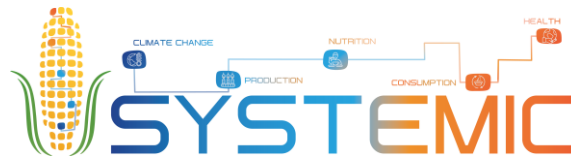




Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



110 anni di  
Agraria

# Sistemi colturali di pieno campo e in serra: misure di adattamento e mitigazione alle emergenze geopolitiche e climatiche

Le scienze  
**Agrarie** nelle  
sfide globali

15 e 16 febbraio 2024

Auditorium di Santa Apollonia  
Via San Gallo, 25 - Firenze

Il futuro è nell'agr**Aria**

Bartolomeo Dichio\*, Luca Incrocci\*\*, **Pier Paolo Roggero\*\*\***

\*UNIBAS, AGR/03; \*\*UNIPI, AGR/04 – SOI Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana

\*\*\*UNISS, AGR/02 – SIA - Società Italiana di Agronomia, Systemic Hub [pproggero@uniss.it](mailto:pproggero@uniss.it)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Da un secolo, oltre.

**DAGRI**

DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE  
AGRARIE, ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

Scuola di  
Agraria



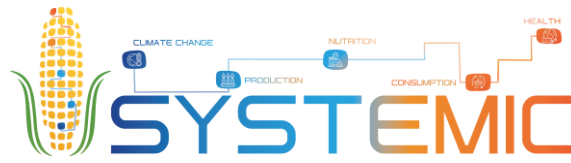
Associazione Italiana  
Società Scientifiche Agrarie



Conferenza Nazionale  
per la Didattica Universitaria di  
AGRARIA



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Traccia

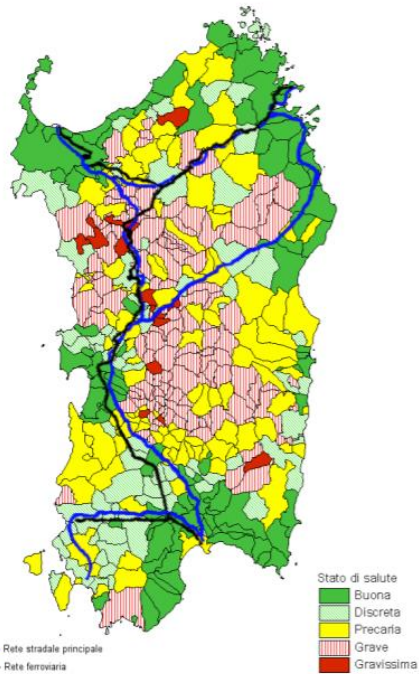
- Scenari e dinamiche del contesto globale e nazionale
- Impatti del cambiamento climatico sui sistemi colturali italiani
- Capacità di risposta: combinare sviluppo e adattamento
- Azioni a scala di socio-ecosistema
- Take home messages



Società di **Ortoflorofrustricoltura** Italiana

# Bella fuori vuota dentro

Figura 1 – Comuni secondo lo Stato di Malessere Demografico (SMD), 1951-2011



[https://www.sardegnaprogrammazione.it/documenti/35\\_84\\_20140120091324.pdf](https://www.sardegnaprogrammazione.it/documenti/35_84_20140120091324.pdf)



## SARDEGNA

IERI - OGGI - DOMANI

**CNA Sardegna: «Il calo demografico dei comuni dell'interno della Sardegna è arrivato, nel 2020, a più di 137 mila persor (-21%)»**

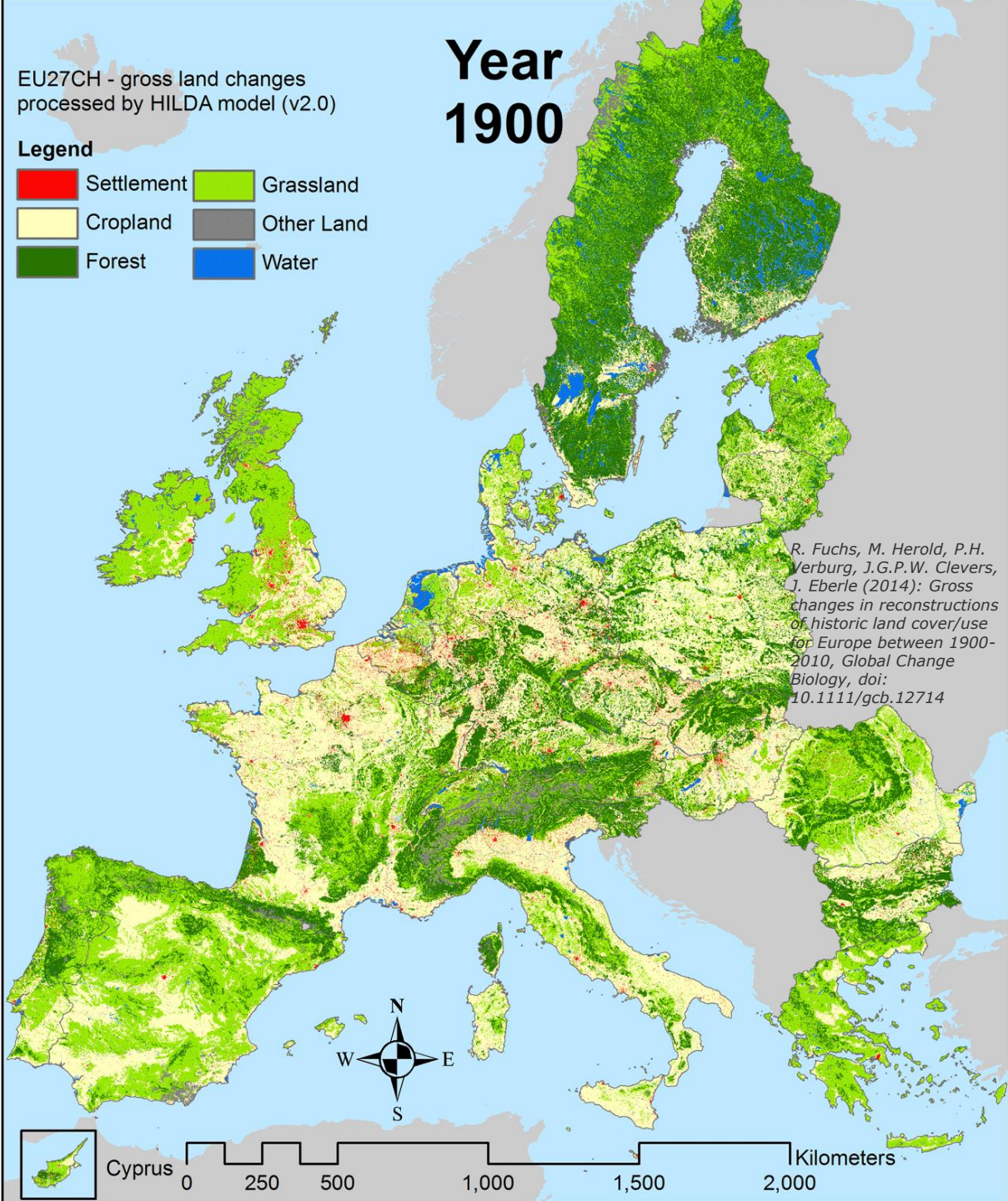
by **Giampaolo Cirronis** - 25 Settembre 2021 In Sociale

EU27CH - gross land changes processed by HILDA model (v2.0)

# Year 1900

### Legend

- Settlement
- Cropland
- Forest
- Grassland
- Other Land
- Water



R. Fuchs, M. Herold, P.H. Verburg, J.G.P.W. Clevers, J. Eberle (2014): *Gross changes in reconstructions of historic land cover/use for Europe between 1900-2010*, *Global Change Biology*, doi: 10.1111/gcb.12714

