD HAS BEEN ON THE RISE SINCE 2015, AND IS BACK TO LEVELS SEEN IN 2010–2011



NOTES: * Values for 2018 are projections as illustrated by dotted lines and empty circles. The entire series was carefully revised to reflect new information made available since the publication of the last edition of the report; it replaces all series published previously. See Box 2.

SOURCE: FAO.



FIGURE 12
AS THE COUNTRY LEVEL OF INCOME FALLS, THE PREVALENCE OF FOOD INSECURITY
INCREASES AND SO DOES THE PROPORTION OF SEVERE FOOD INSECURITY OVER THE TOTAL

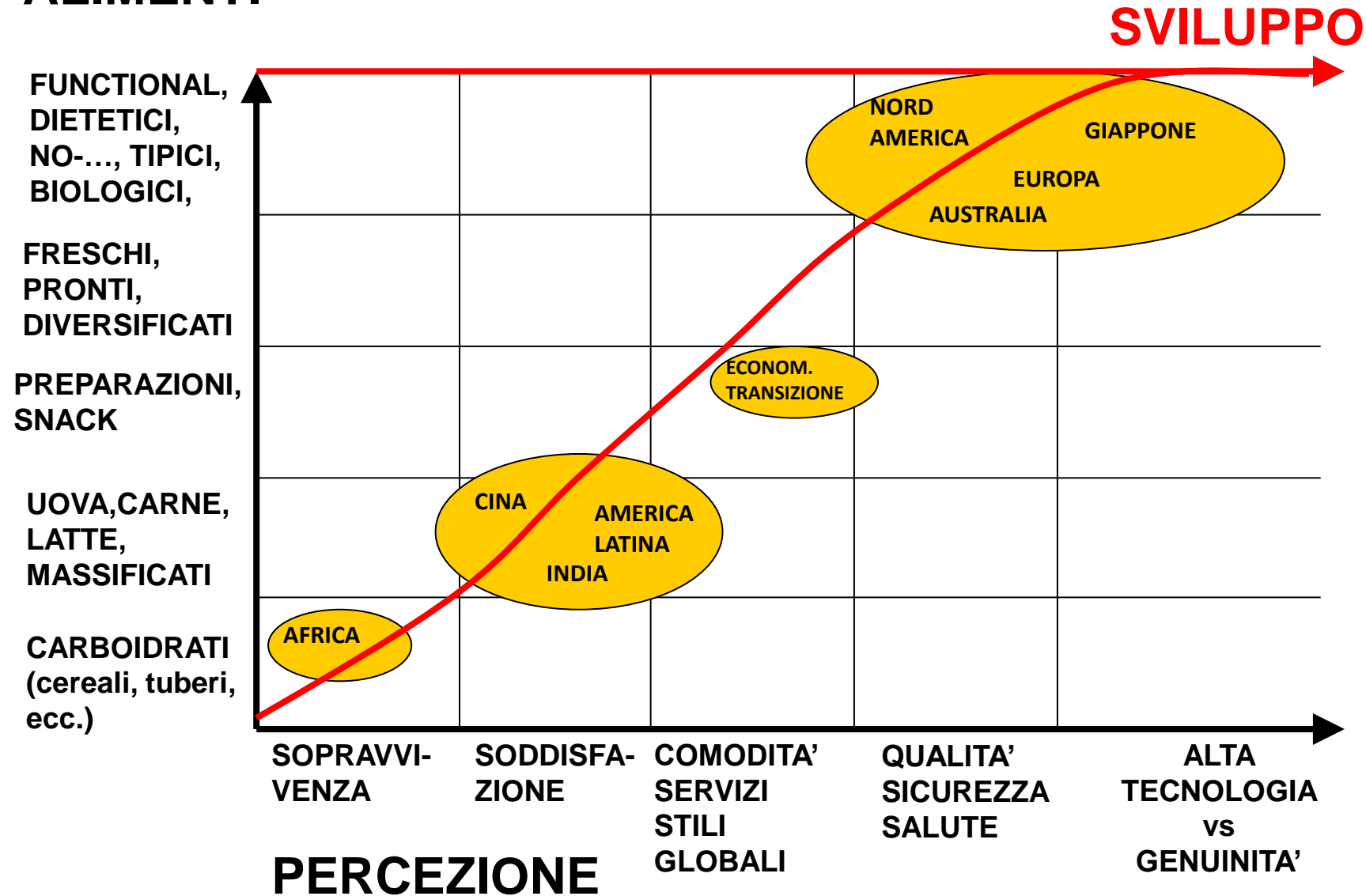


SOURCE: FAO.



Sviluppo economico ed evoluzione della domanda di alimenti

ALIMENTI



Evoluzione dei consumi: il paradigma Italia

CONSUMO MEDIO GIORNALIERO ELEMENTI NUTRITIVI

ITALIA	PROTEINE (grammi)		GRASSI (grammi)		CALORIE (numero)	
	TOTALE	ORIGINE ANIMALE	TOTALE	ORIGINE ANIMALE	TOTALE	ORIGINE ANIMALE
1861-70	86,4	16,4%	63,2	33,5%	2.628	10,1%
1901-10	90,3	18,7%	57,3	42,8%	2.617	11,9%
1921-30	97,5	21,7%	67,1	42,3%	2.834	12,8%
1931-40	93,0	23,9%	59,9	48,6%	2.641	14,2%
1950	86,2	25,4%	49,4	52,2%	2.438	14,4%
1960	76,8	39,2%	73,9	43,0%	2.614	17,1%
1970	97,2	43,0%	111,4	42,1%	3.422	18,8%
1980	107,9	49,8%	129,1	47,8%	3.598	23,3%
1990	109,9	54,6%	150,4	46,6%	3.574	26,1%
2001	115,9	55,0%	157,3	46,3%	3.709	26,4%
2011	109,9	54,5%	156,4	43,9%	3.539	25,8%

Fonte: Elaborazioni D. Frisio-ESP Unimi su dati Istat e FAO

Evoluzione dei consumi: il paradigma Italia

CONSUMO MEDIO ANNUO PER ABITANTE (KG)

PRODOTTI	1861-70	1901-10	1921-30	1931-40	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000
FRUMENTO	127,7	146,9	180,3	165,4	169,6	157,9	173,3	168,7	160,0	160,8	162,3
MAIS	37,1	32,8	31,4	31,2	19,3	8,2	4,9	5,0	3,1	3,5	3,7
RISO	10,0	13,3	10,4	12,2	8,2	8,7	5,9	6,7	7,2	10,0	8,8
PATATE	24,4	34,0	30,1	38,1	33,0	43,8	45,1	43,0	42,6	37,9	40,3
LEGUMI SECCHI	11,4	13,7	12,0	12,2	6,4	5,4	4,9	3,9	4,9	6,7	6,1
POMODORI	9,6	18,1	20,8	15,9	18,4	25,5	47,2	48,2	62,6	56,3	69,4
ORTAGGI	31,3	43,8	70,9	57,7	68,7	80,5	98,6	93,1	98,0	100,6	105,6
FRUTTA FRESCA	14,5	25,2	30,8	26,4	37,2	64,7	87,6	78,6	88,9	93,4	102,1
AGRUMI	7,0	11,2	9,8	10,2	7,1	13,5	32,5	35,7	43,2	57,0	60,0
FRUTTA SECCA	35,6	30,8	19,6	13,0	9,2	9,6	13,1	6,8	7,6	5,9	5,5
CARNE	12,7	14,6	20,7	20,4	15,5	29,4	54,3	73,6	83,3	82,8	79,8
BOVINA	3,7	5,7	9,8	9,0	6,8	13,0	24,8	25,2	26,2	25,3	24,7
SUINA	3,9	4,4	5,3	5,3	3,4	7,1	10,7	20,9	26,9	28,5	29,0
ALTRE CARNI	5,1	4,5	5,6	6,1	5,3	9,3	18,8	27,5	30,2	29,0	26,1
PESCE	2,4	3,6	5,4	6,0	6,2	7,5	9,7	11,0	14,9	16,5	18,6
UOVA	6,8	5,1	6,5	7,2	6,4	8,8	11,0	11,1	11,5	12,1	12,8
LATTE	24,3	34,0	35,5	38,1	48,8	61,5	66,8	81,7	79,4	80,2	82,9
FORMAGGIO	1,3	3,5	4,4	5,1	5,6	8,5	10,6	14,2	16,1	16,0	18,6
OLIO OLIVA	6,9	5,4	6,6	5,9	4,5	7,8	10,5	10,4	12,3	11,9	13,0
OLIO DI SEMI	0,0	1,0	2,1	1,6	0,8	4,6	9,4	10,7	13,7	13,0	13,9
BURRO	0,3	0,8	1,1	1,2	1,3	1,9	2,0	2,1	2,0	2,1	2,9
ZUCCHERO	2,2	4,6	7,9	7,5	12,1	20,4	27,6	30,6	27,1	26,3	26,9
VINO	83,9	112,1	112,7	88,2	81,9	108,3	113,7	94,1	60,5	53,2	55,1
BIRRA	0,2	2,0	3,3	1,3	3,2	5,1	11,5	17,3	23,5	21,1	25,0

Fonte: Elaborazioni D.Frisio-ESP Unimi su dati Istat

Tra passato e futuro

Variabili	Unità di misura	1961/63	2005/07	2050	1961/63-2005/07		2005/07-2050	
					Var.ass.	Var.%	Var.ass.	Var.%
Popolazione	milioni di persone	3.133	6.569	9.111	3.436	110%	2.542	39%
Consumo alimentare giornaliero	kcal procapite al giorno	2.231	2.772	3.070	541	24%	298	11%
Consumo alimentare totale	triloni di calorie	2,6	6,7	10,4	4,2	164%	3,7	55%
Produzione agricola	indice: 2005/07 = 100	37	100	160	63	170%	60	60%
Cereali	milioni di tonnellate	843	2.068	3.009	1.225	145%	941	46%
Carne	milioni di tonnellate	72	258	455	186	258%	197	76%
Superficie agricola	milioni di ettari	1.376	1.531	1.661	155	11%	130	8%
Superficie irrigabile	milioni di ettari	142	302	322	160	113%	20	7%
Rese cereali	tonnellate/ha	1,3	2,9	3,9	1,7	128%	1,0	34%
Consumo elementi fertilizzanti	milioni di tonnellate NPK	34	166	263	132	388%	97	58%
Popolazione sottanutrita ^a	milioni di persone	980 ^b	827	318	-153	-16%	^c -509	-62%
Incidenza sottanutrizione ^a	% su totale popolazione	23,2 ^b	15,9	4,1	-7,3	-31%	^c -11,8	-74%

^a Dato riferito ai Paesi in Via di Sviluppo; ^b Periodo 1990/92; ^c Variazione 1990/92 - 2005/07

Fonte: elaborazioni e adattamento da FAO (2012) "World Agriculture Towards 2030/2050"

Frontiera delle possibilità produttive dell'agricoltura

Beni e servizi ambientali (compresi i biocarburanti)

E' data:

- dalla disponibilità e dalla qualità dei fattori della produzione: terra, lavoro e capitale;
- dalle conoscenze tecniche e dal loro livello di impiego (*proxy: rese per ettaro*)

2010

Nb: Le rese produttive potenziali non vengono mai raggiunte

Beni alimentari

Frontiera delle possibilità produttive dell'agricoltura

- L'agricoltura rispetto agli altri settori economici sconta un handicap naturale...
- Lavora con organismi viventi (piante, animali) che, come tali, sono soggetti all'azione di:
 - *competitors* biotici (parassiti, piante infestanti, ecc.);
 - eventi abiotici (clima → gelate, siccità)
- ed è condizionata dall'ambiente (agroecosistema in cui opera).
- Per questo e la funzione di produzione è estremamente variabile e incerta

La sfida per il futuro:

Crescita popolazione (9 miliardi nel 2050)

Aumento redditi → Modifica preferenze

Utilizzi non alimentari (bioenergie)

**Aumento del 70% della domanda
(110% cereali, 135% carne, 140% soia)**

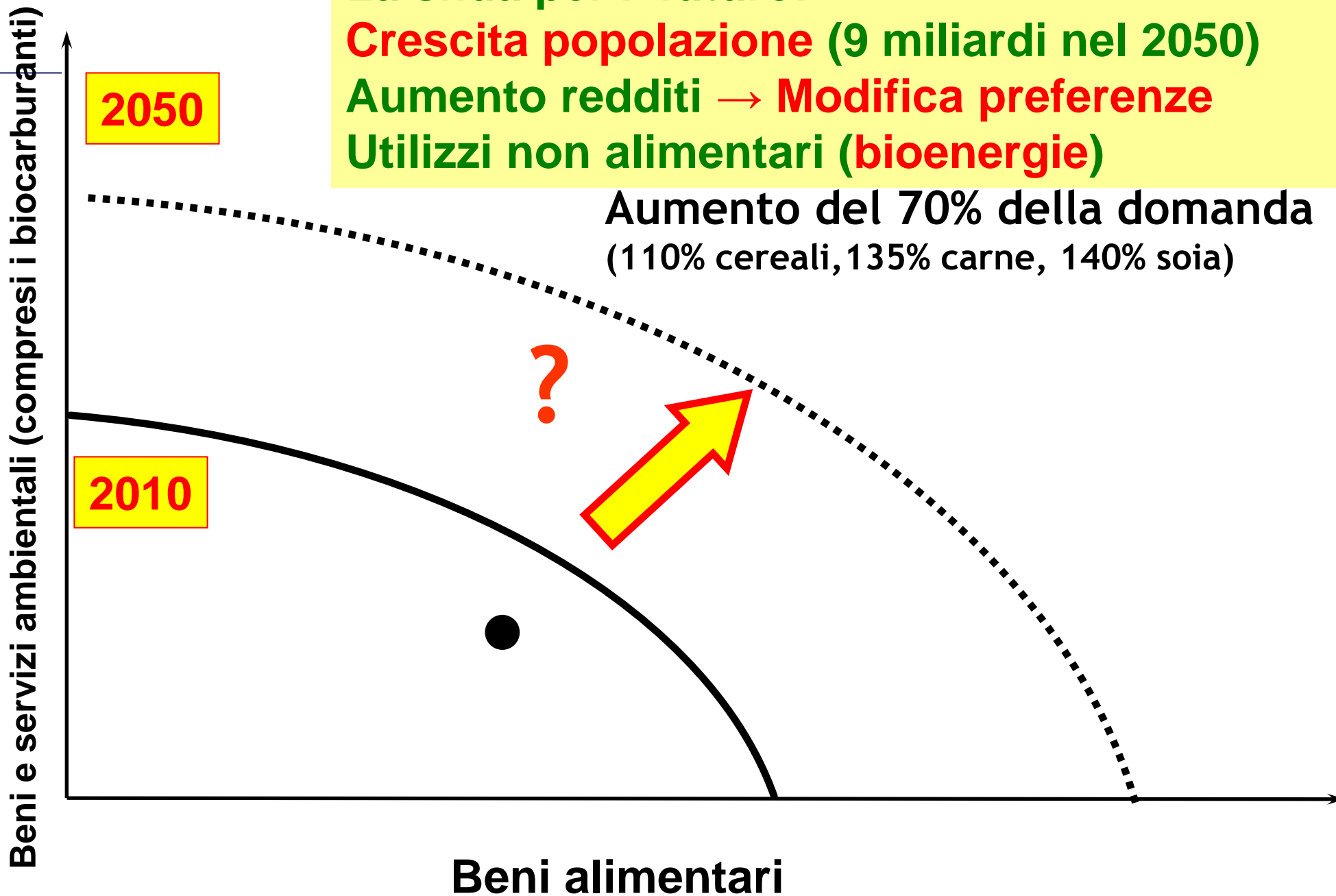
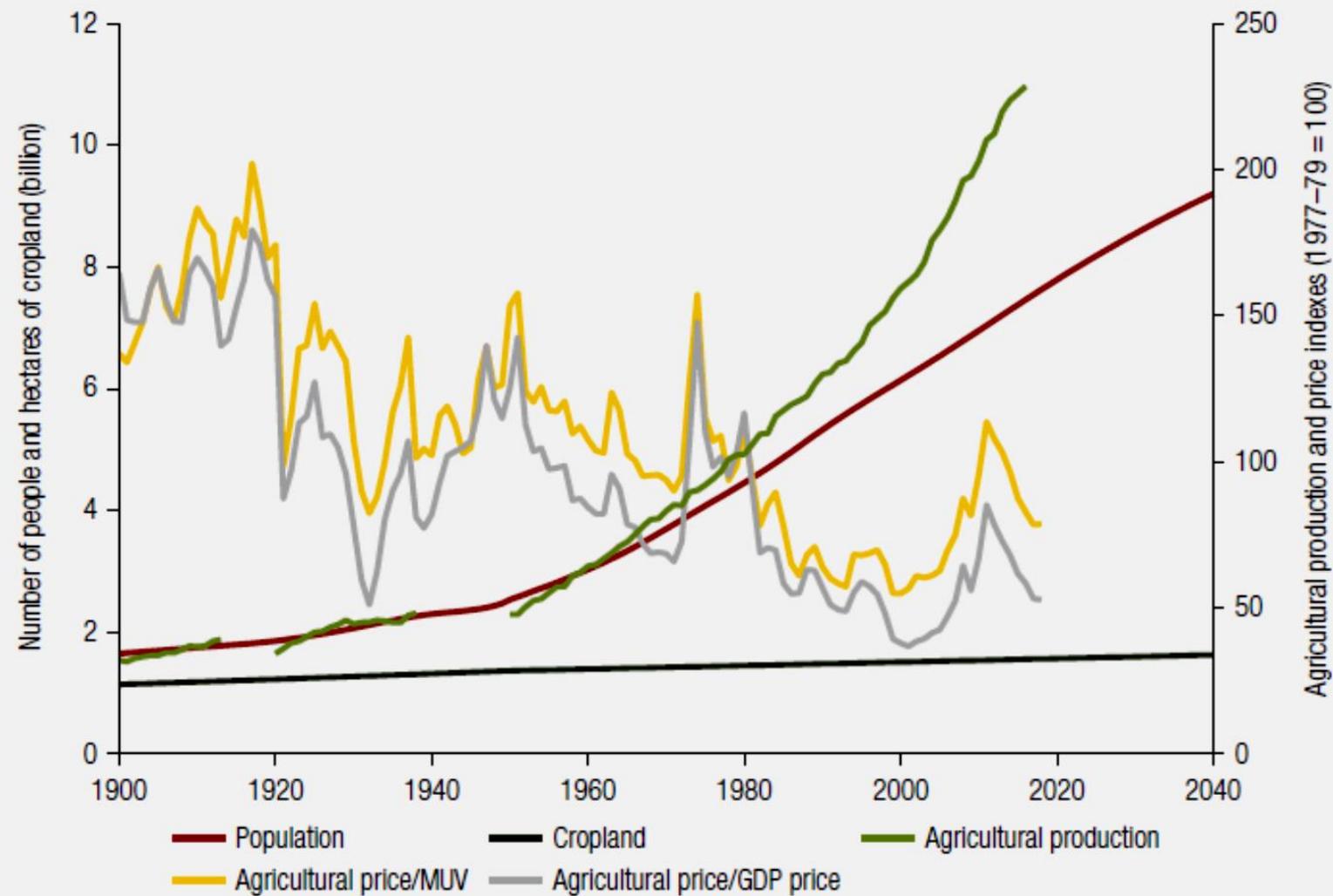


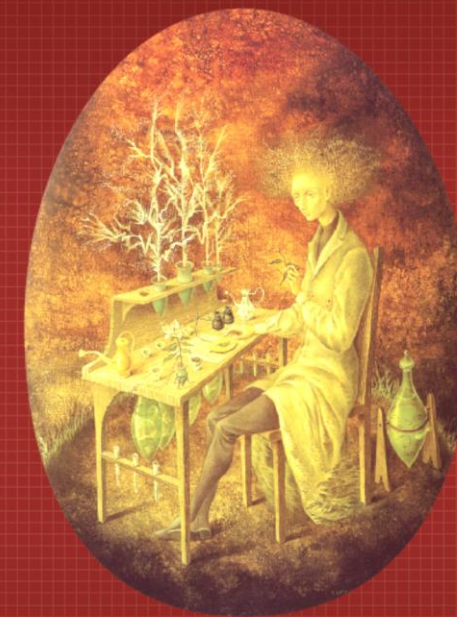
FIGURE 1.2 Agricultural Output Has Dramatically Outstripped Population Growth, and Its Relative Price Has Fallen



Source: Population from Oxford University (2017); agricultural output index from Federico (2005) and FAO (2018a); cropland from Federico (2005); agricultural price indexes from Pfaffenzeller, Newbold, and Rayner (2007) and extended with IMF commodity price data.