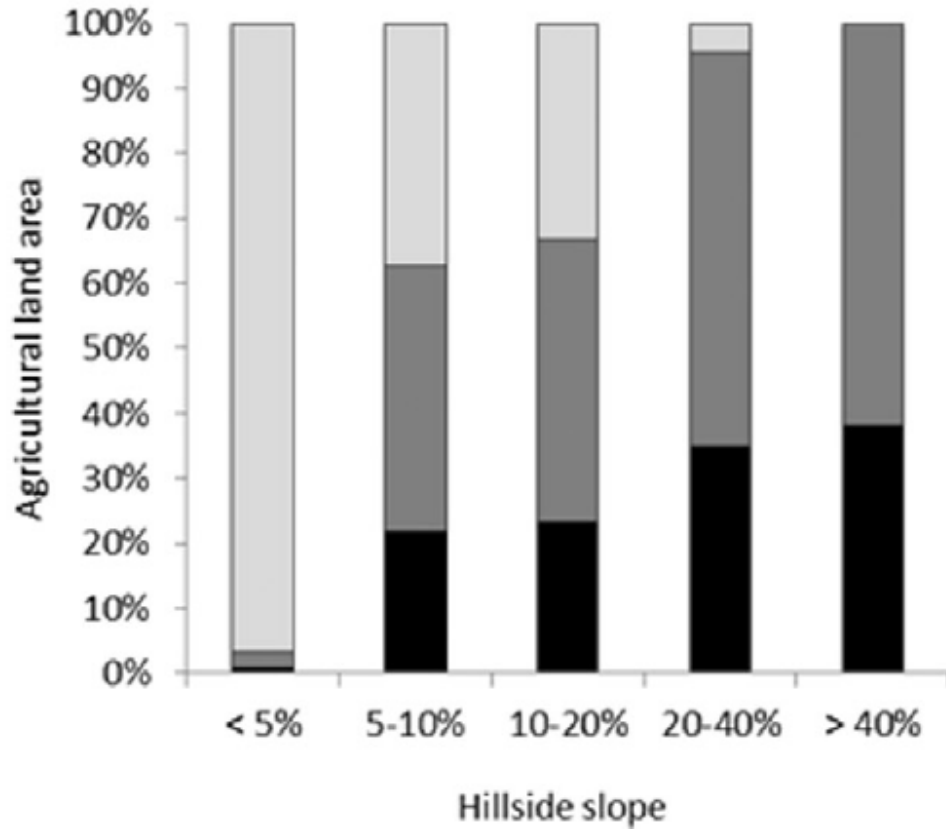
**sardiniapost** NOMIA AMBIENTE CULTURE CUCINA E CIBO VIDEO INCHIESTE  
le notizie di oggi per la Sardegna di domani [www.sardiniapost.it](http://www.sardiniapost.it)

## La Sardegna terra difficile per i giovani: in diciotto anni fuga di 123mila ragazzi

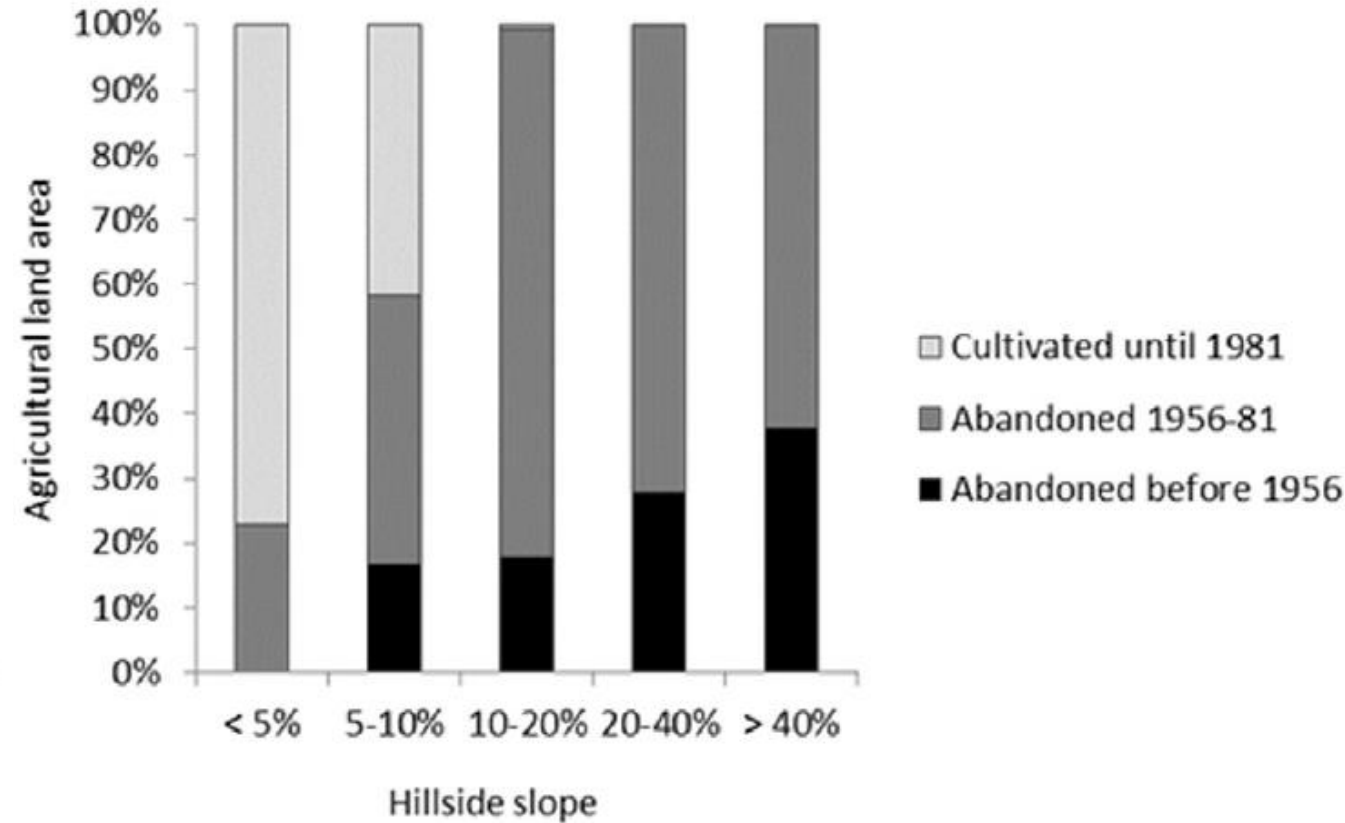
14 Dicembre 2019 In evidenza 11, Politica