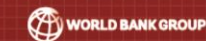
Note: Agricultural price/MUV (manufactured exports unit value) is the ratio of price indexes of agricultural commodities and manufactured goods. Agricultural price/GDP price compares agricultural prices with the US GDP price index, which includes a broader set of goods and services. GDP = gross domestic product; IMF = International Monetary Fund.

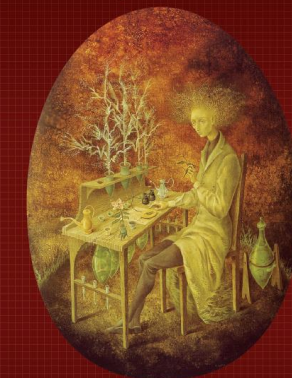
Harvesting Prosperity



Technology and Productivity Growth in Agriculture

Keith Fuglie, Madhur Gautam, Aparajita Goyal, and William F. Maloney



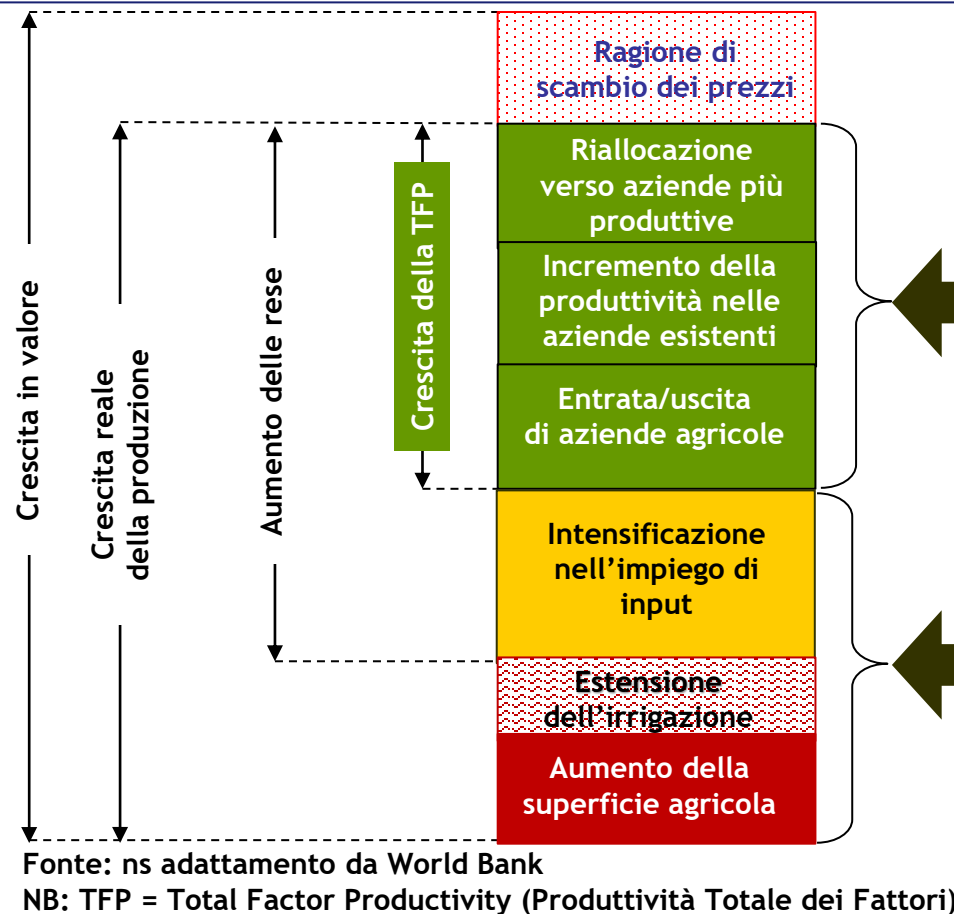


Scomposizione della crescita economica dell'agricoltura

➤ La parte superiore (box verdi) rappresenta la crescita della TFP, dove la TFP riflette l'efficienza media con cui tutti gli input sono trasformati in output.

➤ La parte mediana (box giallo) cattura la crescita dovuta all'intensificazione degli input sulla superficie esistente (ad es. un maggior uso di capitale, lavoro e/o fertilizzanti per ettaro).

➤ La parte inferiore (box rossi) cattura il contributo alla crescita derivato dall'espansione della superficie (incluso l'aumento della sua qualità tramite irrigazione).



Fattori politici trainanti

- Ricerca & Sviluppo
- Ambiente favorevole all'innovazione e alla adozione di tecnologie
- Riforme del mercato dei fattori
- Crescita occupazione extra-agricola

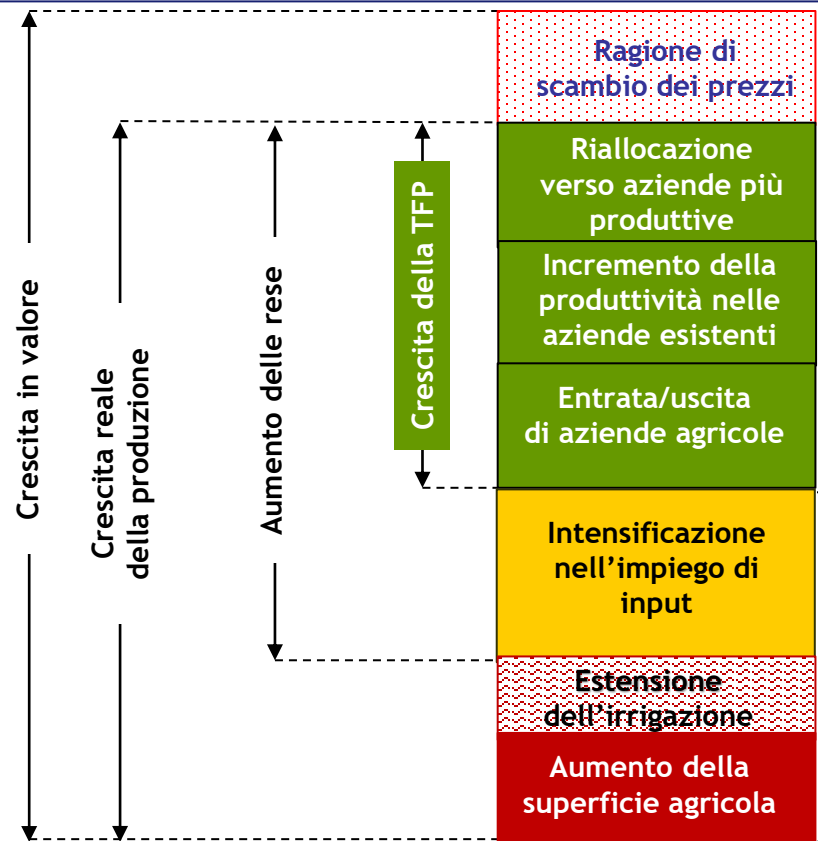
- Politiche di prezzo e incentivi
- Politiche del credito
- Infrastrutture di mercato
- Investimenti idrici
- Politiche fondiari
- Politiche commerciali
- Tassi di cambio

La crescita della TFP è la somma di tutti i cambiamenti di produttività che avvengono nelle singole aziende agricole. Essa può essere a sua volta scomposta in modo consueto in tre componenti (Cusolito e Maloney, 2018):

- 1) **Riallocazione dei fattori della produzione:** ad es. terra o input da aziende meno produttive a aziende più produttive
- 2) **Incremento della produttività nelle aziende esistenti** grazie a innovazioni tecnologiche o gestionali
- 3) **Entrata di aziende con capacità produttive più elevate vs. uscita di aziende meno produttive**

Scomposizione della crescita economica dell'agricoltura

➤ La parte inferiore (box rossi) cattura il contributo alla crescita derivato dall'espansione della superficie (incluso l'aumento della sua qualità tramite irrigazione).

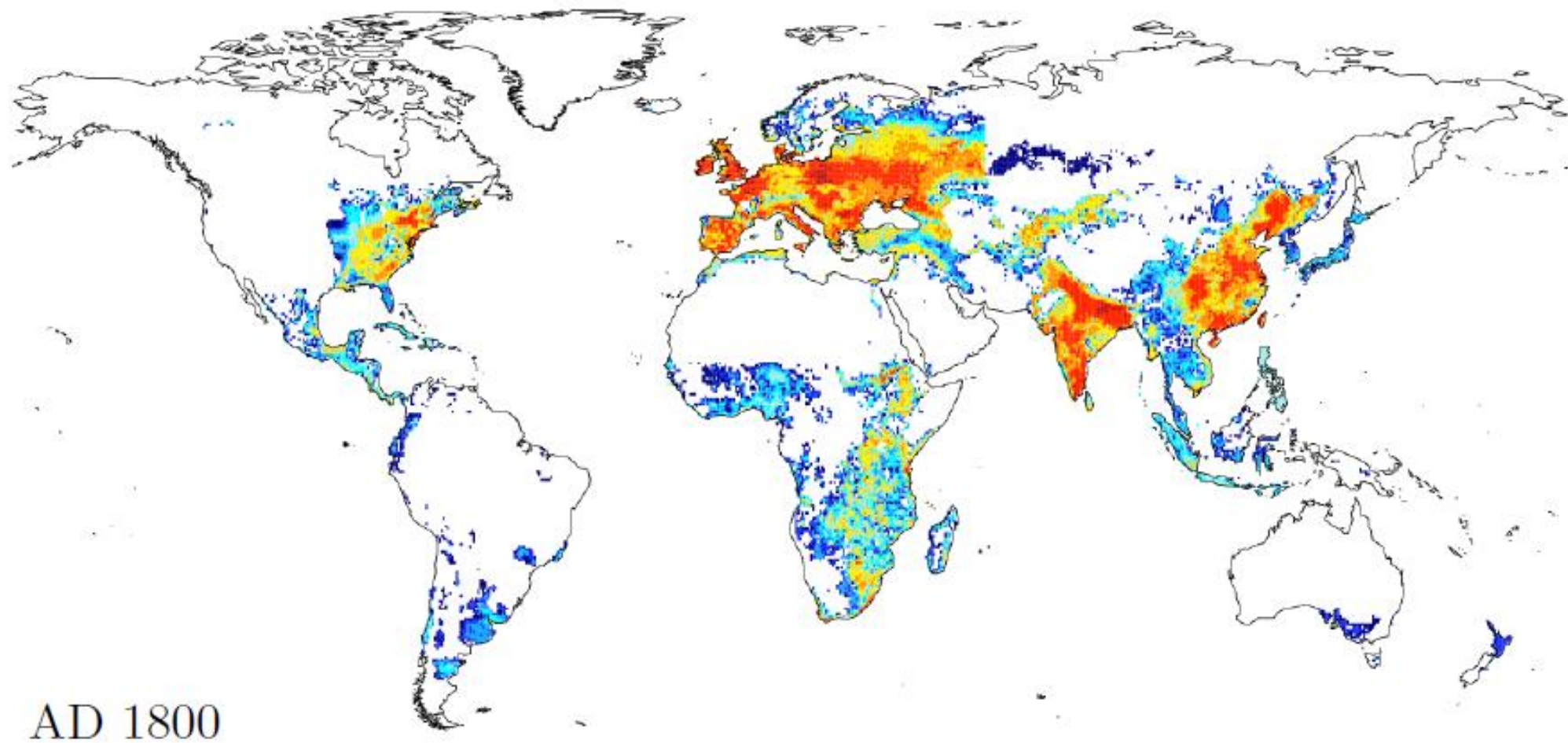


Fattori politici trainanti

- Politiche di prezzo e incentivi
- Politiche del credito
- Infrastrutture di mercato
- Investimenti idrici
- Politiche fondiari
- Politiche commerciali
- Tassi di cambio

Fonte: ns adattamento da World Bank

NB: TFP = Total Factor Productivity (Produttività Totale dei Fattori)

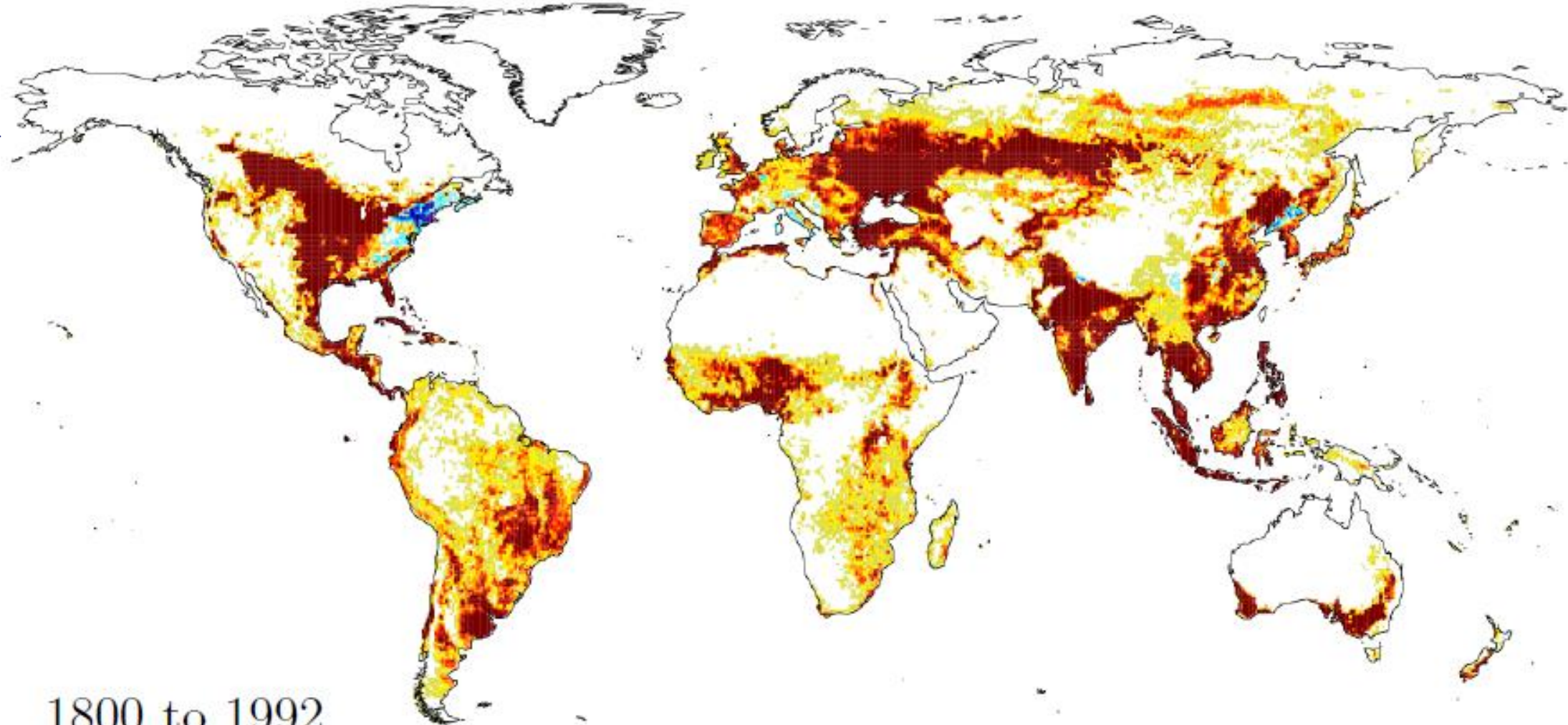


Global historical cropland area

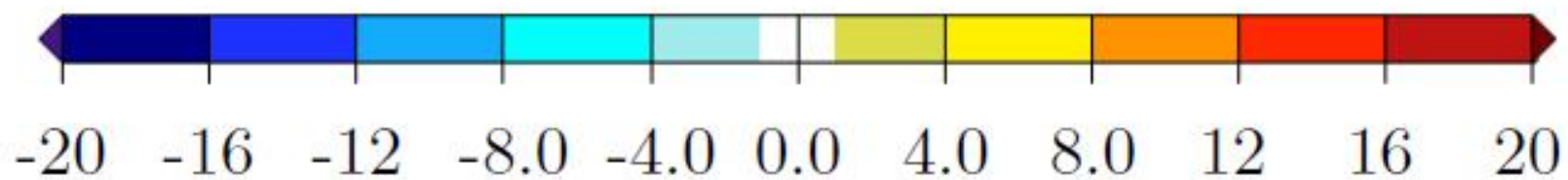
1a. AUMENTO DELLA SUPERFICIE AGRICOLA

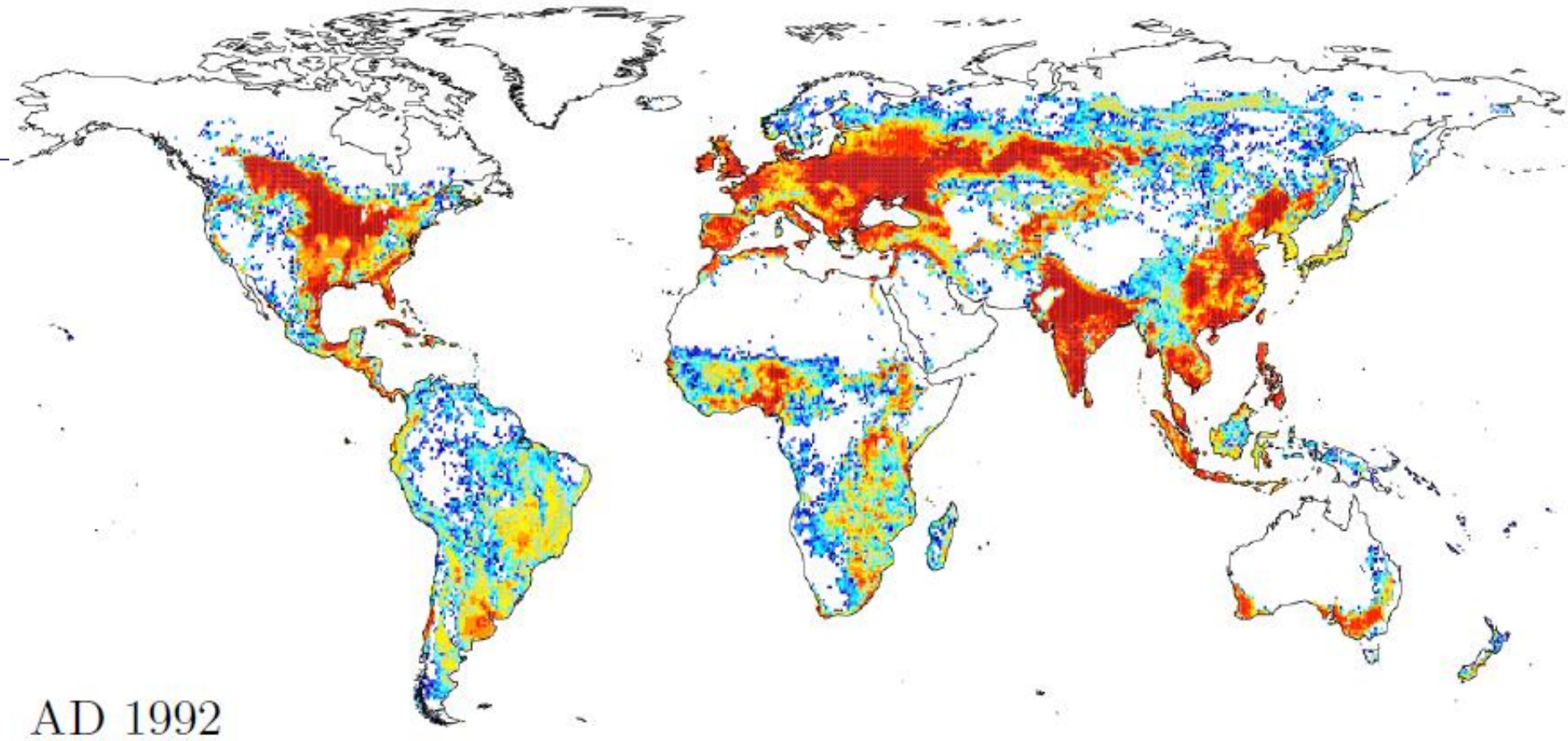
Nell'800 il tasso di crescita dei terreni agricoli ha raggiunto il suo massimo storico per l'aumento vertiginoso dei terreni agricoli in quasi tutto il mondo (“frontiera” americana, pampas argentine, area del Volga e inizio della colonizzazione siberiana in Russia, India, Nord della Cina, Oceania, ma anche Africa), con le sole eccezioni dell'Europa occidentale e dell'area “storica” cinese).

Nel '900 il tasso di crescita ha subito un rallentamento, sia per la via via più limitata disponibilità di terra nel Nuovo mondo, sia per la sottrazione di terreno agricolo per usi civili e industriali nelle aree più sviluppate (Europa, costa atlantica degli USA).



Global historical cropland area

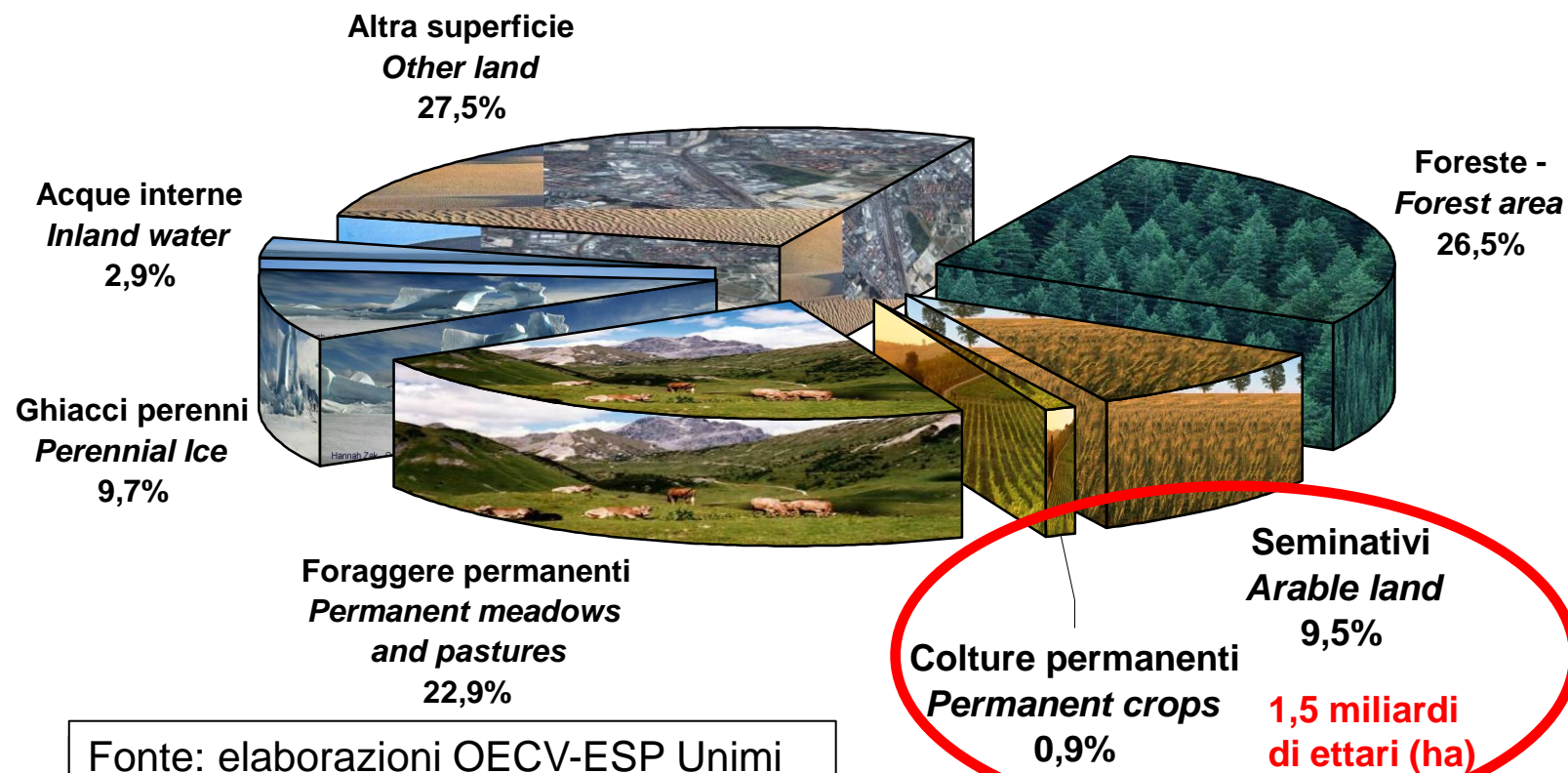




Global historical cropland area

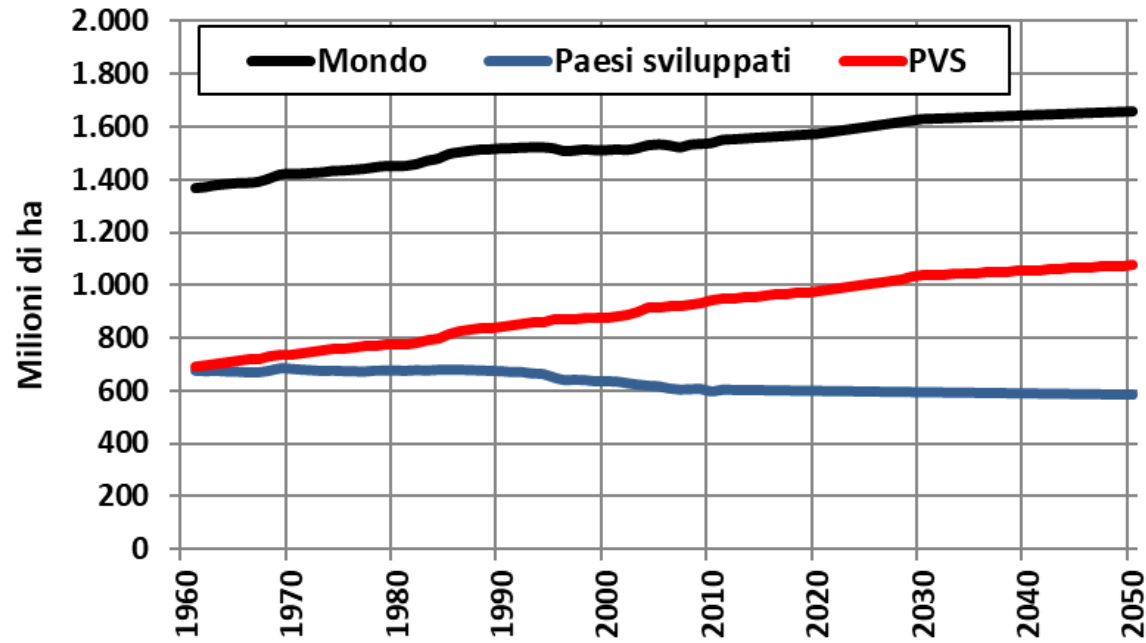
Attualmente e con l'uso dei mezzi dell'agricoltura moderna
(fertilizzanti, fitofarmaci, sementi ibride/migliorate, ecc.)

Superficie terrestre 148,9 Mio km²

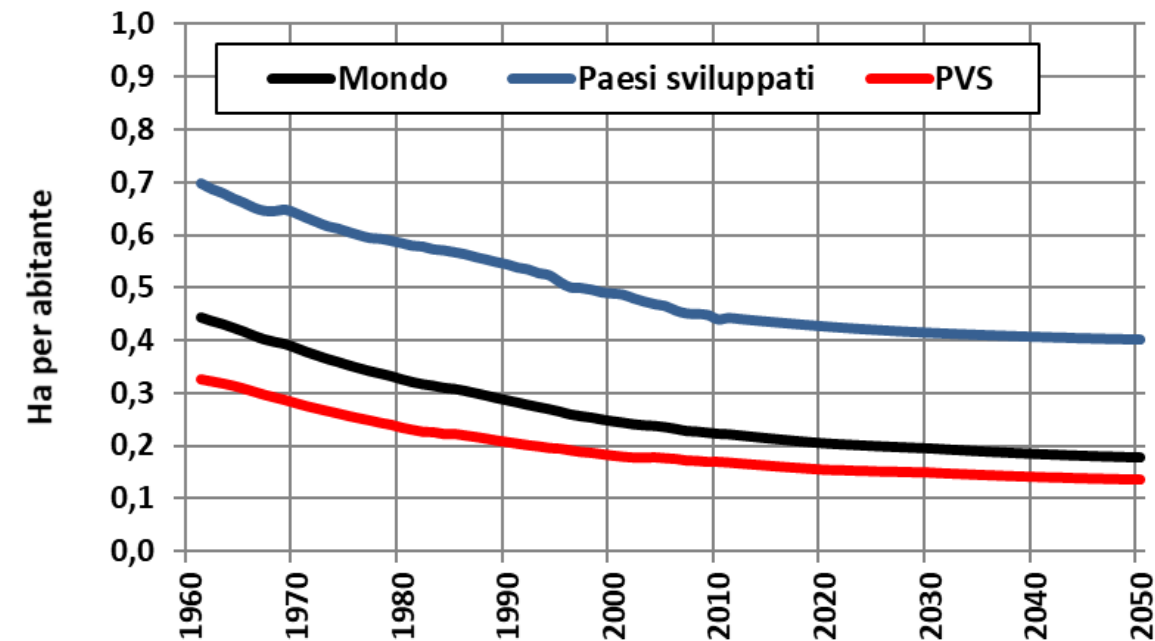


Fonte: elaborazioni OECV-ESP Unimi
su dati FAO

Superficie agricola totale [1] e per abitante : Mondo 1961-2009 e proiezioni 2030, 2050



← In realtà si può contare su meno di 200 milioni di ettari aggiuntivi che potrebbero essere messi a coltura, che andranno in parte a compensare il calo delle superfici nei paesi più sviluppati

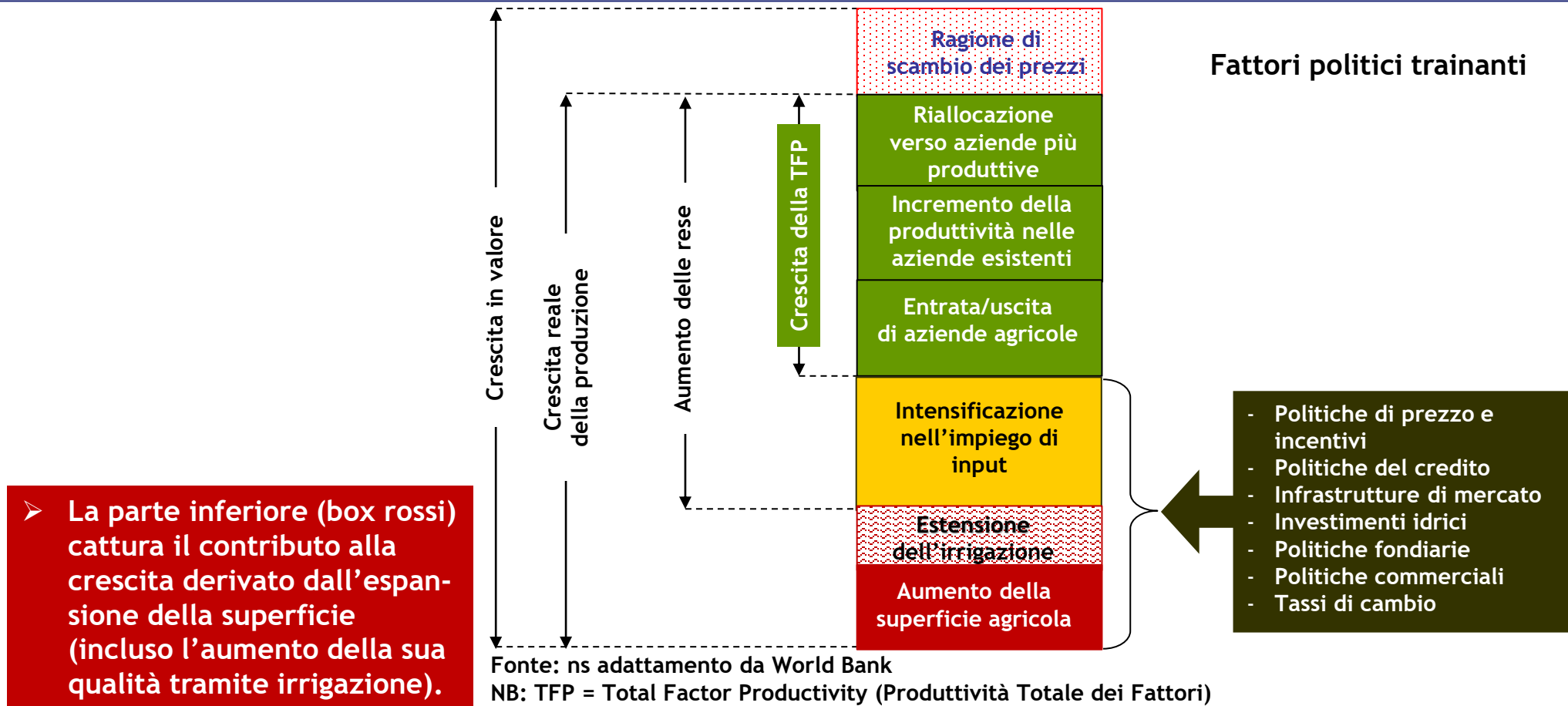


[1] Arativi e colture permanenti

Fonte: elaborazioni e adattamento da FAO (2012)
"World Agriculture Towards 2030/2050"

Nei Paesi in Via di Sviluppo (PVS), causa l'incremento demografico, la disponibilità media per abitante appare destinata a ridursi a poco più di 0,1 ha (100 m²): meno di un campo di pallavolo →

Scomposizione della crescita economica dell'agricoltura



➤ La parte inferiore (box rossi) cattura il contributo alla crescita derivato dall'espansione della superficie (incluso l'aumento della sua qualità tramite irrigazione).

1b. MIGLIORAMENTI FONDIARI: irrigazione

- L'entità degli investimenti cresce laddove il miglioramento implica la risorsa acqua (drenaggi, bonifiche, pozzi, canali, ecc.)
- I terreni irrigati sono aumentati considerevolmente già nell'800 in Asia Orientale (ad esclusione della Cina), nelle zone di agricoltura Mediterranea (comprese quelle extra europee).
- In Italia a ciò è corrisposto la realizzazione di importanti opere di canalizzazione nella seconda metà dell'800 (Canale Cavour, Canale Villoresi, ecc.) e delle bonifiche integrali nella prima metà del '900 (Agro Pontino, Polesine, piana di Arborea, ecc.) anche per la necessità di fare fronte alla malaria.
- Dopo la II Guerra Mondiale le superfici irrigate sono raddoppiate a livello mondiale, con un incremento dovuto principalmente a 3 paesi: India, Cina e Russia.

TABLE 4.10
Irrigated Acreage, by Continent, 1900–2000 (Million Hectares)

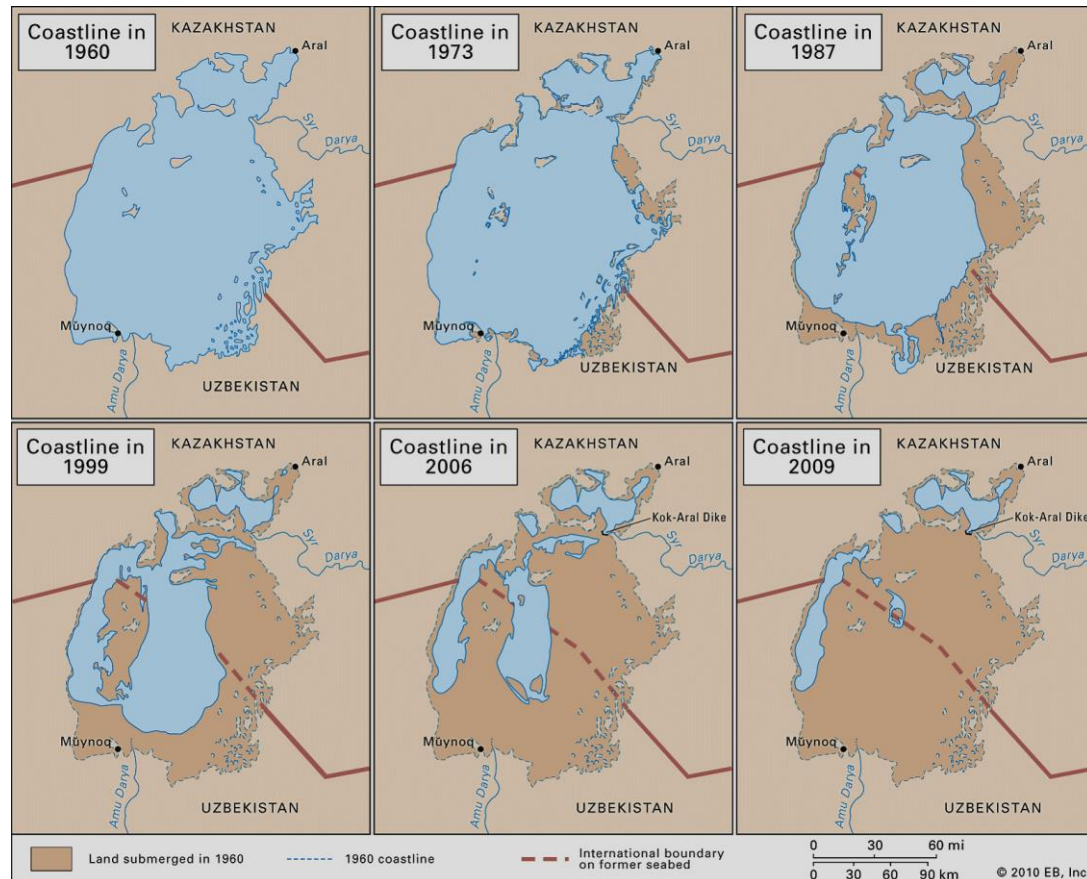
	1900s	1930s	1961	1970	1980	1990	2000	1961	2000
Africa	2.5	4	7.4	8.5	9.5	11.2	12.5	4.8	6.2
Europe	3.5	6	8.3	10.4	14.0	16.7	16.9	5.5	12.7
North Central America	4	11	17.9	20.9	27.6	28.9	31.4	6.9	11.7
South America	0.5	3	4.7	5.7	7.4	9.5	10.3	6.8	8.9
Oceania	0	0.5	1.1	1.6	1.7	2.1	2.5	3.1	4.8
Asia	30	57	90.2	109.7	132.4	155.0	180.5	20.6	35.3
USSR			9.4	11.1	17.2	20.8	19.9	3.9	9.2
World	40	81	139.0	167.8	209.7	244.3	274.2	10.3	18.3

Note: % ratio to total acreage (arable and tree crops).

Sources: **1900:** Framji et al. 1981, table ix. **1930s:** Clark 1970, table 25. **1961–2000:** FAO, Statistical Database.