### Pyrenees



### Iberian System





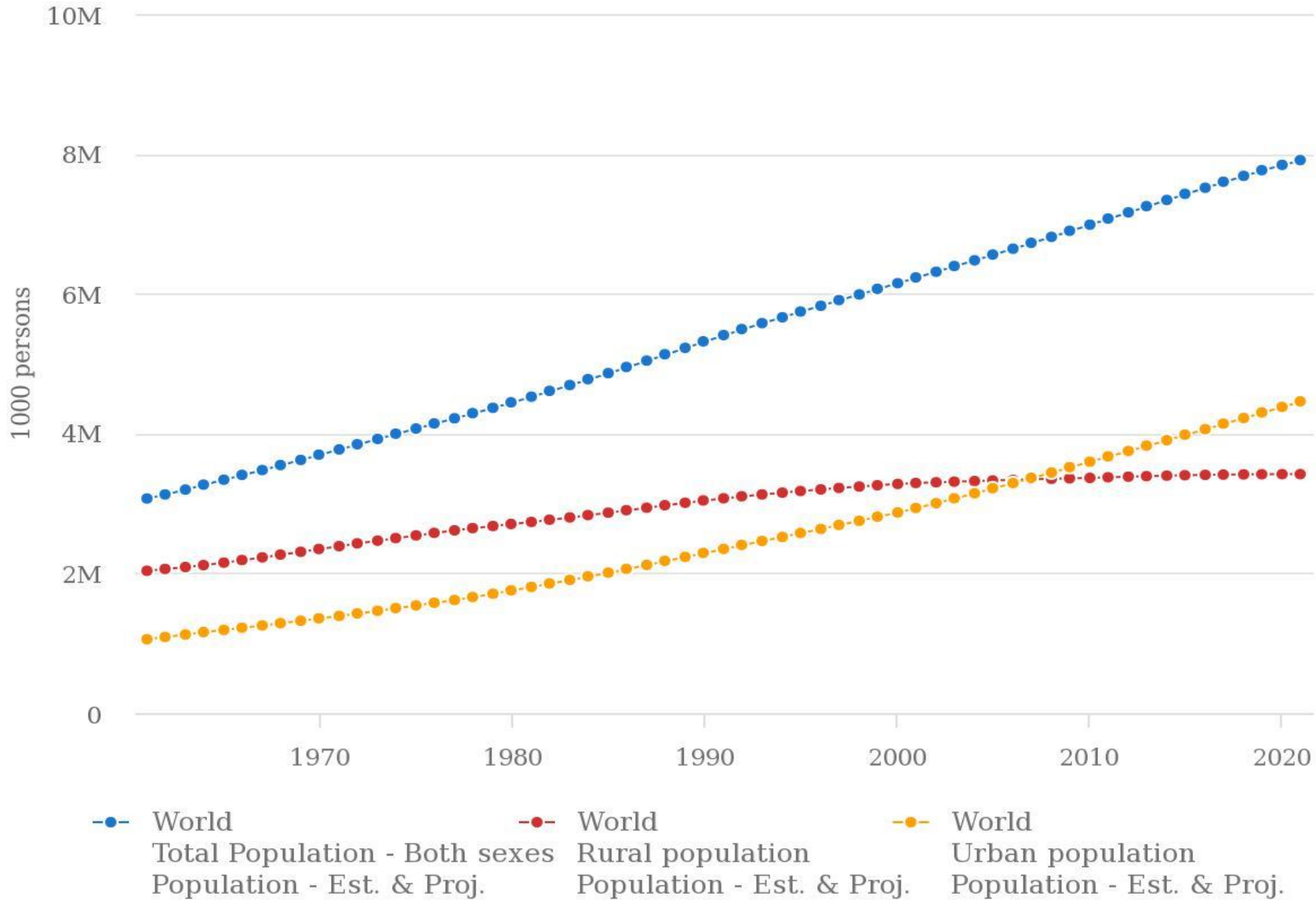
• N.B.: non è una foto B/N

21/09/2021

grasso



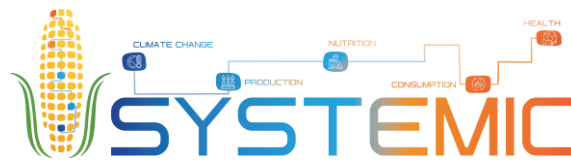
Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



Source: FAOSTAT (Apr 26, 2023)

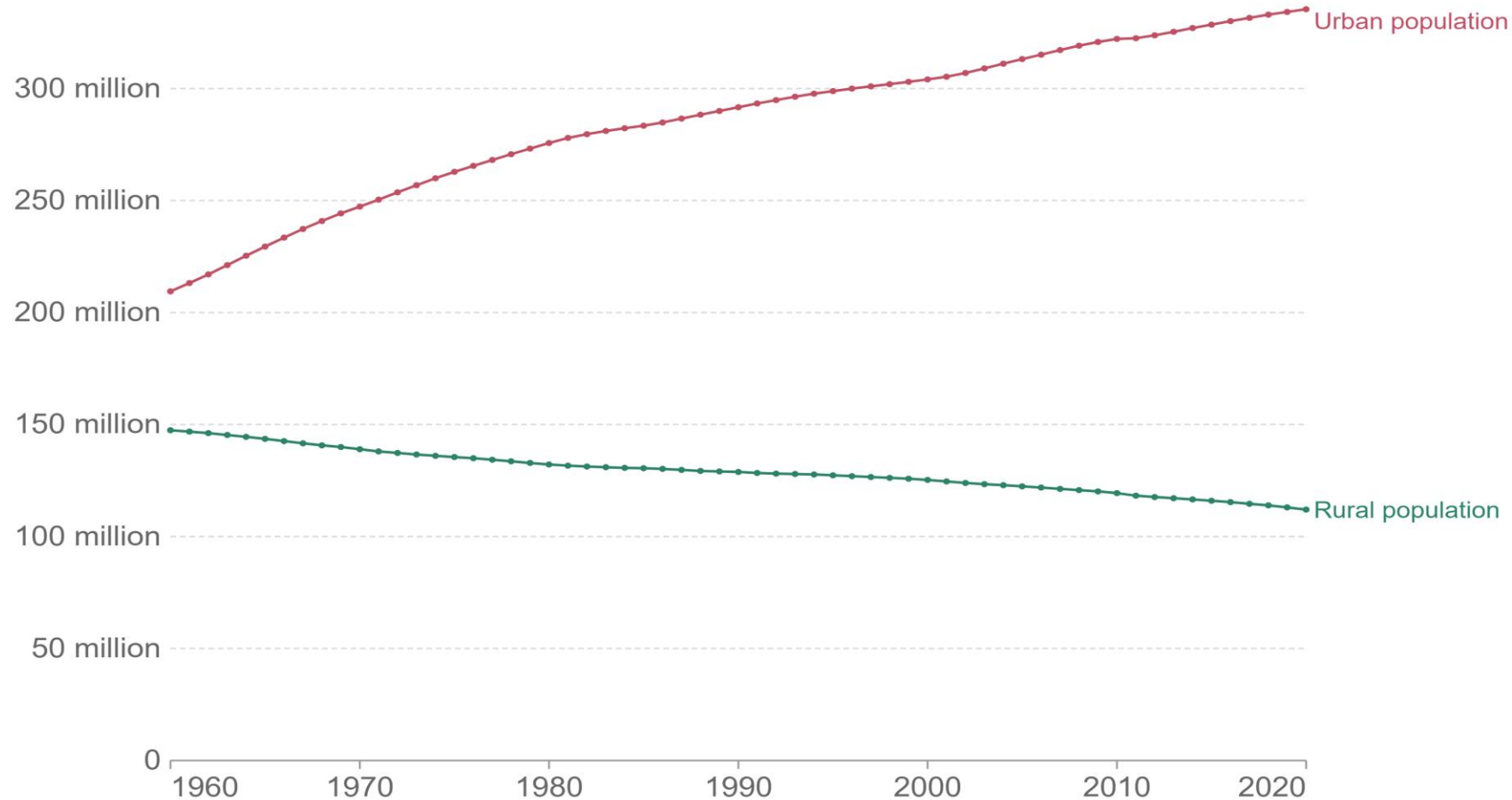


Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



## Number of people living in urban and rural areas, European Union

Our World in Data



Source: World Bank based on data from the UN Population Division

OurWorldInData.org/urbanization • CC BY

Note: Urban populations are defined based on the definition of urban areas by national statistical offices.