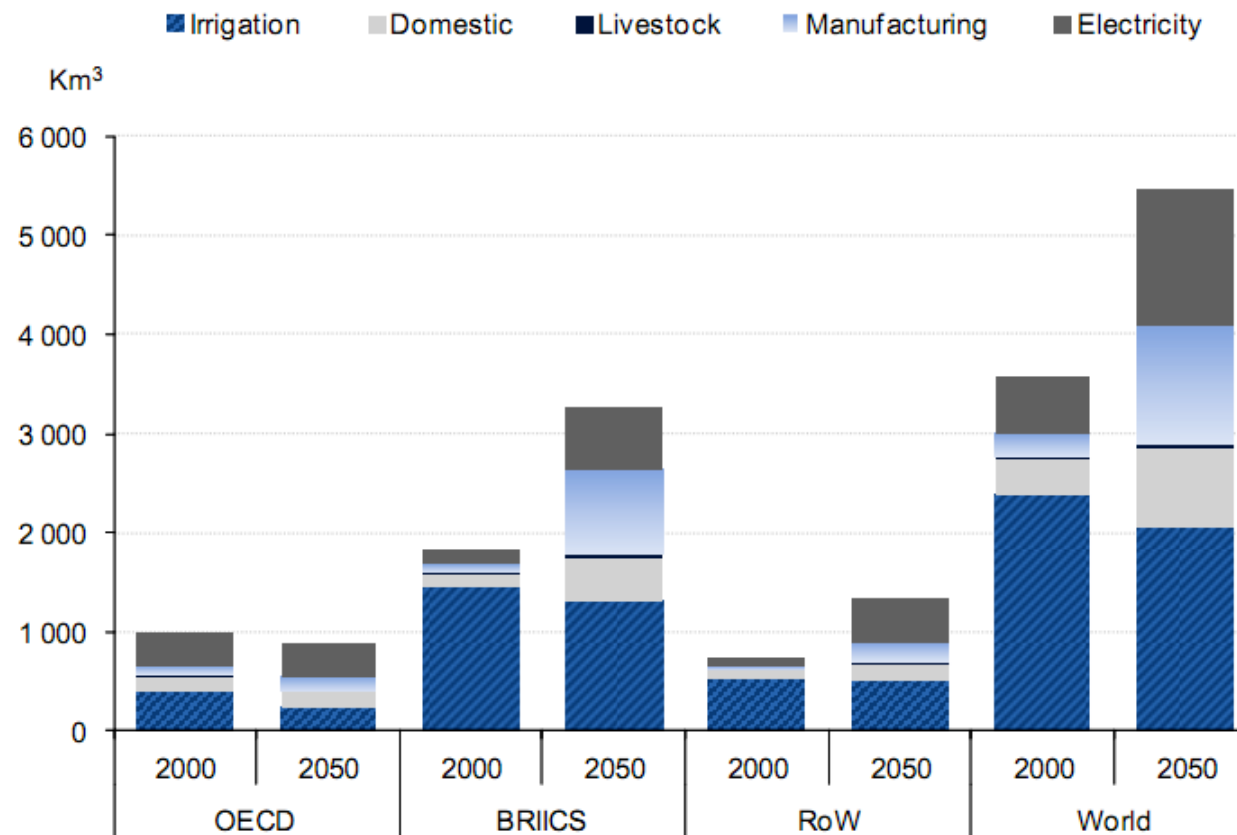
1b. MIGLIORAMENTI FONDIARI: irrigazione

- L'aumento delle superfici irrigate è stato essenziale per incrementare la produzione (si stima che il 40% della produzione derivi da queste aree), ma ha portato a volte anche alcuni problemi (es. salinizzazione, prosciugamento lago Aral) e si stima che oggi il 70% degli usi idrici umani sia destinato all'agricoltura.



Le sfide: l'uso dell'acqua

Figure E.1. Global water demand: Baseline scenario, 2000 and 2050



Nella seconda metà del 20° secolo l'area irrigata nei PVS è raddoppiata. Dal 2025 comunque diverse aree (Nord Africa, Cina sett.) potrebbero essere soggette a scarsità elevata o totale di acqua.

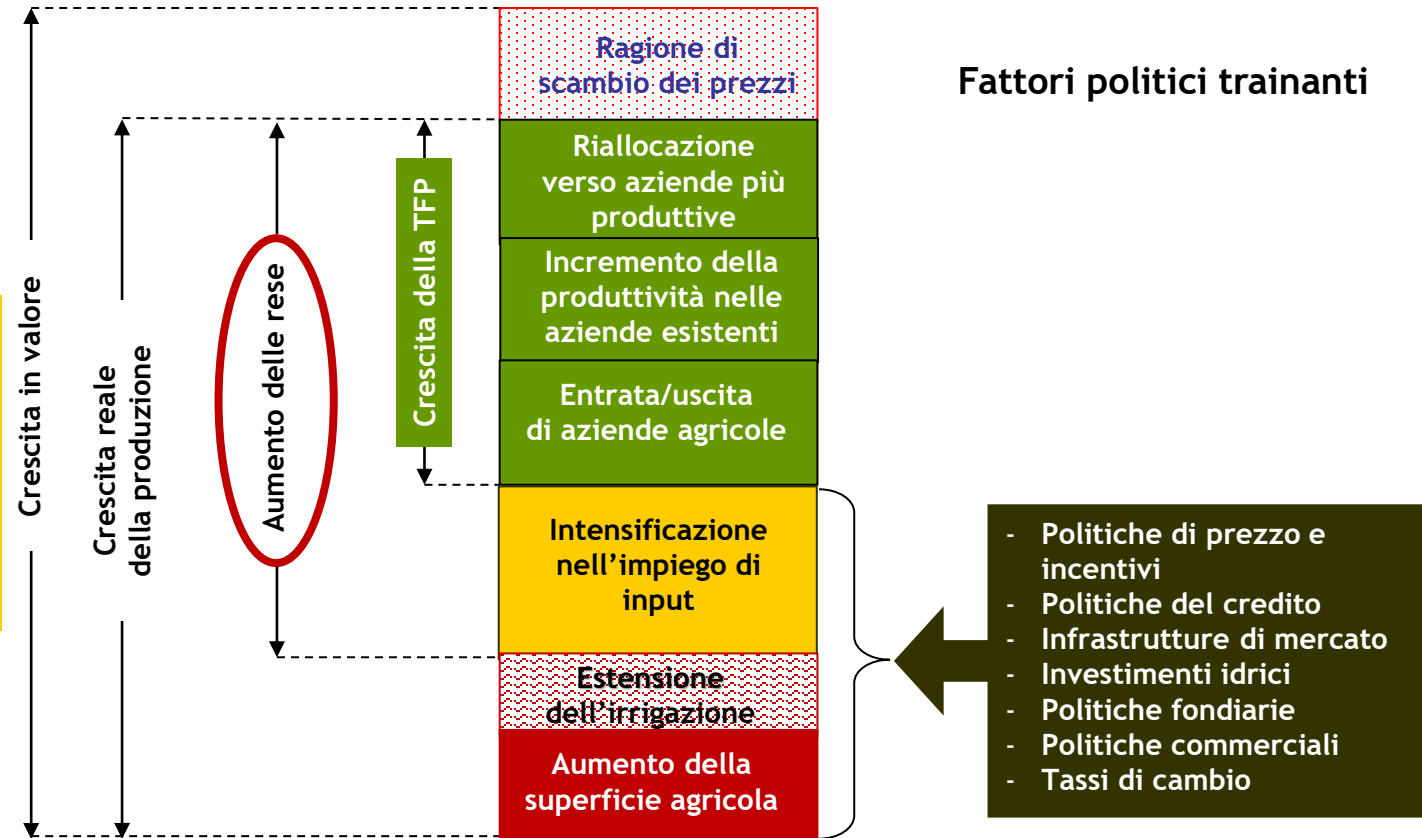
I sistemi e le tecniche irrigue hanno comunque alcuni margini di miglioramento.

Note: This figure does not consider rain-fed agriculture. BRICS includes: Brazil, Russia, India, Indonesia, China and South Africa. ROW – Rest of the World.

Source: OECD (2012a) *Environmental Outlook to 2050*, Paris, France, output from IMAGE suite of models.

Scomposizione della crescita economica dell'agricoltura

➤ La parte mediana (box giallo) cattura la crescita dovuta all'intensificazione degli input sulla superficie esistente (ad es. un maggior uso di capitale, lavoro e/o fertilizzanti per ettaro).



Fonte: ns adattamento da World Bank

NB: TFP = Total Factor Productivity (Produttività Totale dei Fattori)

2a. INTENSIFICAZIONE DEI FATTORI PRODUTTIVI: CAPITALI

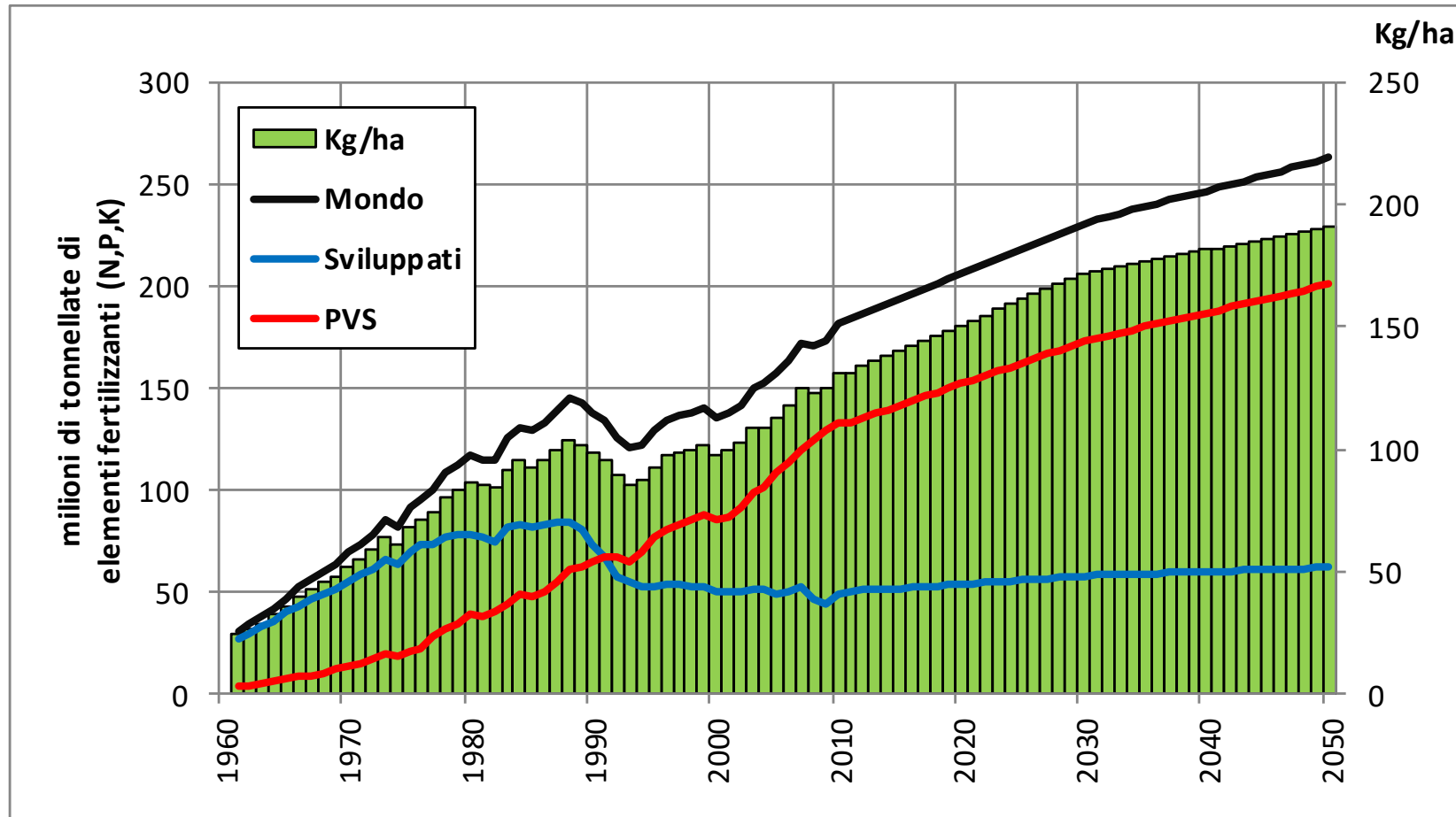
Il capitale in agricoltura si compone di 5 tipologie:

- miglioramenti fondiari
- edifici agricoli
- ➔ - attrezzature e macchine
- ➔ - bestiame
- ➔ - capitale d'esercizio

Le stime più complete portano ad evidenziare una continua crescita dello stock complessivo con picco raggiunto intorno agli anni '80 dello scorso secolo.

L'impiego di mezzi tecnici

Fig. 3 - Impiego di fertilizzanti : 1961-2009 e proiezioni 2030, 2050



Fonte: elaborazioni e adattamento da FAO (2012) "World Agriculture Towards 2030/2050"

2b. LAVORO

- L'evoluzione di lungo periodo indica come il calo dei lavoratori agricoli cominci a manifestarsi in uno stadio avanzato dello sviluppo economico: prima del 1910 il declino si manifesta solo nel Regno Unito, in Belgio e in Francia, tra le due guerre in Germania e negli USA.
- Ciò implica che anche nei paesi per i quali non esistono serie storiche sul numero dei lavoratori agricoli (tutti PVS) è lecito aspettarsi fino a dopo la II guerra mondiale un aumento in termini assoluti.
- La seconda parte del '900 presenta percorsi evolutivi divergenti tra Paesi sviluppati (dove il calo è generalizzato e drastico) e i PVS soprattutto asiatici
- Per il futuro è lecito aspettarsi che anche in questi paesi si arrivi, presto o tardi, alla fase di declino.

POPOLAZIONE ATTIVA PER SETTORE DI ATTIVITA' ECONOMICA (in migliaia)

ANNO	AGRICOLTURA		INDUSTRIA		SERVIZI		POPOLAZIONE			[2]	RESIDENTI
		% sul totale attivi [1]		% sul totale attivi [1]		% sul totale attivi [1]	ATTIVA [1]	NON ATTIVA [2]	TOTALE RESIDENTI	----- [1]	----- ATT. AGR.
1861	10.827	69,7%	2.806	18,1%	1.902	12,2%	15.535	10.793	26.328	0,7	2,4
1901	10.301	61,7%	3.716	22,3%	2.678	16,0%	16.695	17.083	33.778	1,0	3,3
1921	9.731	55,7%	4.338	24,8%	3.399	19,5%	17.468	20.388	37.856	1,2	3,9
1936	9.177	49,4%	5.075	27,3%	4.331	23,3%	18.583	23.816	42.399	1,3	4,6
1951	8.261	42,2%	6.290	32,1%	5.026	25,7%	19.577	27.939	47.516	1,4	5,8
1961	5.693	29,1%	7.963	40,6%	5.936	30,3%	19.592	31.032	50.624	1,6	8,9
1971	3.243	17,2%	8.350	44,3%	7.238	38,4%	18.831	35.306	54.137	1,9	16,7
1981	2.240	11,1%	8.002	39,5%	10.004	49,4%	20.246	36.311	56.557	1,8	25,2
1991	1.630	7,6%	7.601	35,6%	12.092	56,7%	21.323	35.455	56.778	1,7	34,8
2001	1.154	5,5%	7.029	33,5%	12.811	61,0%	20.994	36.002	56.996	1,7	49,4
2011	1.277	5,5%	6.230	27,1%	15.511	67,4%	23.018	36.416	59.434	1,6	46,5

Fonte: Elaborazioni D. Frisio-DEMM su dati Istat (Censimenti della Popolazione)

Il periodo del boom economico (tra il 1951 e il 1971):

- Il settore industriale conquista la maggioranza relativa di attivi, arrivando al 44%, l'agricoltura è superata anche dal settore dei servizi e in 20 anni perde circa 5 milioni di attivi → grande esodo dalle campagne verso il triangolo industriale **GE**nova-**MIL**ano-**TO**rino

L'economia post-industriale:

- Il settore dei servizi conquista la maggioranza relativa degli attivi nel 1981, per arrivare alla maggioranza assoluta dopo il 1991, l'agricoltura scende progressivamente a poco più di un milione di attivi
- Ogni agricoltore, figurativamente, è in grado di sfamare oltre a sé stesso quasi 50 persone (2001)



Il paradigma Italia: lavoro vs meccanizzazione

ANNO	SAU (.000 ha)	SAU per ATTIVO (ha)	Popola zione per ha SAU	CV (.000)	Trattori CV per ha SAU	CV per att.agr.
1921	21.544	2,2	1,8			
1936	21.341	2,3	2,0			
1951	20.611	2,5	2,3	1.647	0,1	0,2
1961	20.930	3,7	2,4	7.853	0,4	1,4
1971	20.180	6,2	2,7	24.825	1,2	7,7
1981	15.842	7,1	3,6	52.139	3,3	23,3
1991	15.045	9,2	3,8	78.793	5,2	48,3
2001	13.206	11,7	4,3	94.137	7,1	83,6

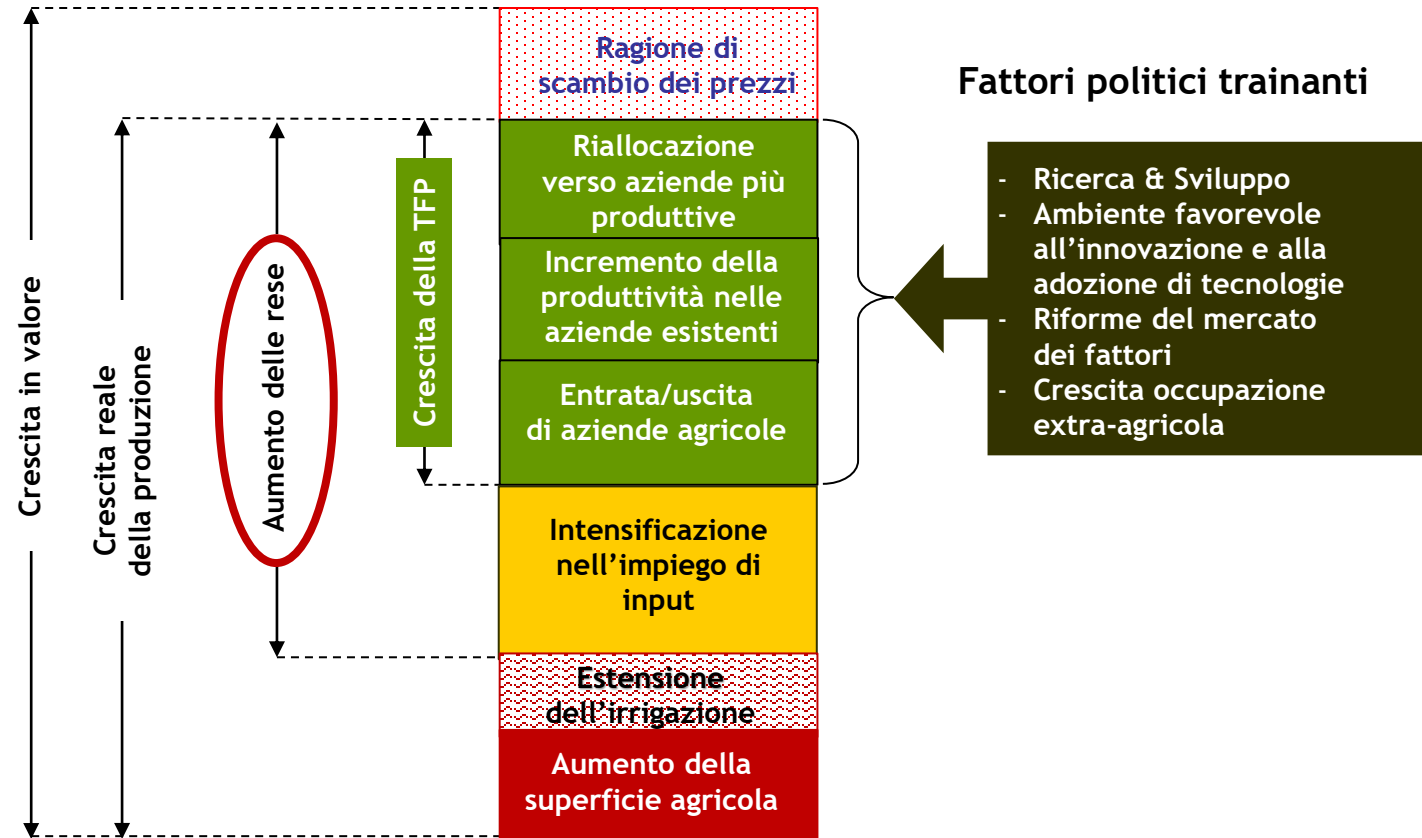
Fonte: Elaborazioni DEPAAA su dati Istat

NB: SAU = Superficie agricola utilizzata

= Seminativi + coltivazioni arboree + prati e pascoli

Scomposizione della crescita economica dell'agricoltura

➤ La parte superiore (box verdi) rappresenta la crescita della TFP, dove la TFP riflette l'efficienza media con cui tutti gli input sono trasformati in output.



Fonte: ns adattamento da World Bank

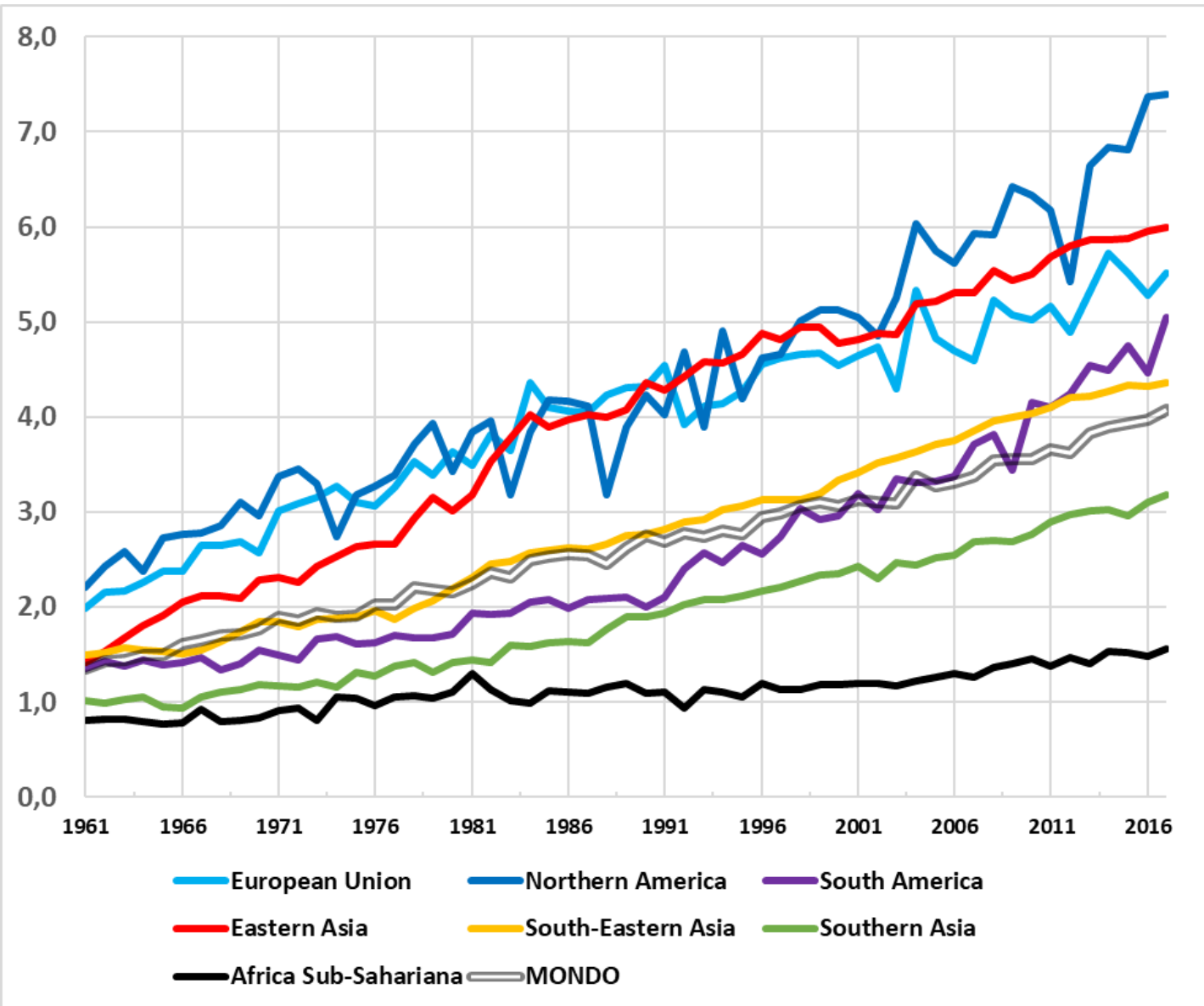
NB: TFP = Total Factor Productivity (Produttività Totale dei Fattori)

La **crescita della TFP** è la somma di tutti i cambiamenti di produttività che avvengono nelle singole aziende agricole. Essa può essere a sua volta scomposta in modo consueto in tre componenti (Cusolito e Maloney, 2018):

- 1) **Riallocazione dei fattori della produzione:** ad es. terra o input da aziende meno produttive a aziende più produttive
- 2) **Incremento della produttività** nelle aziende esistenti grazie a innovazioni tecnologiche o gestionali
- 3) **Entrata** di aziende con capacità produttive più elevate vs. **uscita** di aziende meno produttive

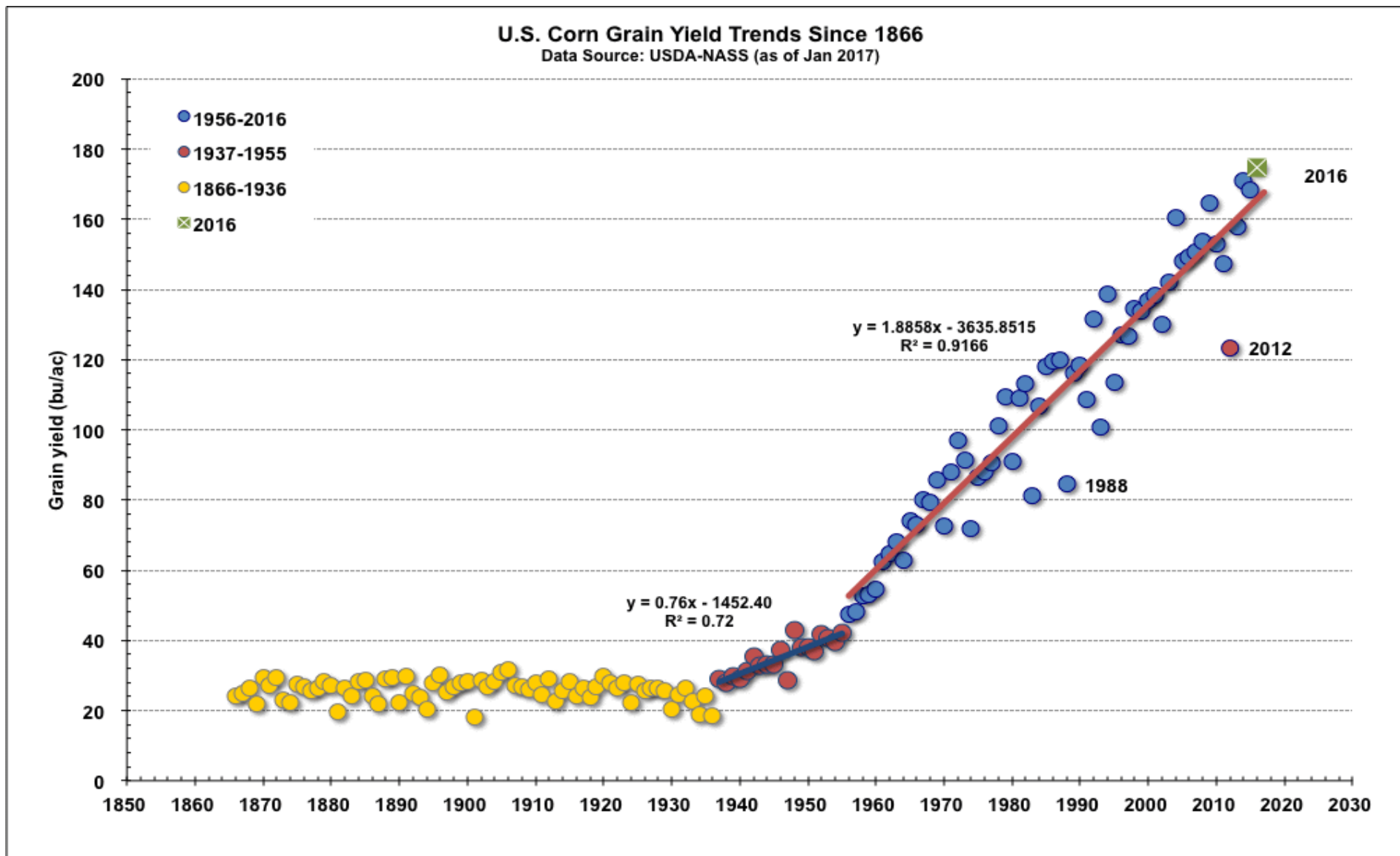
Rese medie dei cereali (t/ha)

2017/1961	
European Union	2,8
Northern America	3,4
South America	3,7
Eastern Asia	4,2
South-Eastern Asia	2,9
Southern Asia	3,1
Sub-Saharan Africa	1,9
WORLD	3,0



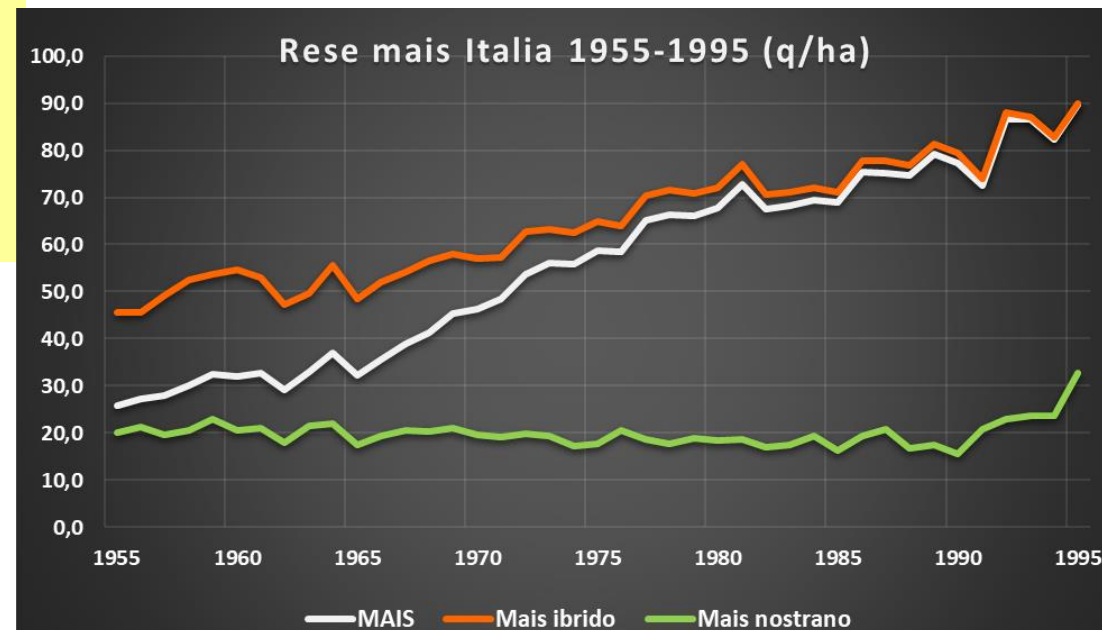
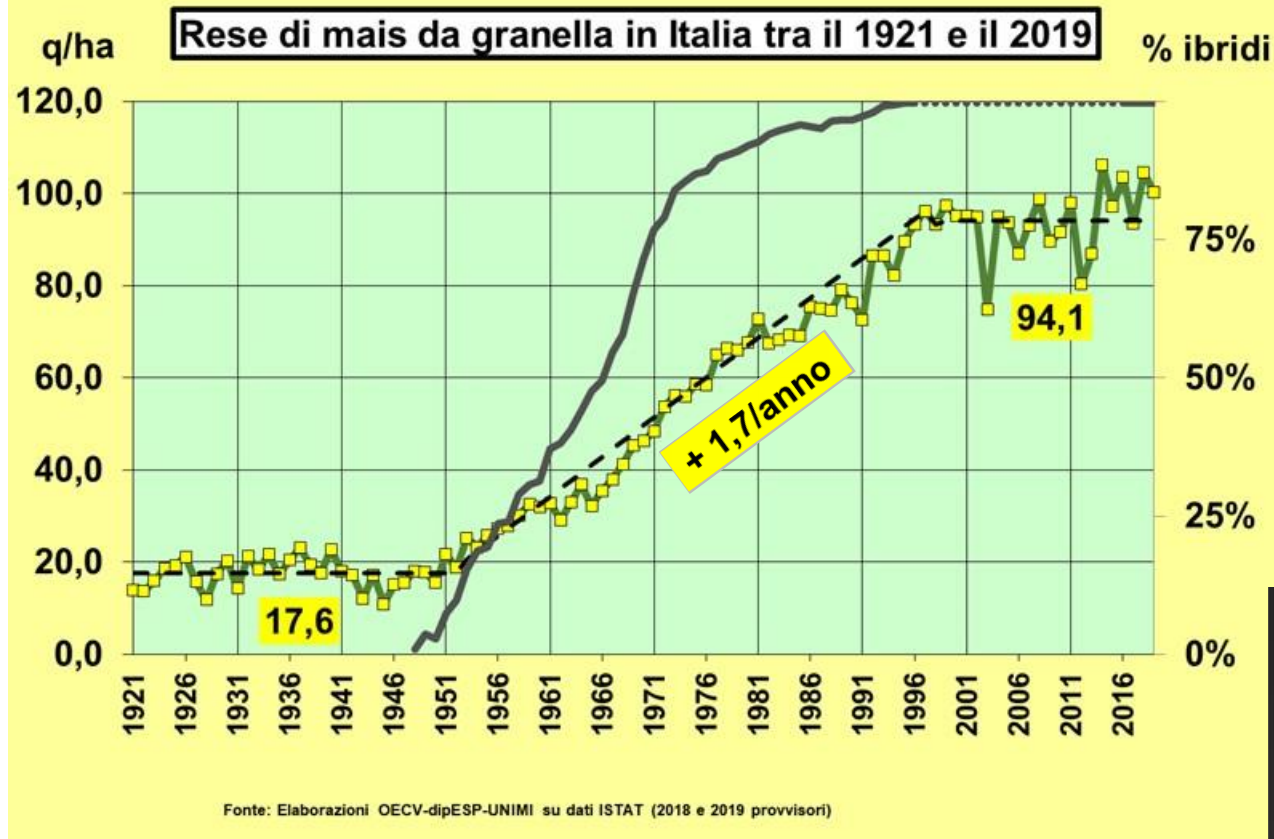
Fonte: ns. elaborazioni dati FAOSTAT

Mais: confronto USA-Italia



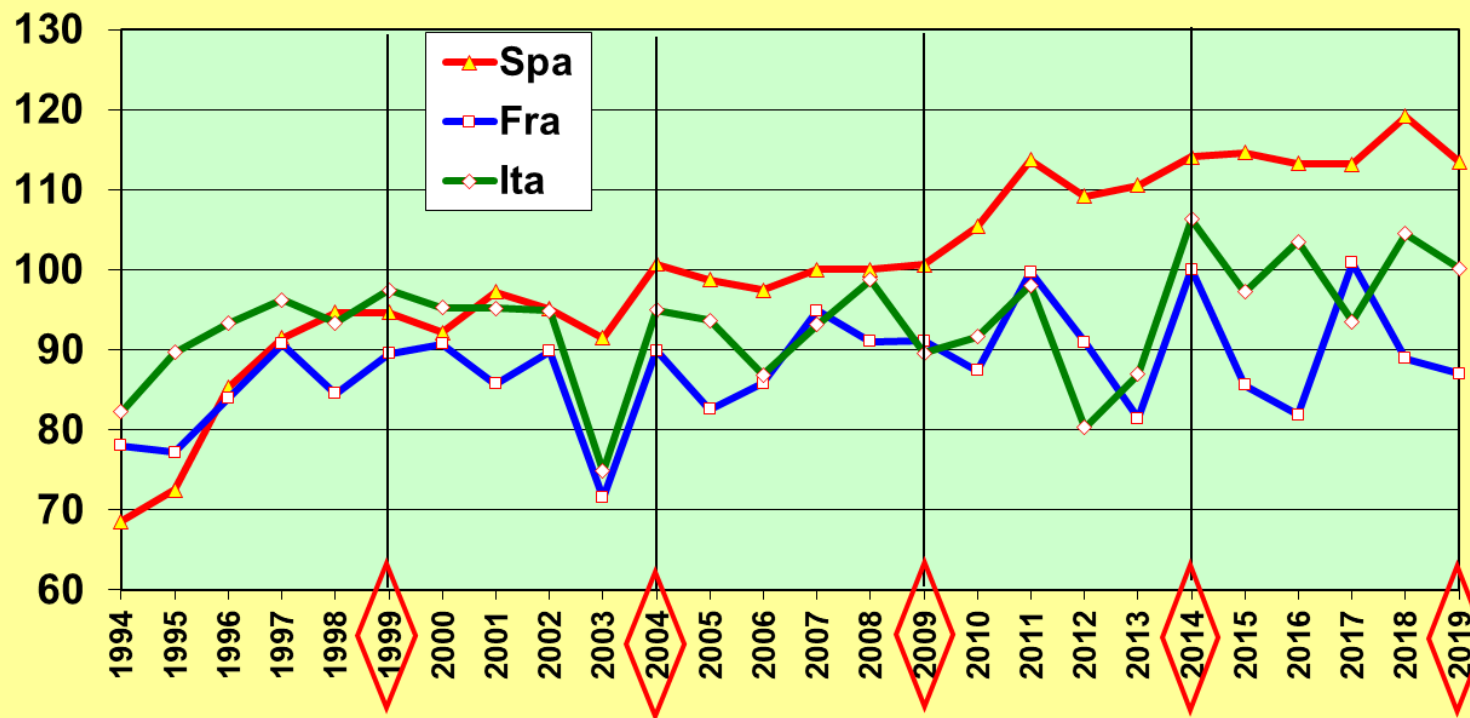
Fonte: <http://www.kingcorn.org/news/timeless/YieldTrends.html>

Mais: confronto USA-Italia



Rese mais: confronti europei

Rese del mais da granella (q/ha)



Fonte: Eurostat e Istat

Francia:

- Nuovo calo sotto la soglia dei 90 q/ha che segue l'ottima annata 2017 (record storico) e il pessimo biennio 2015-16.
- Negli ultimi 8 anni:
MIN 81,9 q/ha (2016)
MAX 100,9 q/ha (2017)

Spagna:

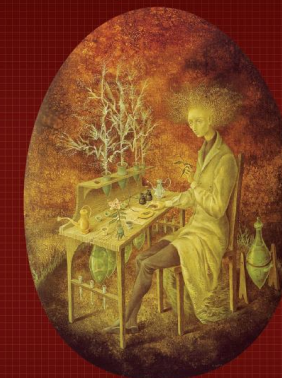
- nel 2019 lieve flessione (113,5 q/ha)
- rese medie comunque decisamente superiori e stabili
- Negli ultimi 8 anni:
MIN 109,2 q/ha (2012)
MAX 119,2 q/ha (2018)

Yield-gap

Stima delle potenziali perdite di produzione senza protezione fisica, chimica o biologica e attuali perdite colturali

<i>Agenti biotici</i>	Perdite potenziali in % sulle rese medie			Perdite attuali in % sulle rese medie			Efficacia delle attuali tecniche nel contenere le perdite		
	Frumento	Riso	Mais	Frumento	Riso	Mais	Frumento	Riso	Mais
Infestanti	23,0	37,1	40,3	7,7	10,2	10,5	67%	73%	74%
Insetti	8,7	24,7	15,9	7,9	15,1	9,6	9%	39%	40%
Patogeni	15,6	13,5	9,4	10,2	10,8	8,5	35%	20%	10%
Virus	2,5	1,7	2,9	2,4	1,4	2,7	4%	18%	7%
Totale	49,8	77,0	68,5	28,2	37,5	31,3	43%	51%	54%

Fonte: ns. adattamento da Oerke (2006) "Crop losses to pests"

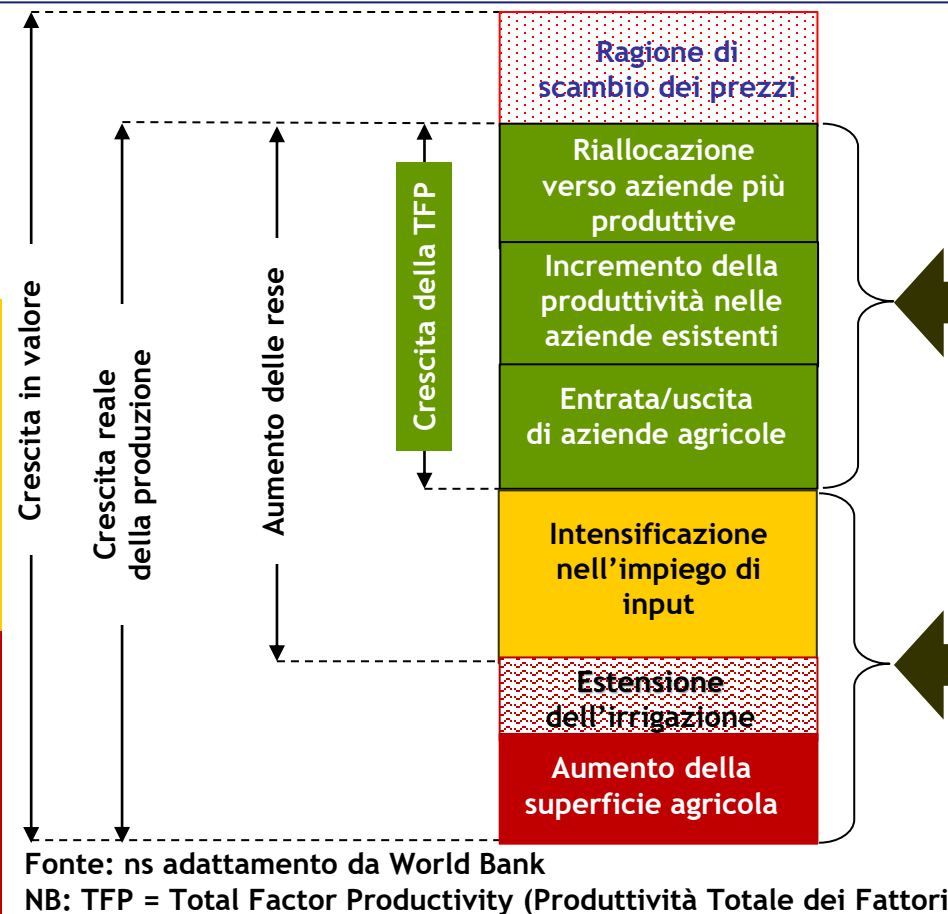


Scomposizione della crescita economica dell'agricoltura

➤ La parte superiore (box verdi) rappresenta la crescita della TFP, dove la TFP riflette l'efficienza media con cui tutti gli input sono trasformati in output.