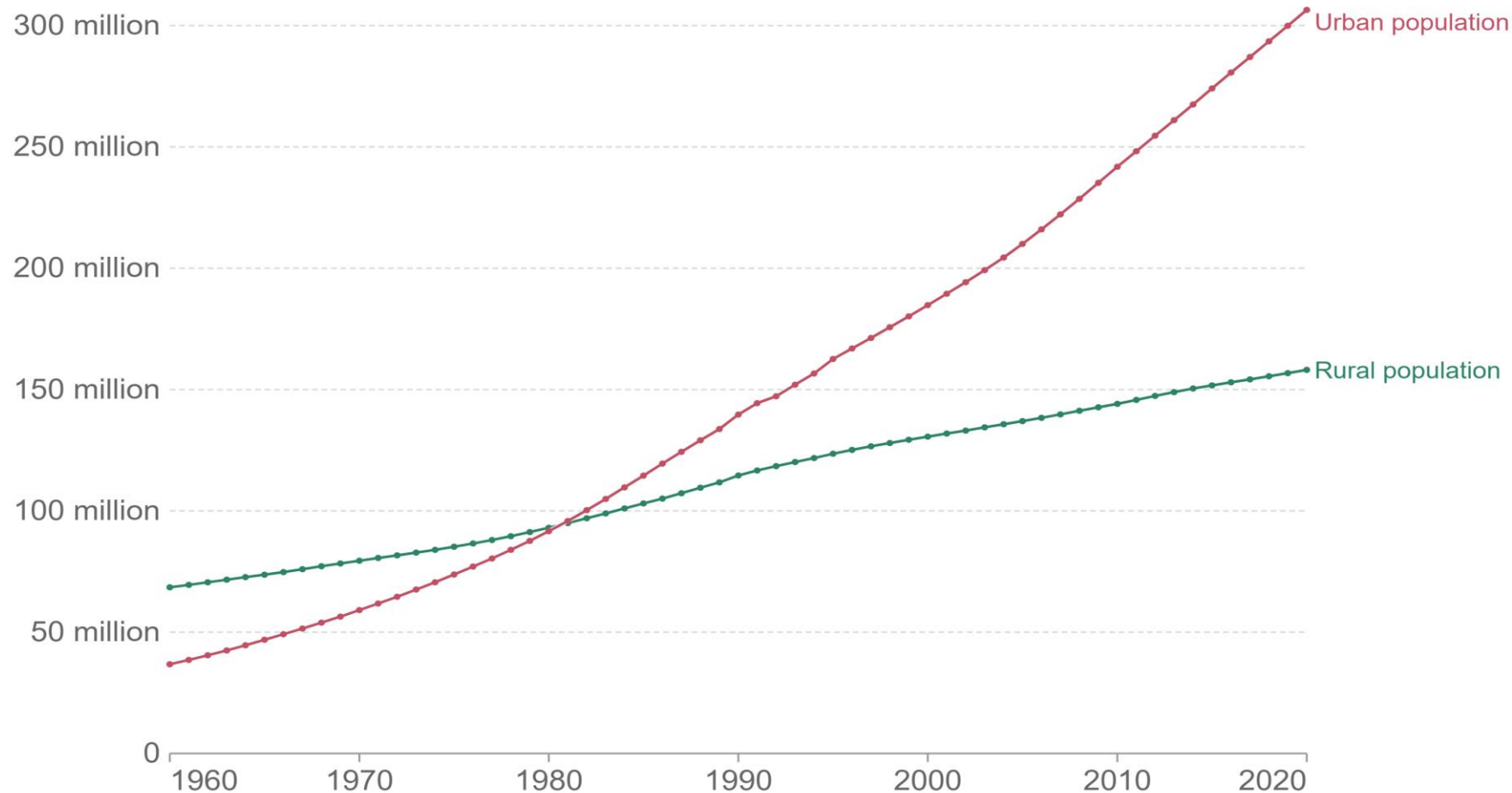


Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



## Number of people living in urban and rural areas, Middle East and North Africa

Our World  
in Data



Source: World Bank based on data from the UN Population Division

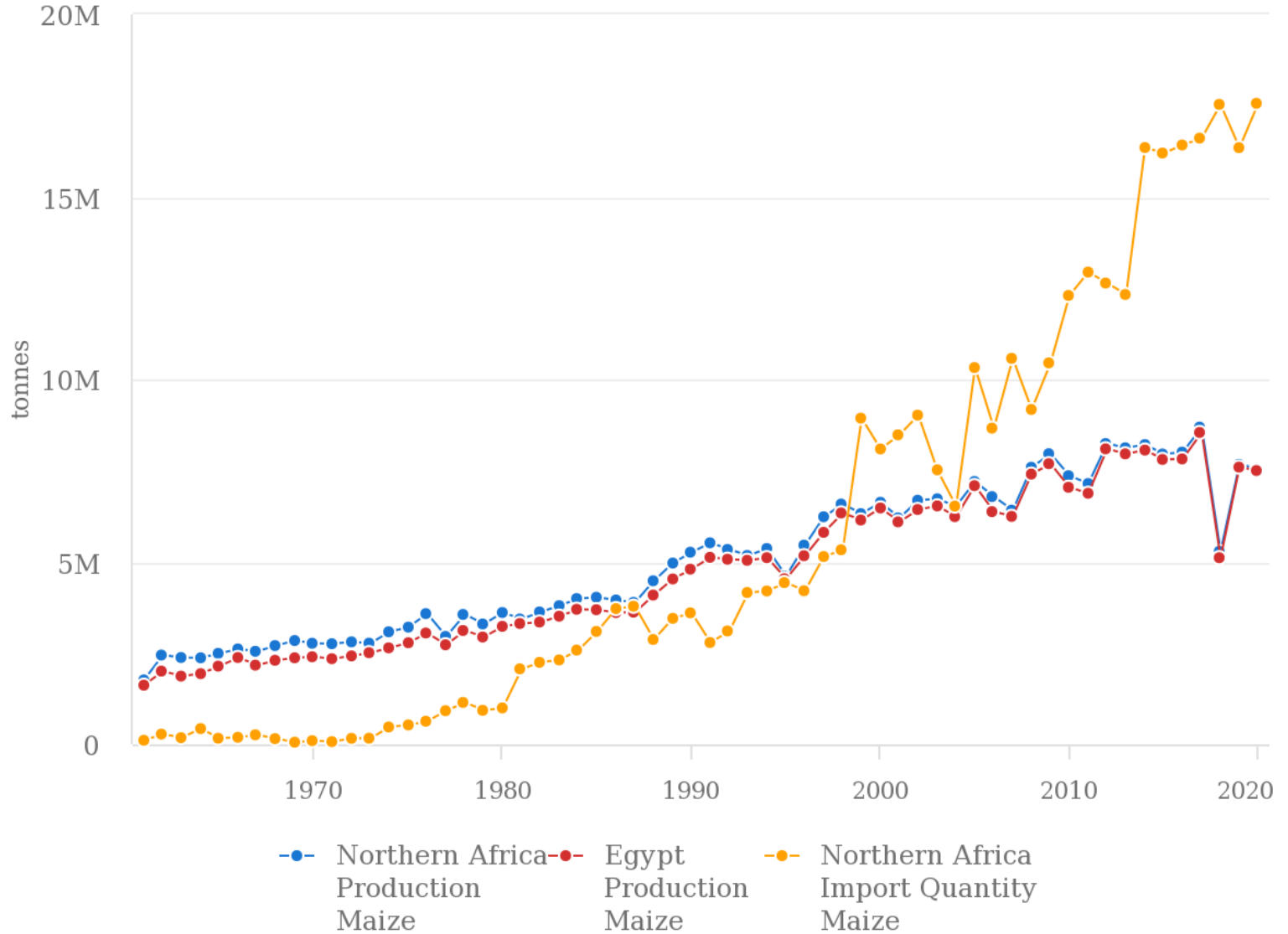
OurWorldInData.org/urbanization • CC BY

Note: Urban populations are defined based on the definition of urban areas by national statistical offices.





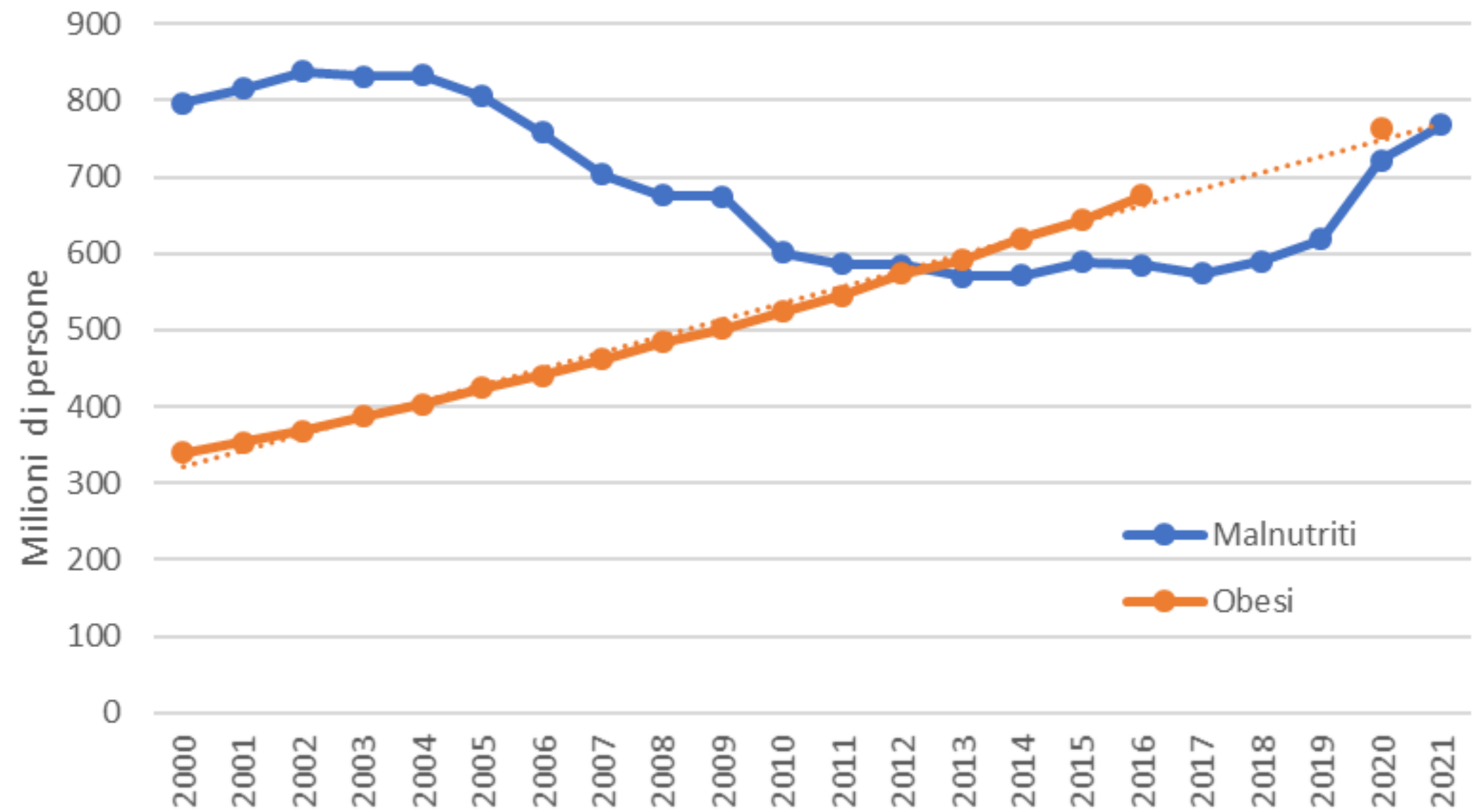
www.shutterstock.com · 43450597



Source: FAOSTAT (May 02, 2022)

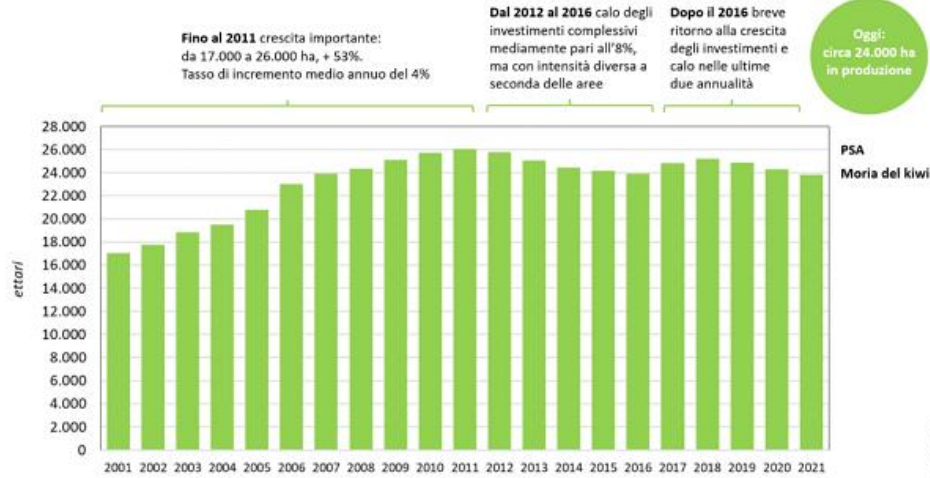


Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana

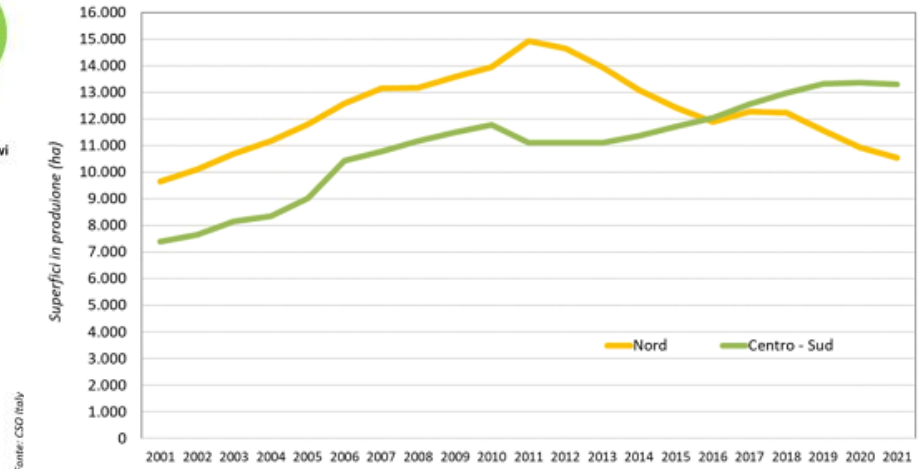




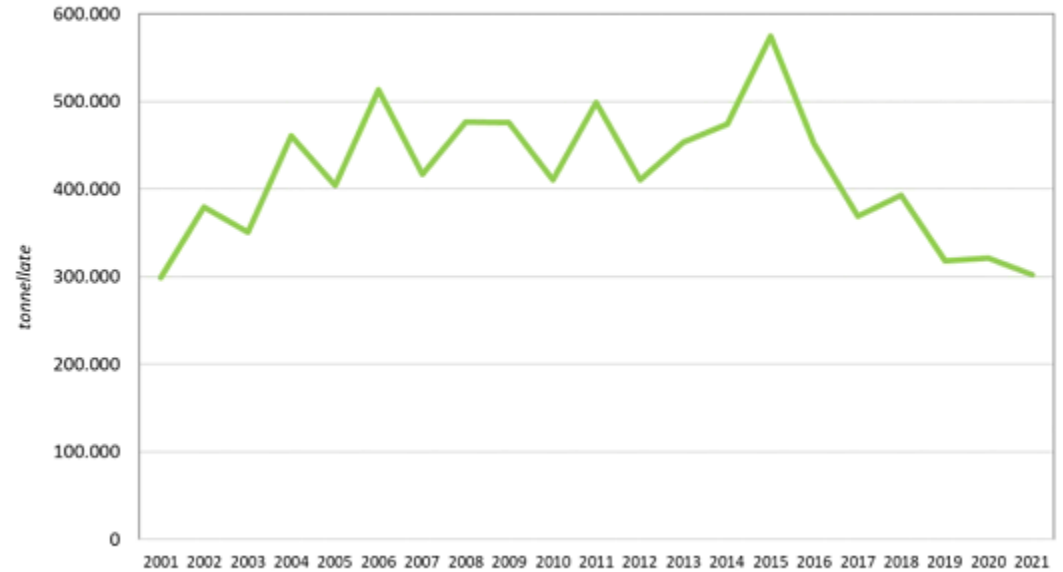
### Kiwi, Italia: trend delle superfici in produzione



### Kiwi, Italia: confronto superfici del Nord e Centro-Sud



### Kiwi, Italia: andamento della produzione commercializzabile





Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



## IN 20 ANNI IL “FRUTTETO” ITALIANO HA PERSO UN QUARTO DELLE SUPERFICI



### Il Secolo scorso e il confronto con oggi

Negli ultimi 100 anni scomparse tre varietà di frutta su quattro.

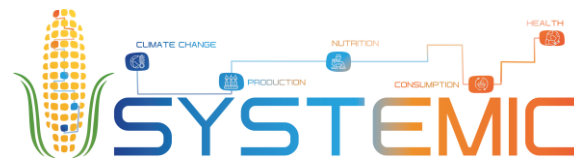
Perdita di biodiversità sull'intero sistema agricolo e di allevamento: rischio estinzione di piante coltivate e animali allevati.

Nel XX secolo **8.000 varietà di frutta**, oggi poco meno di **2.000**. Di cui **1.500 a rischio “estinzione”**

Moderni sistemi della distribuzione commerciale privilegiano le grandi quantità e la spersonalizzazione dell'offerta.