➤ La parte mediana (box giallo) cattura la crescita dovuta all'intensificazione degli input sulla superficie esistente (ad es. un maggior uso di capitale, lavoro e/o fertilizzanti per ettaro).

➤ La parte inferiore (box rossi) cattura il contributo alla crescita derivato dall'espansione della superficie (incluso l'aumento della sua qualità tramite irrigazione).



Fattori politici trainanti

- Ricerca & Sviluppo
- Ambiente favorevole all'innovazione e alla adozione di tecnologie
- Riforme del mercato dei fattori
- Crescita occupazione extra-agricola

- Politiche di prezzo e incentivi
- Politiche del credito
- Infrastrutture di mercato
- Investimenti idrici
- Politiche fondiari
- Politiche commerciali
- Tassi di cambio

La crescita della TFP è la somma di tutti i cambiamenti di produttività che avvengono nelle singole aziende agricole. Essa può essere a sua volta scomposta in modo consueto in tre componenti (Cusolito e Maloney, 2018):

- 1) **Riallocazione dei fattori della produzione:** ad es. terra o input da aziende meno produttive a aziende più produttive
- 2) **Incremento della produttività nelle aziende esistenti** grazie a innovazioni tecnologiche o gestionali
- 3) **Entrata di aziende con capacità produttive più elevate vs. uscita di aziende meno produttive**

Productivity Has Replaced Resource Intensification as the Primary Source of Growth in World Agriculture

The figure below decomposes global agricultural growth (measured by the height of the bars, in average annual percent growth) into growth due to expanding the use of resources and to raising TFP.

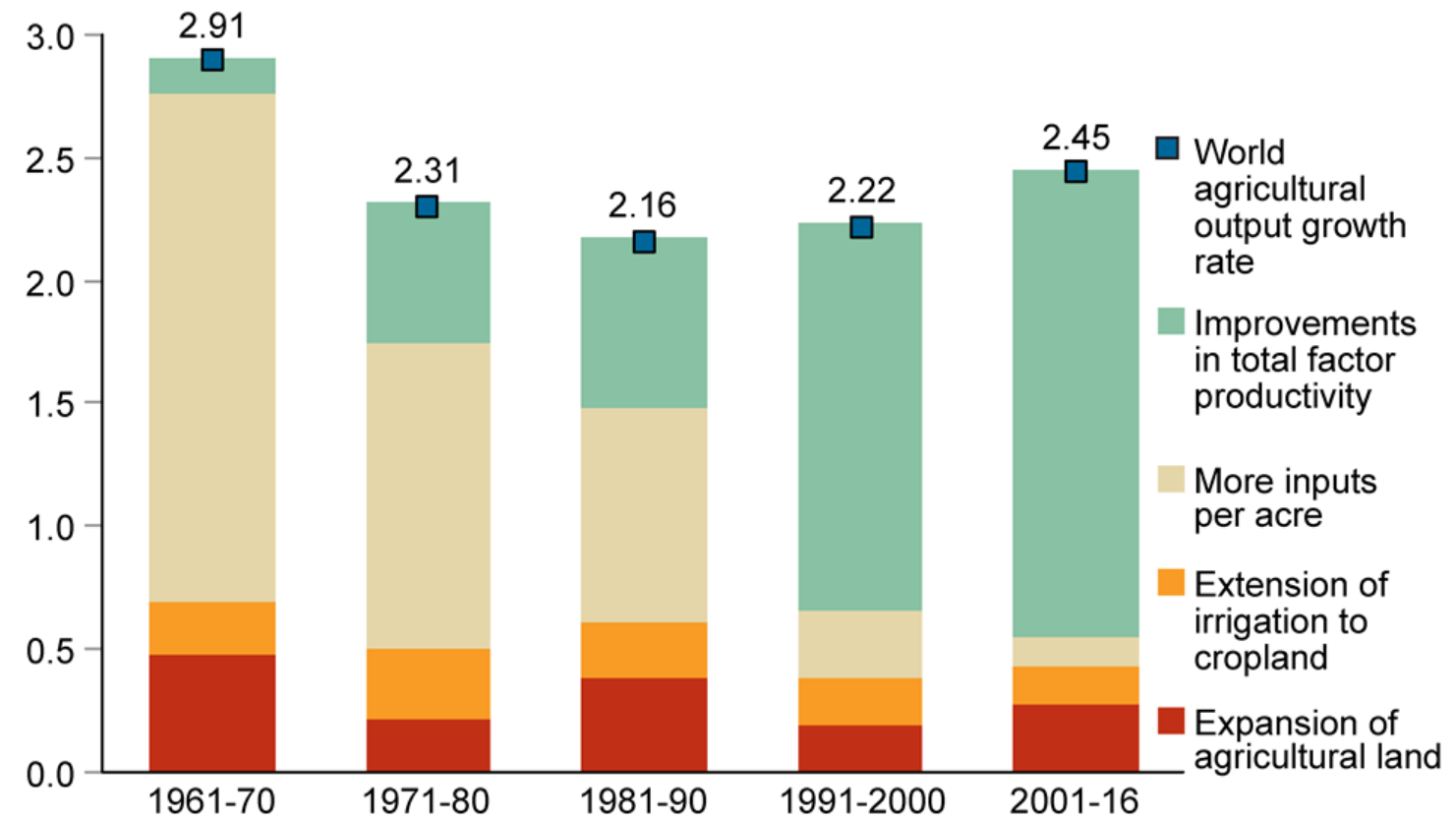
The chart shows that output growth was slowing in the 1970s and 1980s but then accelerated in the 1990s and 2000s.

In the latest period (2001-16), global output of total crop and livestock commodities grew by an average rate of 2.45 percent per year.

During this period, global agricultural TFP increased an annual rate of 1.90 percent.

Sources of growth in global agricultural output, 1961-2016

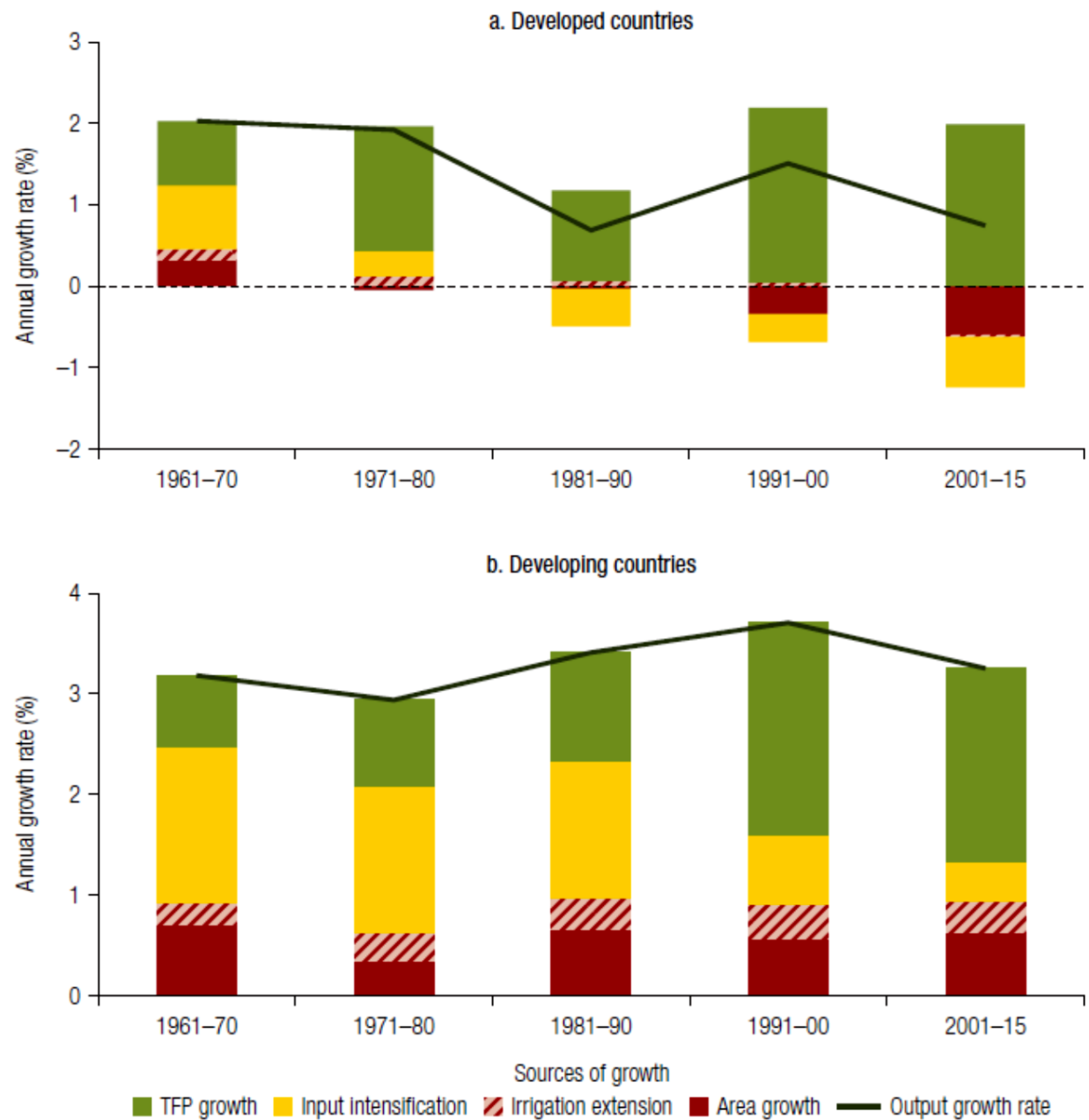
Output growth rate
(annual average percent change)



Source: USDA, Economic Research Service, International Agricultural Productivity data product. Data and methods as of November, 2019.



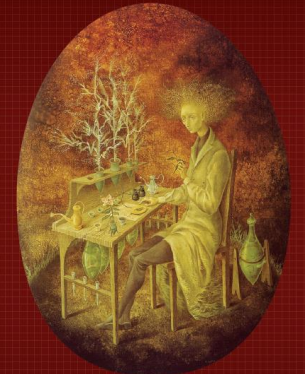
FIGURE 1.8 As the Amount of Land and Labor Shrinks in the Agricultural Sector, Growth Has Been Entirely Due to Improved Total Factor Productivity in Both Developed and Developing Countries



Source: USDA-ERS 2018.

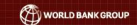
Note: TFP = total factor productivity.

Harvesting Prosperity



Technology and Productivity
Growth in Agriculture

Keith Fuglie, Madhur Gautam, Aparajita Goyal, and William F. Maloney



Productivity and Agricultural Output Growth Vary Across Country Income Groups

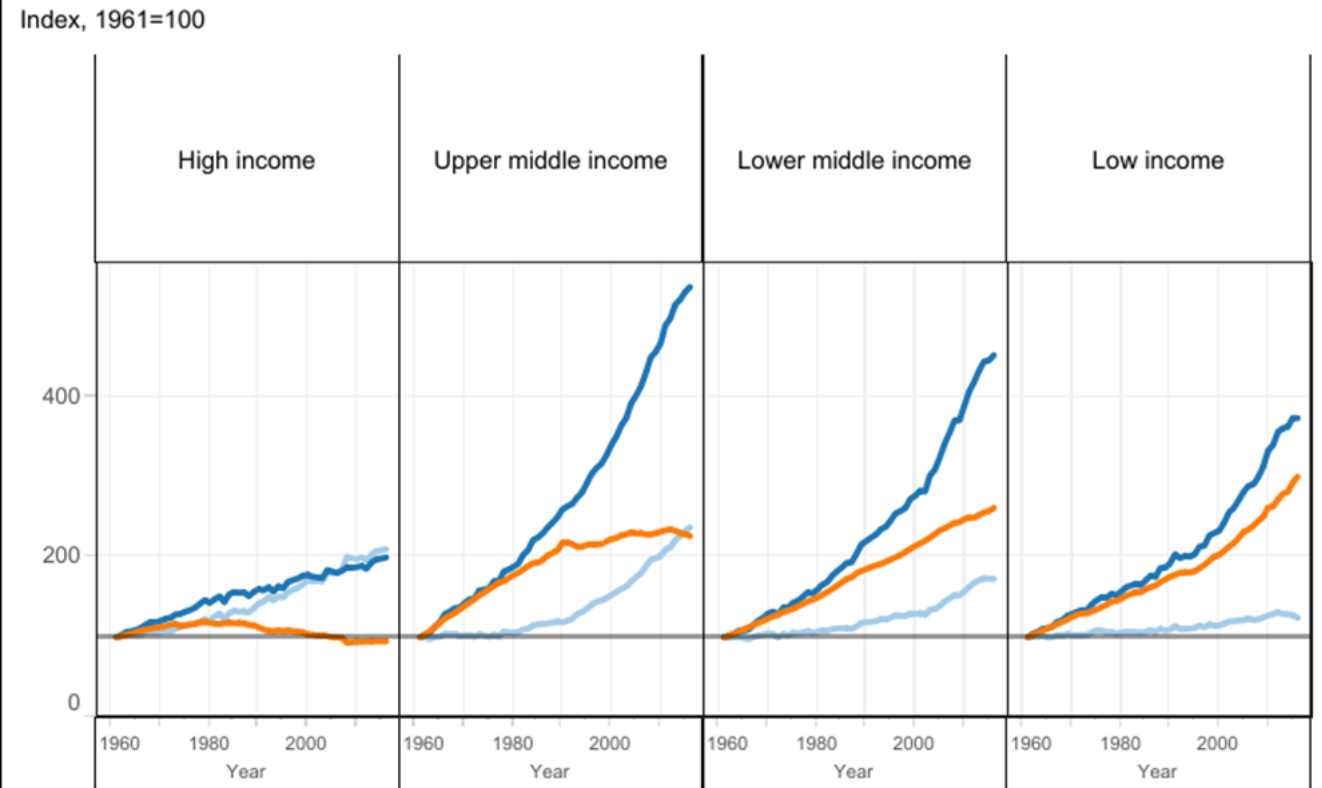
The indexes show the growth in total agricultural outputs and total input use relative to 1961 levels.

In high income countries, agricultural output has grown relatively slowly (but doubling over 1961-2016) while total input use has declined.

Agricultural output has grown most rapidly in middle income countries, where productivity began to take off in the 1990s.

Output has also grown fairly rapidly in low income countries (many of which are in Sub-Saharan Africa), but growth here has relied heavily on bringing more inputs into production rather than on raising productivity.

Trends in agricultural outputs, inputs, and total factor productivity (TFP) by country income group, 1961-2016



Country income group (select)

- High income
- Upper middle income
- Lower middle income
- Low income

Measure (select)

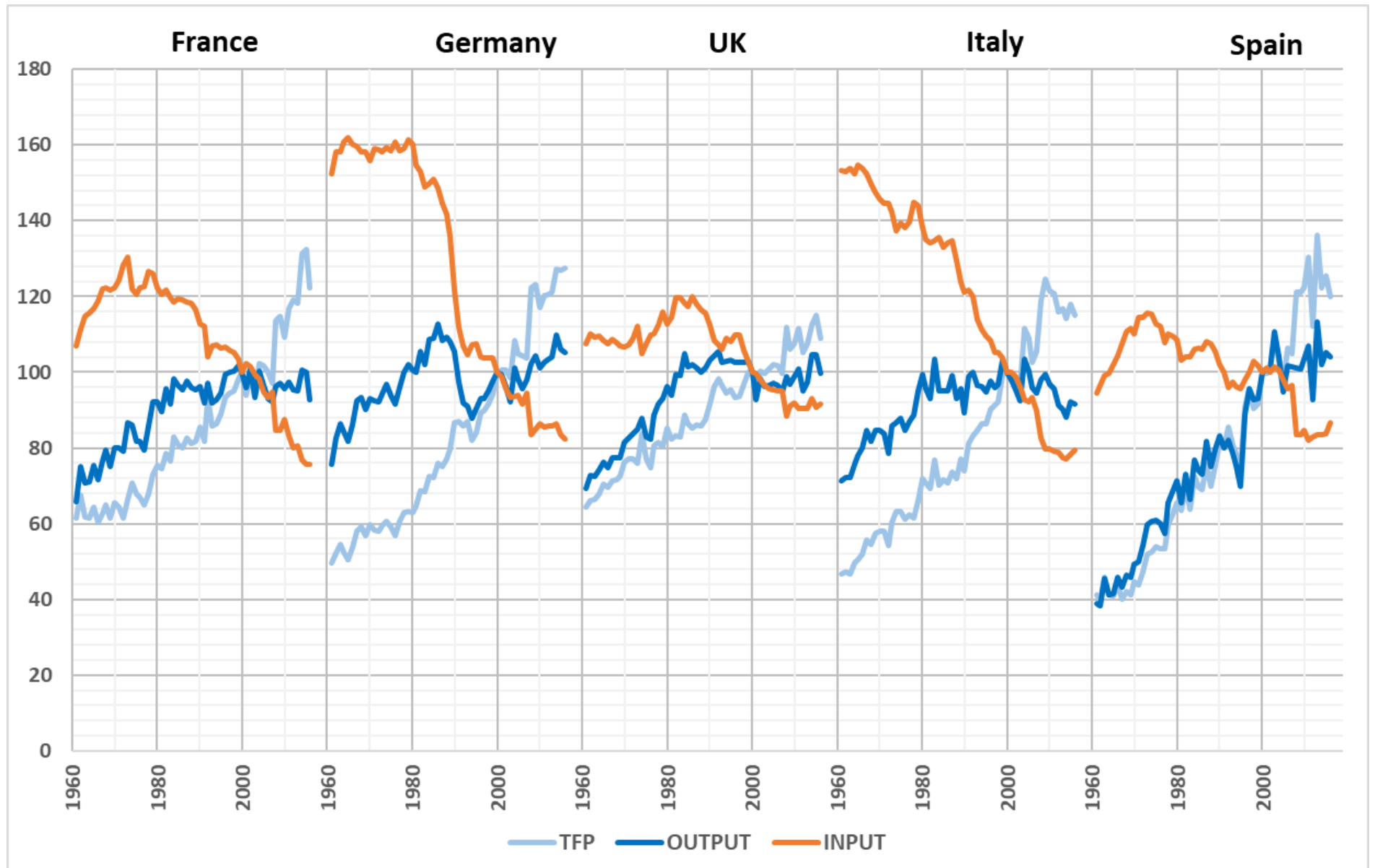
- Inputs
- Outputs
- TFP

Legend

- Inputs
- Outputs
- TFP

Source: USDA, Economic Research Service, International Agricultural Productivity data product. Data and methods as of November, 2019.