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana

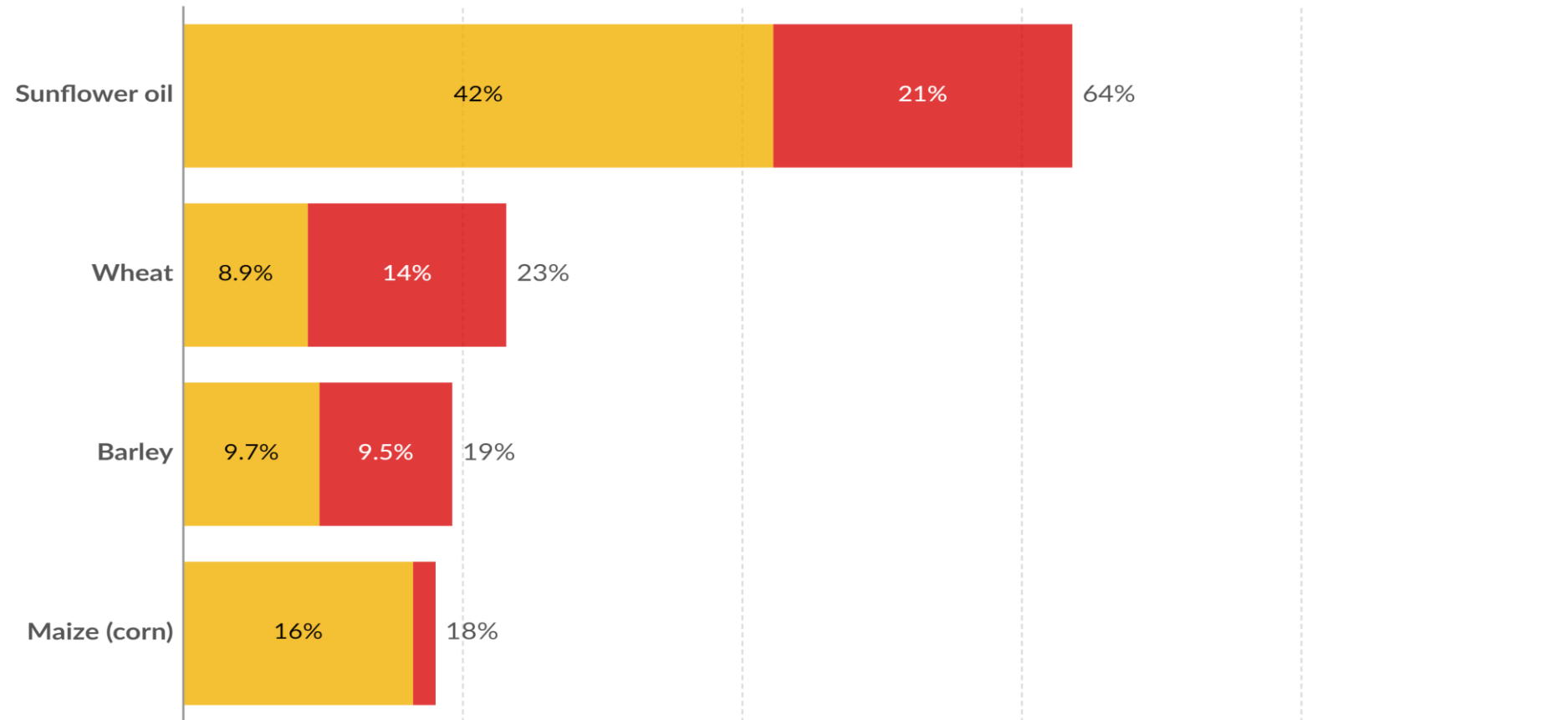


# Global food exports: how much comes from Ukraine & Russia? 2019

Our World in Data

This is shown for the largest crops grown by Ukraine and Russia.

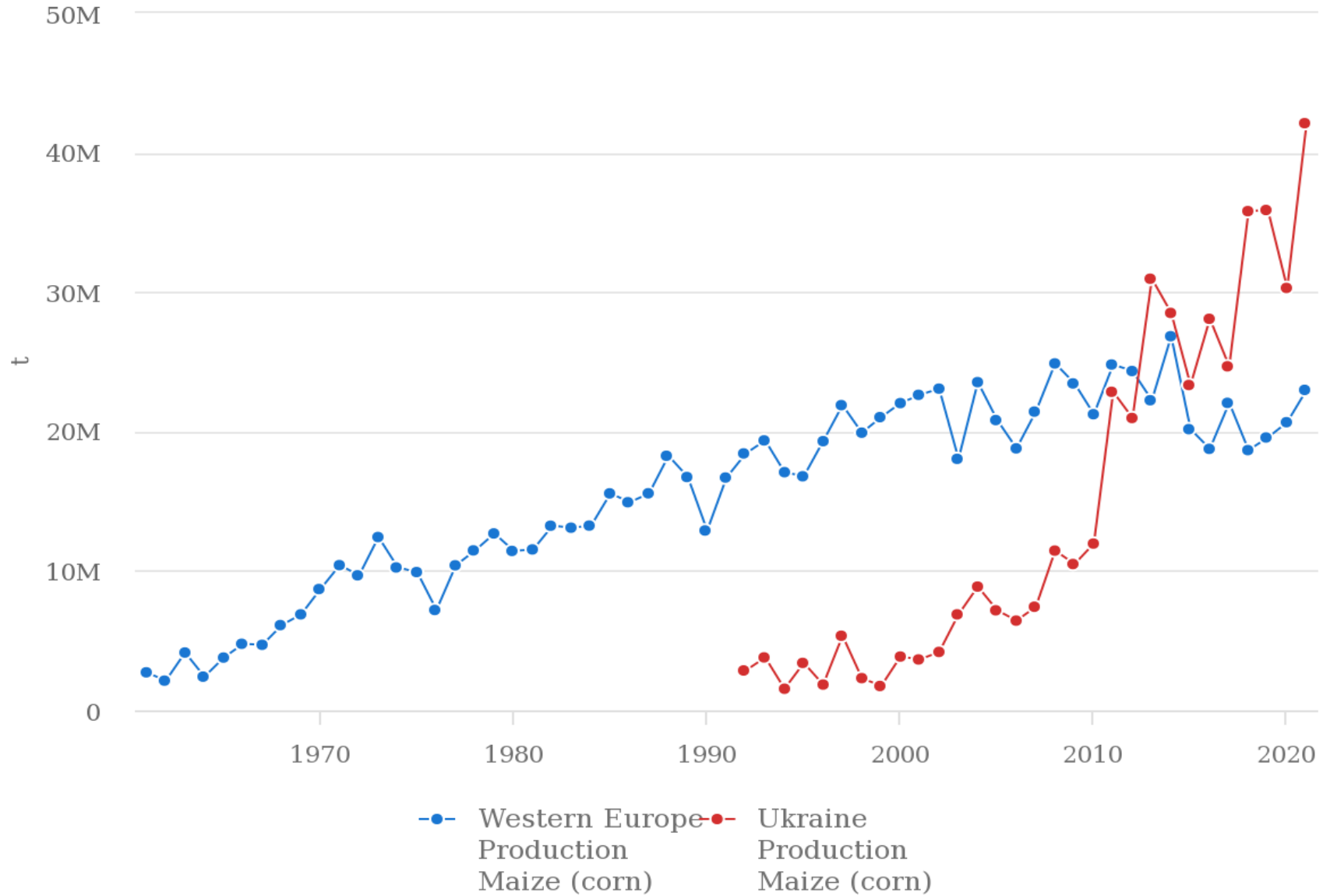
■ Ukraine ■ Russia



Data source: Calculated by Our World in Data based on the Food and Agriculture Organization of the United Nations [OurWorldInData.org/agricultural-production](https://OurWorldInData.org/agricultural-production) | CC BY



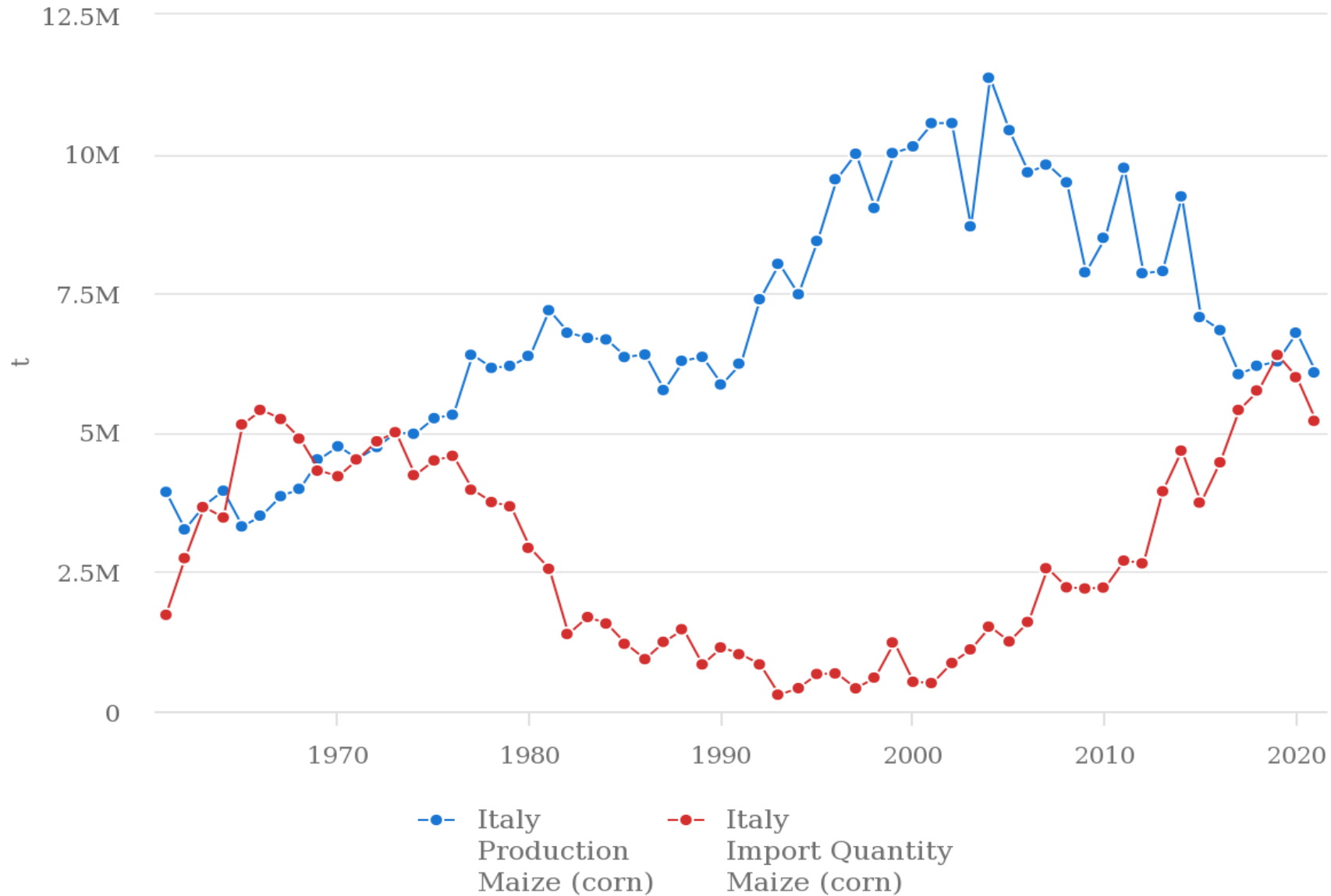
Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



Source: FAOSTAT (Nov 12, 2023)



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana

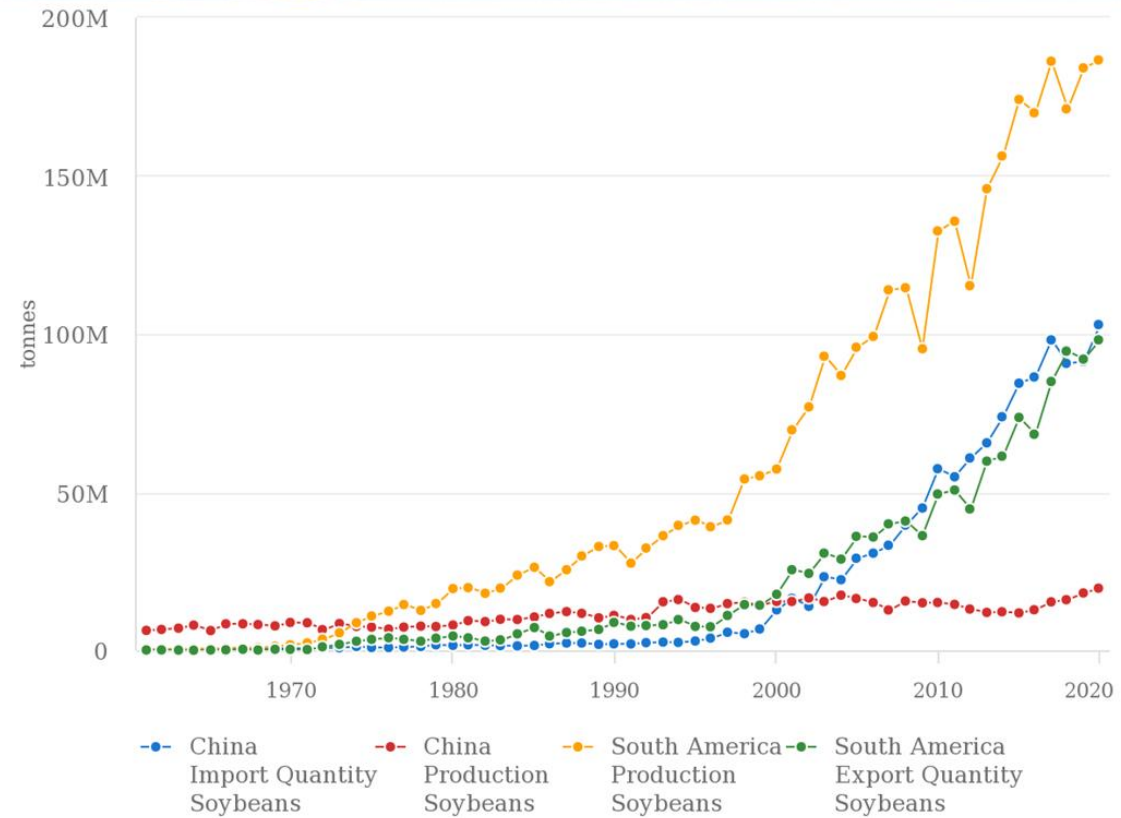
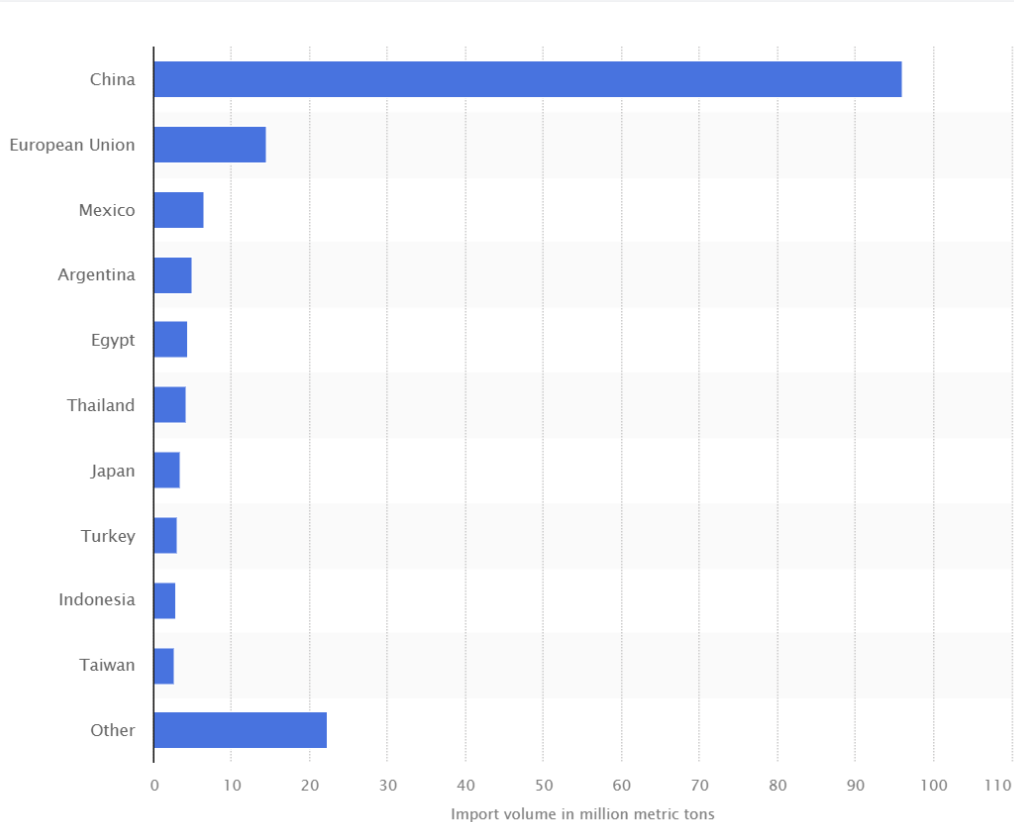
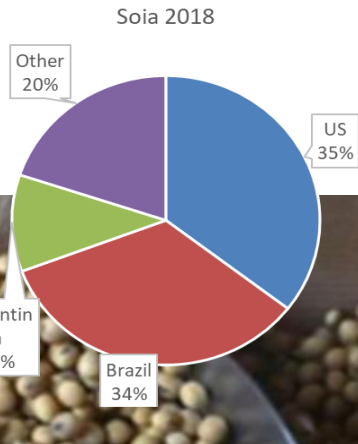