Productivity and Agricultural Output Growth Vary Across European Countries (Index: 2000=100)



Tra passato e futuro

Variabili	Unità di misura	1961/63	2005/07	2050	1961/63-2005/07		2005/07-2050	
					Var.ass.	Var.%	Var.ass.	Var.%
Popolazione	milioni di persone	3.133	6.569	9.111	3.436	110%	2.542	39%
Consumo alimentare giornaliero	kcal procapite al giorno	2.231	2.772	3.070	541	24%	298	11%
Consumo alimentare totale	trilioni di calorie	2,6	6,7	10,4	4,2	164%	3,7	55%
Produzione agricola	indice: 2005/07 = 100	37	100	160	63	170%	60	60%
Cereali	milioni di tonnellate	843	2.068	3.009	1.225	145%	941	46%
Carne	milioni di tonnellate	72	258	455	186	258%	197	76%
Superficie agricola	milioni di ettari	1.376	1.531	1.661	155	11%	130	8%
Superficie irrigabile	milioni di ettari	142	302	322	160	113%	20	7%
Rese cereali	tonnellate/ha	1,3	2,9	3,9	1,7	128%	1,0	34%
Consumo elementi fertilizzanti	milioni di tonnellate NPK	34	166	263	132	388%	97	58%
Popolazione sottanutrita ^a	milioni di persone	980 ^b	827	318	-153	-16%	^c -509	-62%
Incidenza sottanutrizione ^a	% su totale popolazione	23,2 ^b	15,9	4,1	-7,3	-31%	^c -11,8	-74%

^a Dato riferito ai Paesi in Via di Sviluppo; ^b Periodo 1990/92; ^c Variazione 1990/92 - 2005/07

Fonte: elaborazioni e adattamento da FAO (2012) "World Agriculture Towards 2030/2050"

Sostenibilità: finalità sovrapponibili e/o concorrenti

S = sostenibilità

P = produttive

E = economiche

- Produttività dei sistemi e delle pratiche agricole
- Qualità e sicurezza degli alimenti
- Disponibilità e accessibilità dei prodotti

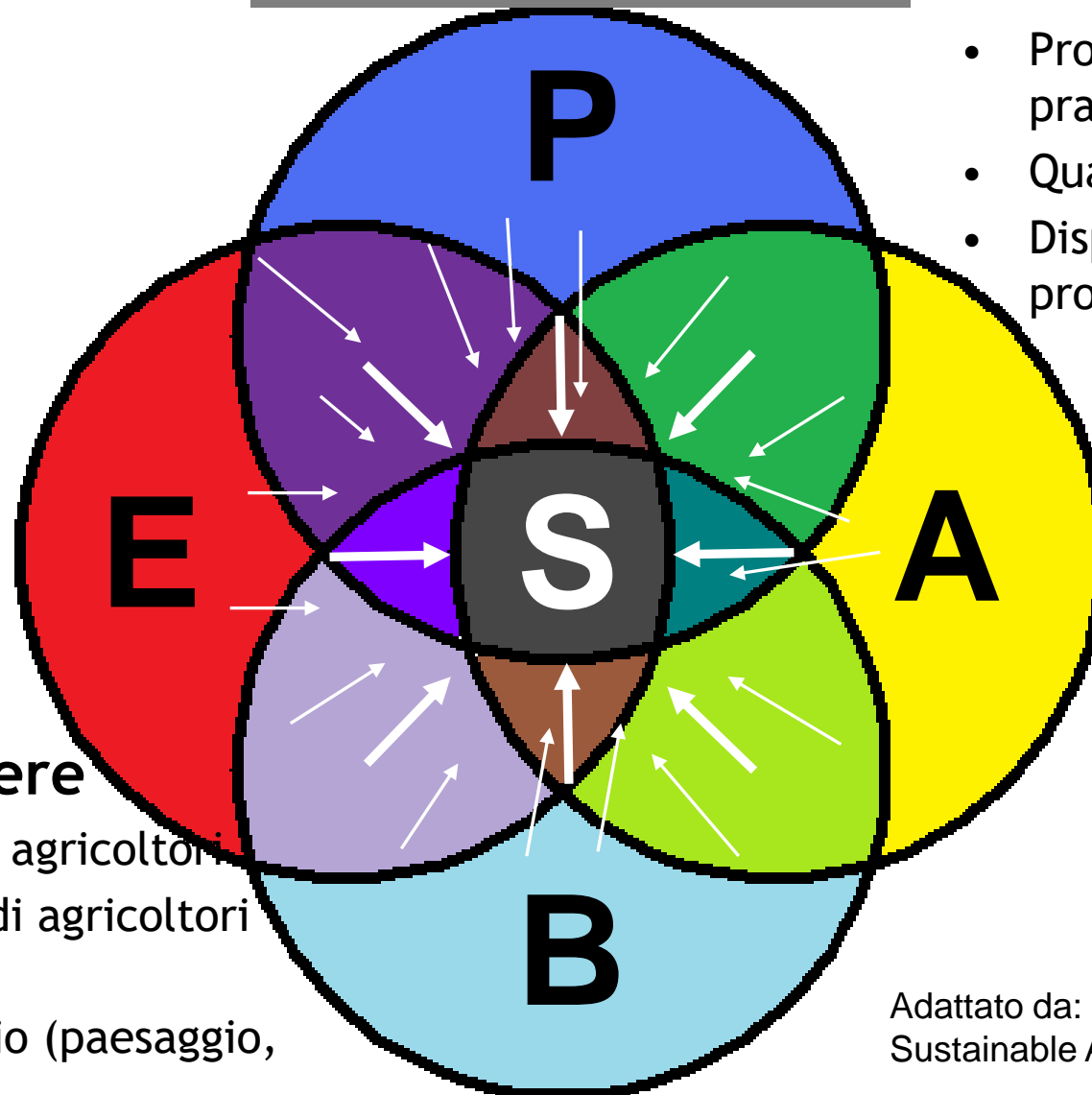
- Redditività dell'agricoltura
- Sicurezza economica per gli operatori agricoli
- Alimenti a prezzi accessibili
- Autosufficienza

A = ambientali

- Qualità di acqua, suolo e aria
- Mantenere risorse per le future generazioni
- Biodiversità
- Benessere animale
- Contributo alla lotta contro i cambiamenti climatici

B = benessere

- Standard di vita degli agricoltori
- Salute e benessere di agricoltori e consumatori
- Fruizione del territorio (paesaggio, alimenti)



Adattato da: National Research Council (2010) "Toward Sustainable Agricultural Systems in the 21st Century"

BergamoScienza

Quando l'agricoltura fa male all'ambiente

Francesco Salamini

In un futuro non lontano, l'approvvigionamento di cibo può entrare in uno stato di crisi. Esiste, cioè, la probabilità che a livello planetario si disponga di meno cibo di quanto necessario. Per sé, questa è una notizia cattiva, ma è ancora peggiore se si considera l'interazione tra agricoltura e ambiente: sarebbe necessario arare più terre, o usare più acqua per irrigare i coltivi, o abbattere più foreste, o usare più prodotti agrochimici.

Questo però peggiora la salute degli ecosistemi. Il lettore osserverà che da molti anni siamo esposti a questi dubbi e litanie, ma che la realtà e la capacità di intervento umano li ha poi vanificati. Anch'io ho considerato simili possibilità... fino al 2018, quando un articolo di un autorevole gruppo di scienziati (Sprigmann et al., 2018. *Nature* doi.org/10.1038) dimostrò che tra il 2010 e il 2050 l'impatto dell'agricoltura sull'ambiente può aumentare del 50-90% e, soprattutto, che può andare oltre i limiti di abitabilità del pianeta. La prima considerazione su quei dati - pubblicati dalla più autorevole rivista scientifica del mondo - mi rese ansioso (Treccani: stato di apprensione, dovuto a timore, incertezza, attesa di qual-

cosa). Questo, non tanto per il pericolo adombrato, quanto per la possibilità che lo stato dell'arte descritto non fosse, in generale, recepito nella sua gravità. Non è stato il caso: le cinque più autorevoli organizzazioni internazionali che si dedicano alle produzioni agricole, al cibo e alla salute (i loro acronimi sono FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO), nel 2019 hanno congiuntamente prodotto un corposo documento che conferma le conclusioni di Sprigmann.

Se lo scenario è questo, cosa fare? Il tentativo di risposta deve considerare che quando si discute di modelli agricolo-sociali, il futuro viene immaginato con visioni molto diverse, e, soprattutto, contrapposte; semplificando, un giornalista anglosassone le ha definite la visione dei profeti e quella dei maghi. Wiliam Vogt è il più noto rappresentante dei profeti dell'Ambientalismo apocalittico: la sua soluzione è il ritorno a epoche preindustriali, una soluzione inattuabile a causa dell'impossibilità di gestire la forza lavoro: i nipoti di quelli che hanno abbandonato l'agricoltura sono inurbati e non hanno nessun desiderio di ritornare alla terra e alle sue fatiche. Norman Borlaug, premio Nobel per la pace, è l'ar-



Divulgazione scientifica
La manifestazione è alla XVII edizione

chetipo dei maghi, un Tecno-ottimista: la tecnologia offre soluzioni; si può ridurre il numero di agricoltori e mantenere bassi i prezzi dei prodotti agricoli, producendo di più, cioè innovando. Chi scrive è un tecno-ottimista, convinto però che i sistemi agricoli attuali sono suscettibili di significativi miglioramenti nei contenuti di agroecologia. La necessità futura di produrre ancora più cibo, tuttavia, richiede che l'agricoltura rimanga altamente intensiva.

Tra i sistemi alternativi all'agricoltura convenzionale, l'agricoltura biologica si distingue per mantenere la diversità tra varietà e tra specie coltivate, per l'uso di coperture vegetali e per escludere concimi e antiparassitari di sintesi. Rappresenta un approccio da considerare in previsione del 2050. Ha i suoi problemi: un difficile controllo delle infestanti e dei parassiti, una ridotta disponibilità di concime organico, la produttività del lavoro ridotta del 22-95%. Dovrebbe essere influenzata più dalla scienza che dalla tradizione, cioè si dovrebbe aprire all'innovazione.

Una realistica possibilità di creare nuovi sistemi agricoli richiederebbe un deciso intervento sui genomi delle piante agrarie per renderle immuni

IL FESTIVAL

Fino al 20 ottobre

Nell'ambito della XVII edizione del festival di divulgazione scientifica BergamoScienza (www.bergamoscienza.it) domenica 20 ottobre alle ore 11.30 al Centro Congressi Giovanni XXIII in È possibile sfamare il mondo in modo sostenibile?, Francesco Salamini, uno dei massimi esperti italiani nel campo della biotecnologia applicata, insieme alla biologa Paola Bonfante e all'esperto di genetica agraria Carlo Pozzi, rifletterà sulla capacità degli uomini di produrre e ridistribuire il cibo. Inaugurata ieri, per 16 giorni BergamoScienza anima la città con eventi tutti gratuiti - conferenze, laboratori interattivi, spettacoli, mostre - con scienziati di fama internazionale, che tratteranno di scienza in modo interdisciplinare e con un linguaggio accessibile a tutti. La chiusura del festival, domenica 20 ottobre, sarà affidata al Premio Nobel per la Chimica 2001, Barry Sharpless, padre della click-chemistry

dalle malattie; gli sviluppi in atto per questo settore rendono l'obiettivo del tutto perseguibile. Anche la trasformazione dei cereali annuali in piante perenni avrebbe evidenti vantaggi per la fertilità dei suoli e la biodiversità dei campi coltivati. Metodi e procedure biotecnologiche adatti alle ricerche indicate sono disponibili ed efficaci. Anche la pianificazione politica di come realizzare la nuova agricoltura non è difficile da comporre: è facile precisare, in termini generici, le linee di intervento.

Complesso è tradurle in azioni di ricerca, ipotesi di sviluppo, forme di divulgazione e adozione dei trovati. Infatti, mentre nel passato le transizioni tra sistemi e tra sottosistemi agricoli erano determinate solo dalla tecnologia, oggi coinvolgono componenti sociali che richiedono la percezione dei problemi, una visione, la definizione di soluzioni, la considerazione di principi agro-ecologici. Una difficoltà è che l'eventuale accettazione del nuovo o di altre misure dipendono da decisioni plurime, spesso incerte e influenzate a priori da decisioni poco attuabili in specifiche situazioni locali.



Options for keeping the food system within environmental limits

Marco Springmann^{1,2*}, Michael Clark³, Daniel Mason-D'Croz^{4,5}, Keith Wiebe⁴, Benjamin Leon Bodirsky⁶, Luis Lassaletta⁷, Wim de Vries⁸, Sonja J. Vermeulen^{9,10}, Mario Herrero⁵, Kimberly M. Carlson¹¹, Malin Jonell¹², Max Troell^{12,13}, Fabrice DeClerck^{14,15}, Line J. Gordon¹², Rami Zurayk¹⁶, Peter Scarborough², Mike Rayner², Brent Loken^{12,14}, Jess Fanzo^{17,18}, H. Charles J. Godfray^{1,19}, David Tilman^{20,21}, Johan Rockström^{6,12} & Walter Willett²²

The food system is a major driver of climate change, changes in land use, depletion of freshwater resources, and pollution of aquatic and terrestrial ecosystems through excessive nitrogen and phosphorus inputs. Here we show that between 2010 and 2050, as a result of expected changes in population and income levels, the environmental effects of the food system could increase by 50–90% in the absence of technological changes and dedicated mitigation measures, reaching levels that are beyond the planetary boundaries that define a safe operating space for humanity. We analyse several options for reducing the environmental effects of the food system, including dietary changes towards healthier, more plant-based diets, improvements in technologies and management, and reductions in food loss and waste. We find that no single measure is enough to keep these effects within all planetary boundaries simultaneously, and that a synergistic combination of measures will be needed to sufficiently mitigate the projected increase in environmental pressures.

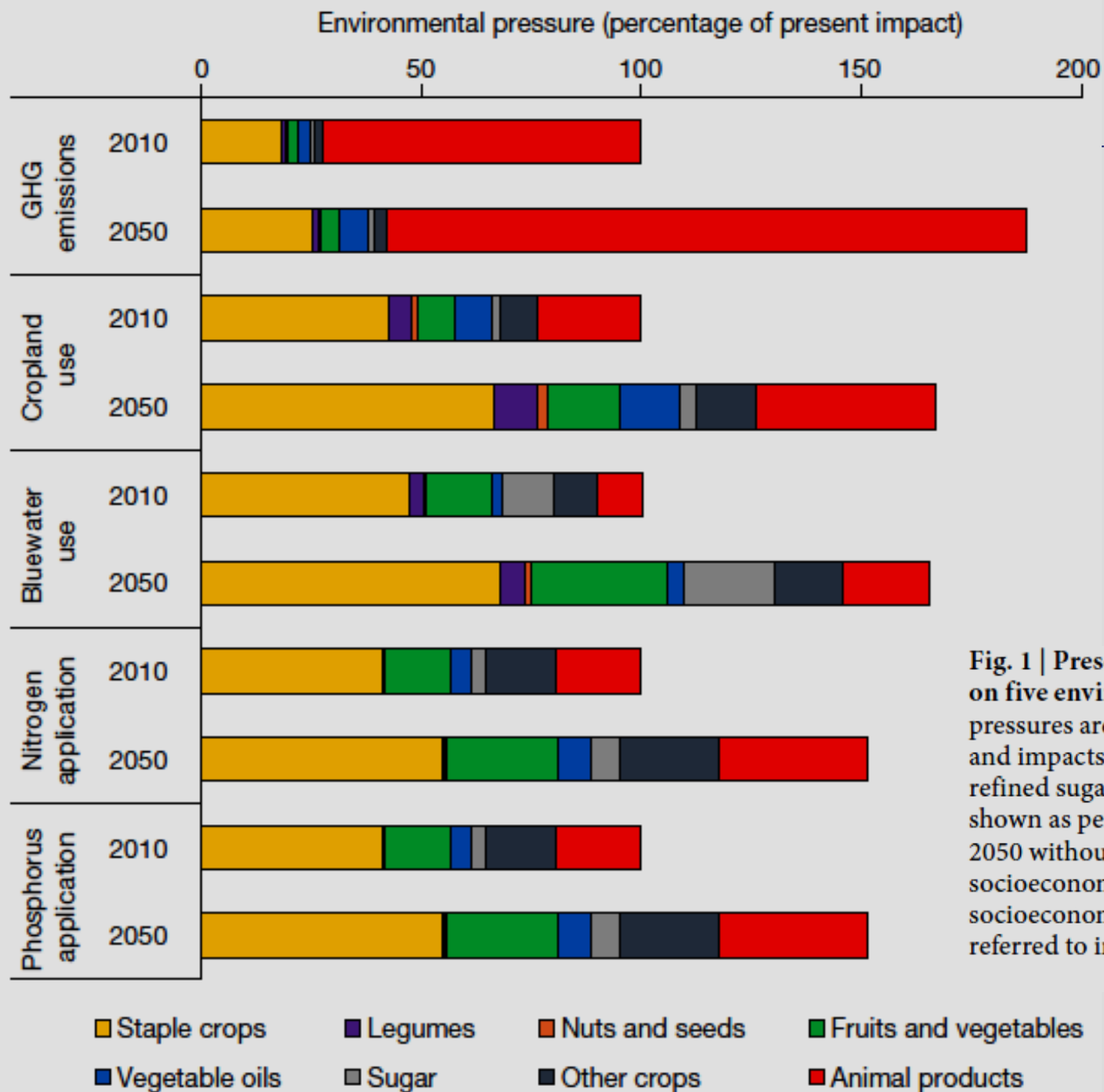
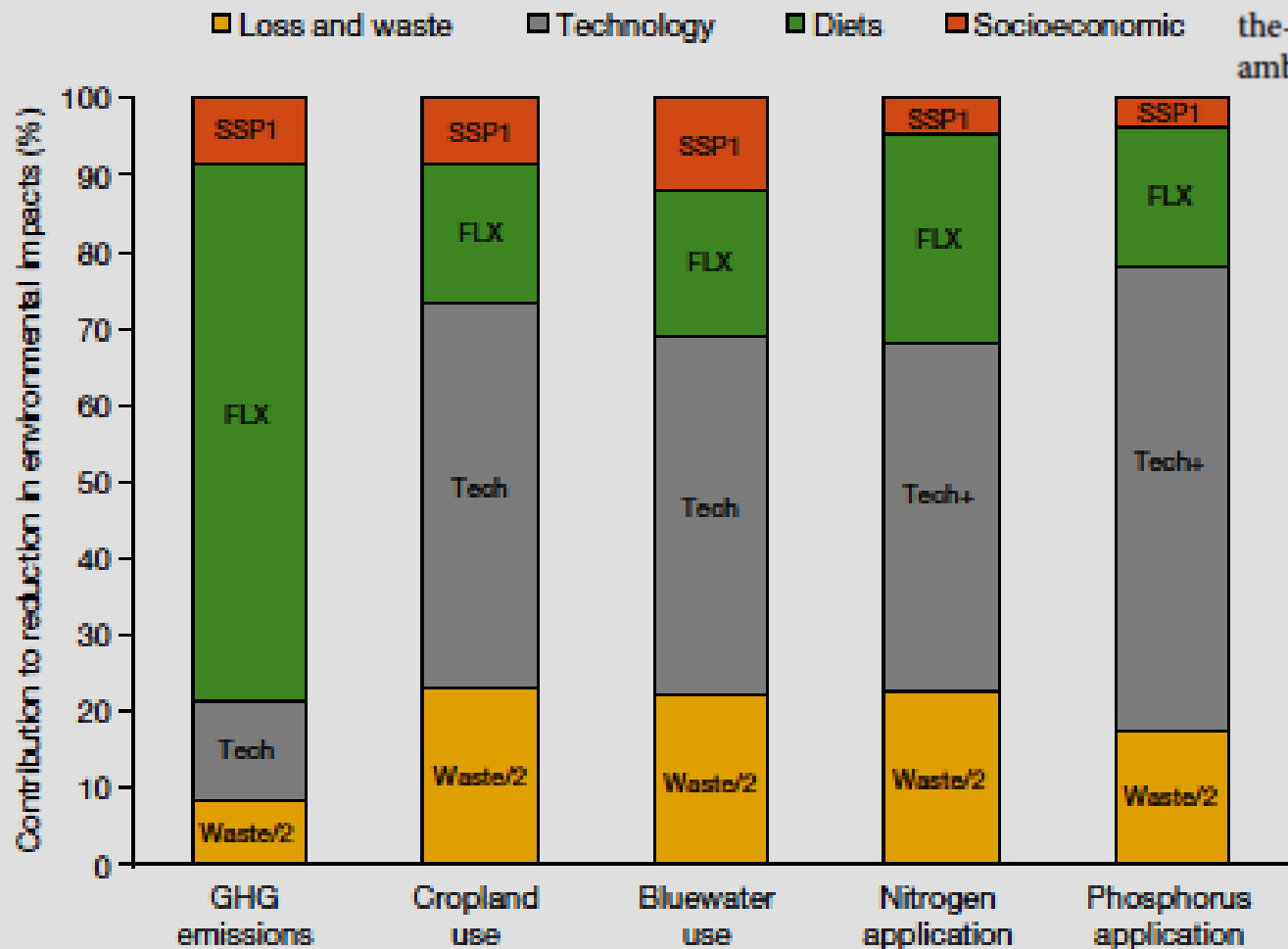


Fig. 1 | Present (2010) and projected (2050) environmental pressures on five environmental domains divided by food group. Environmental pressures are allocated to the final food product, accounting for the use and impacts of primary products in the production of vegetable oils and refined sugar, and for feed requirements in animal products. Impacts are shown as percentages of present impacts, given a baseline projection to 2050 without dedicated mitigation measures for a middle-of-the-road socioeconomic development pathway (SSP2). Absolute impacts for all socioeconomic pathways are provided in the main text and the data referred to in the 'Data availability' statement (see Methods).



Fig. 4 | Combination and relative contributions of mitigation measures that simultaneously reduce environmental impacts below the mean values of the planetary-boundary range. The mitigation measures include different levels of technological improvements for each environmental domain (measures of high ambition (tech+) for nitrogen and phosphorus application, and measures of medium ambition (tech) for GHG emissions and for cropland and bluewater use). The other measures are not differentiated by environmental domain, and include a halving of food loss and waste (waste/2), changes towards more plant-based flexitarian diets (FLX), and optimistic socioeconomic development with higher income and lower population growth (SSP1) than expected at present. A middle-of-the-road development pathway is also feasible when combined with more ambitious reductions in food loss and waste (see Fig. 3).

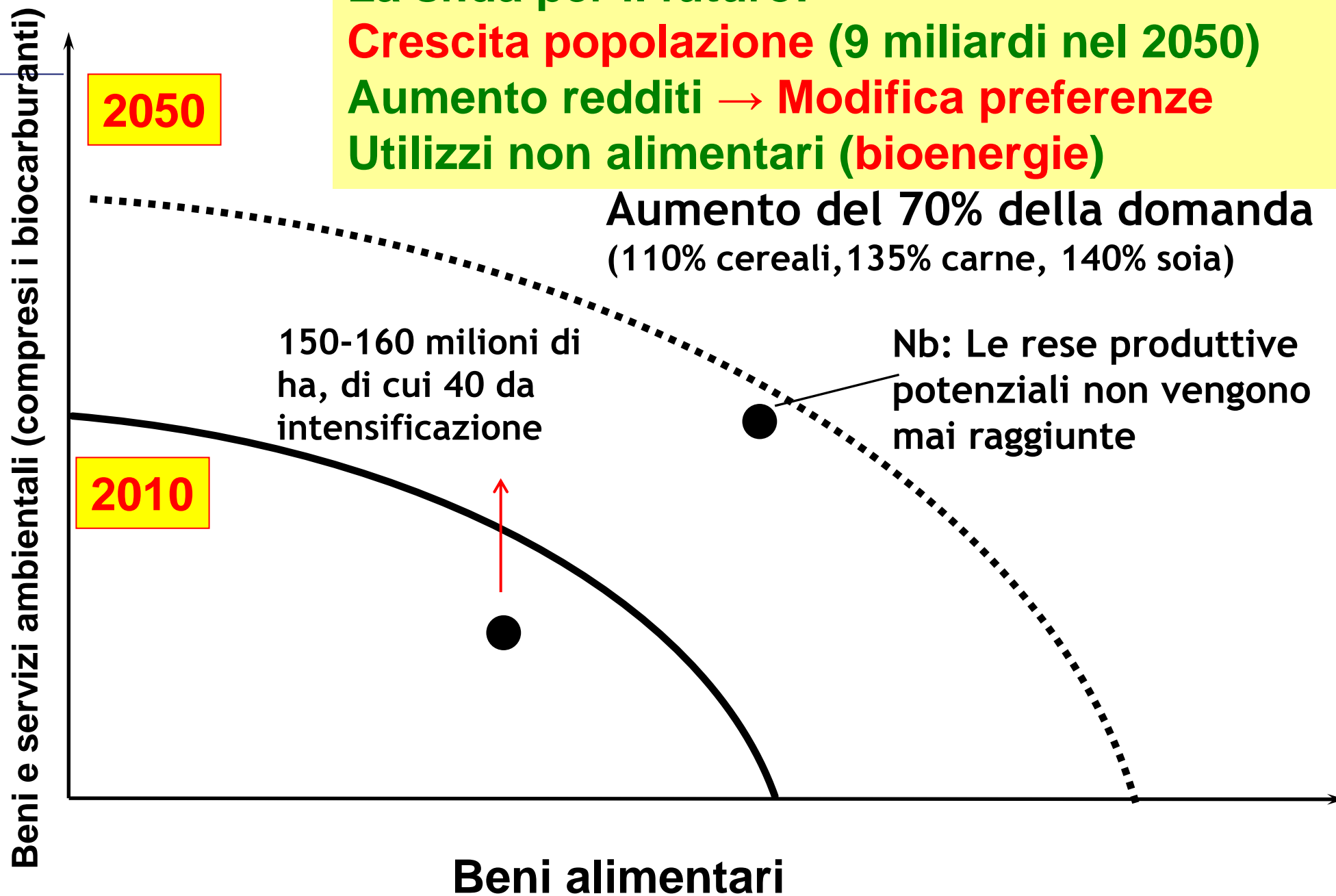


La sfida per il futuro:

Crescita popolazione (9 miliardi nel 2050)

Aumento redditi → Modifica preferenze

Utilizzi non alimentari (bioenergie)



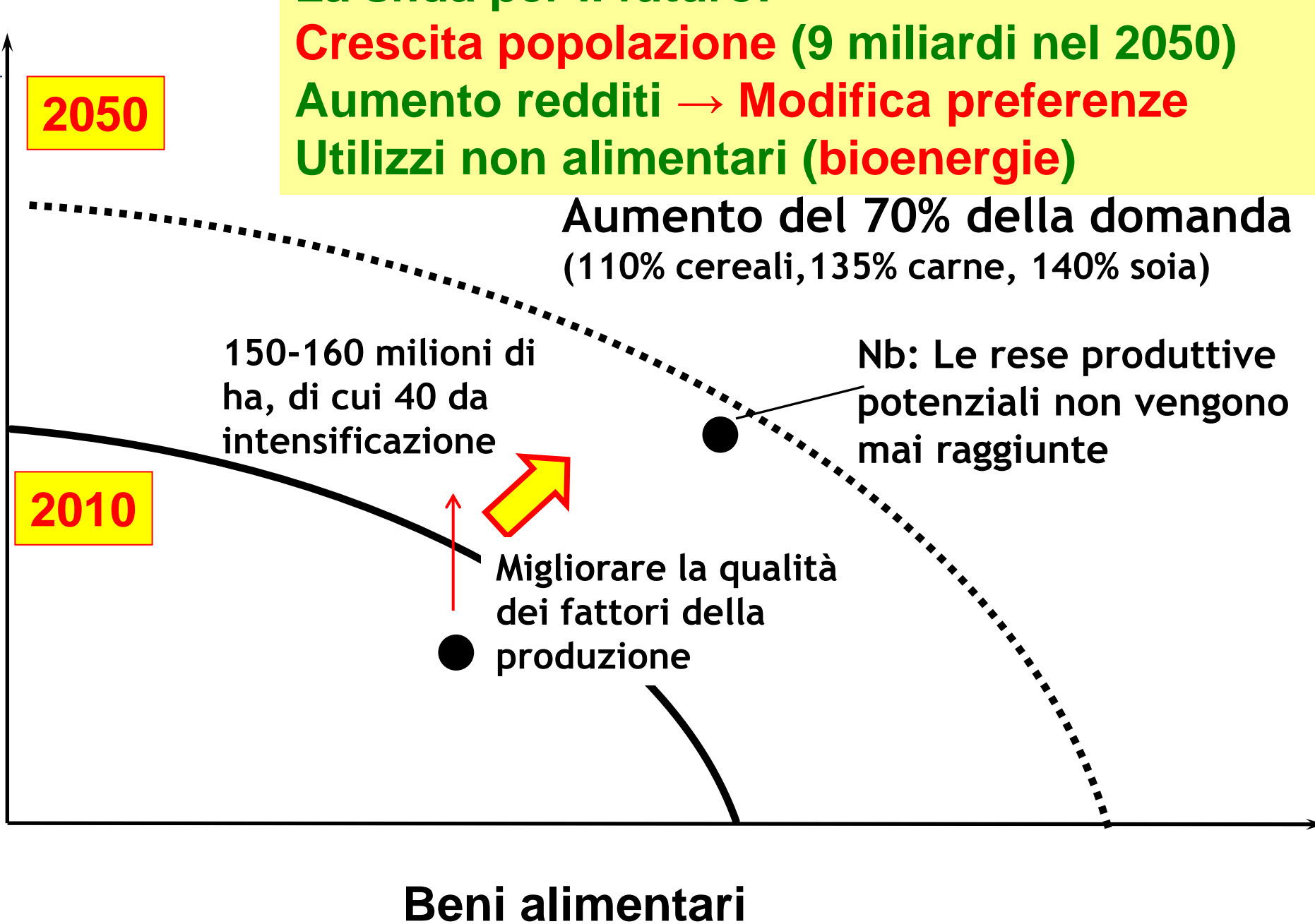
La sfida per il futuro:

Crescita popolazione (9 miliardi nel 2050)

Aumento redditi → Modifica preferenze

Utilizzi non alimentari (bioenergie)

Beni e servizi ambientali (compresi i biocarburanti)

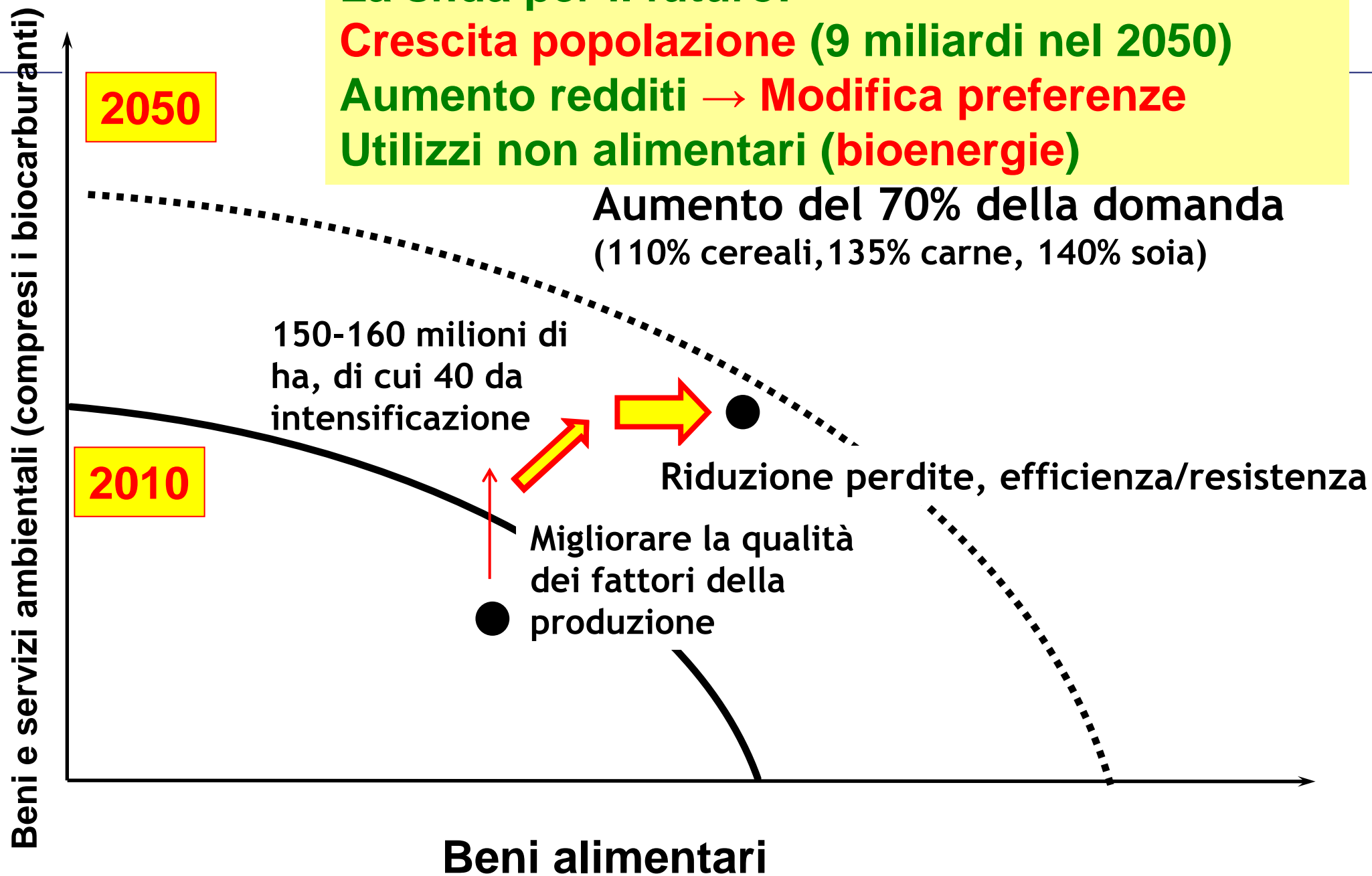


La sfida per il futuro:

Crescita popolazione (9 miliardi nel 2050)

Aumento redditi → Modifica preferenze

Utilizzi non alimentari (bioenergie)



Frontiera delle possibilità produttive

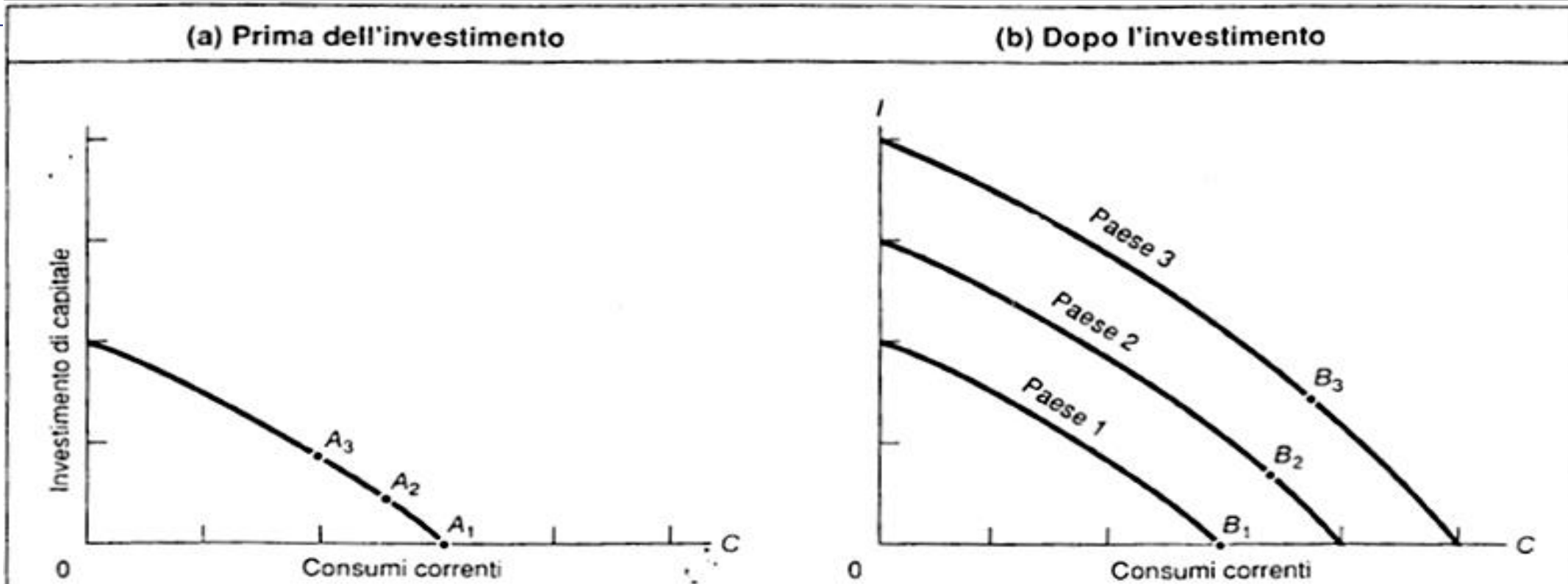


Figura 2.5

L'investimento per consumi futuri richiede un sacrificio dei consumi correnti

Un paese può produrre o beni di consumo corrente (pizze e concerti) o beni di investimento (autocarri e abitazioni).

(a) Tre paesi partono alla pari. Hanno la stessa *FPP*, indicata nella parte di sinistra della figura, ma hanno differenti tassi di investimento. Il paese 1 non compie alcun investimento per il futuro e rimane in A_1 (limitandosi a rimpiazzare le macchine). Il paese 2 si astiene in misura modesta dai consumi e investe in A_2 . Il paese 3 sacrifica una gran quantità di consumi correnti e compie ingenti investimenti.

(b) Negli anni seguenti, i paesi che investono maggiormente avanzano rapidamente. Così, il parsimonioso paese 3 ha spostato assai verso l'esterno la sua *FPP*, mentre quella del paese 1 non si è spostata affatto. In futuro, il parsimonioso paese 3 continuerà a investire fortemente, ma potrà anche godere di una maggiore quantità di consumi correnti.

Conclusioni

- Le sfide del futuro sono più complesse rispetto a quelle del passato
- Come in passato il ruolo della ricerca scientifica rimane fondamentale per affrontare tali sfide
- Non esiste un'unica ricetta, ma soluzioni diversificate che facciano comunque riferimento a una concezione corretta di sostenibilità
- Rimane la priorità di un'agricoltura intensiva ancorché «sostenibile»