Source: FAOSTAT (Nov 12, 2023)



# Soia

Società di **Ortoflorofrutticoltura** Italiana



Source: FAOSTAT (Feb 08, 2022)

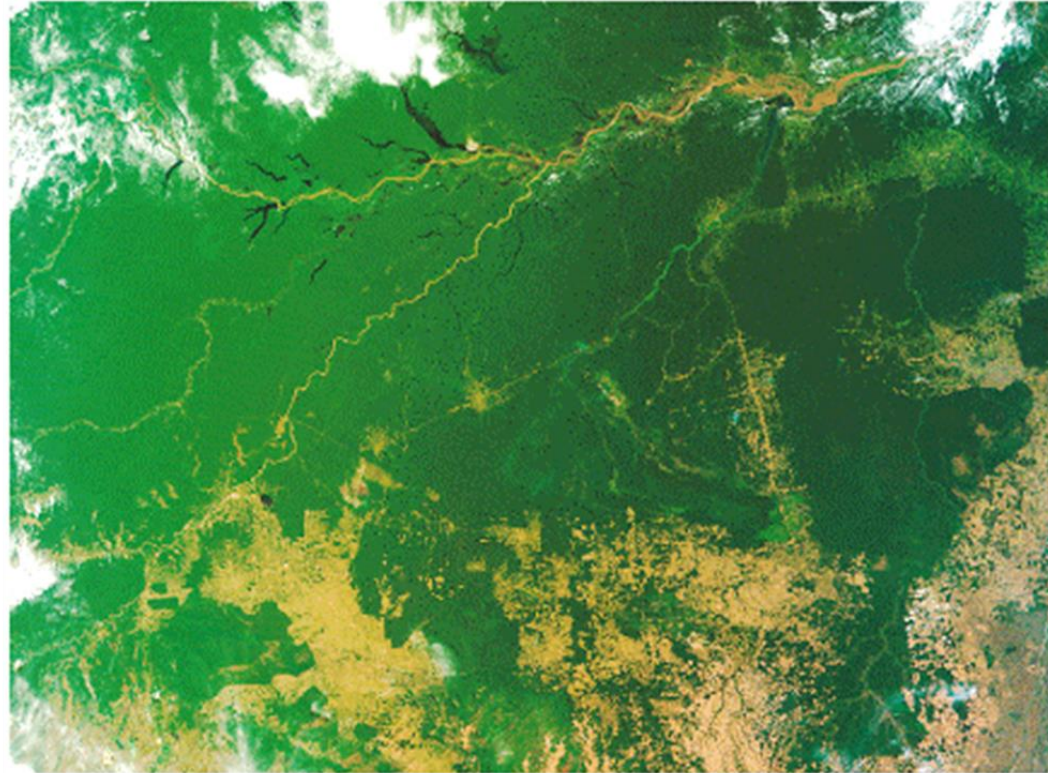




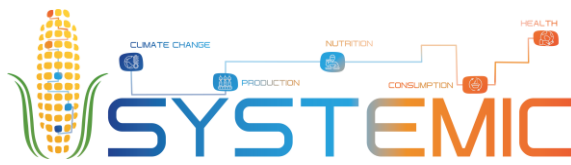
Società di Ortofrutticoltura Italiana



© K. R. Robertson  
Illinois Natural History Survey



**FIGURA 1.11** Amazzonia, 2011. Immagine satellitare che mostra la drammatica e progressiva erosione della foresta amazzonica per lasciar spazio alla coltivazione su larga scala di soia destinata al mercato globale. (Fonte: NASA Goddard Space Flight Center).

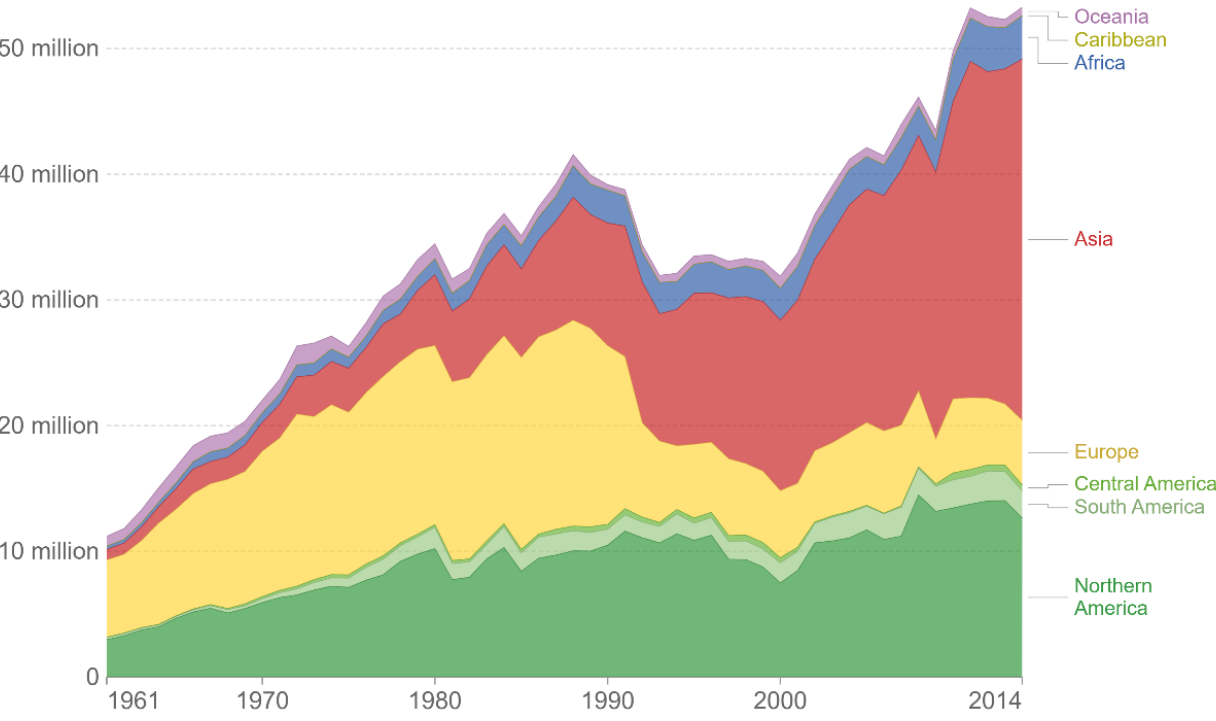


Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana

### Phosphate fertilizer production, 1961 to 2014

Phosphate fertilizer production, measured in tonnes of total nutrient production per year.

Our World in Data



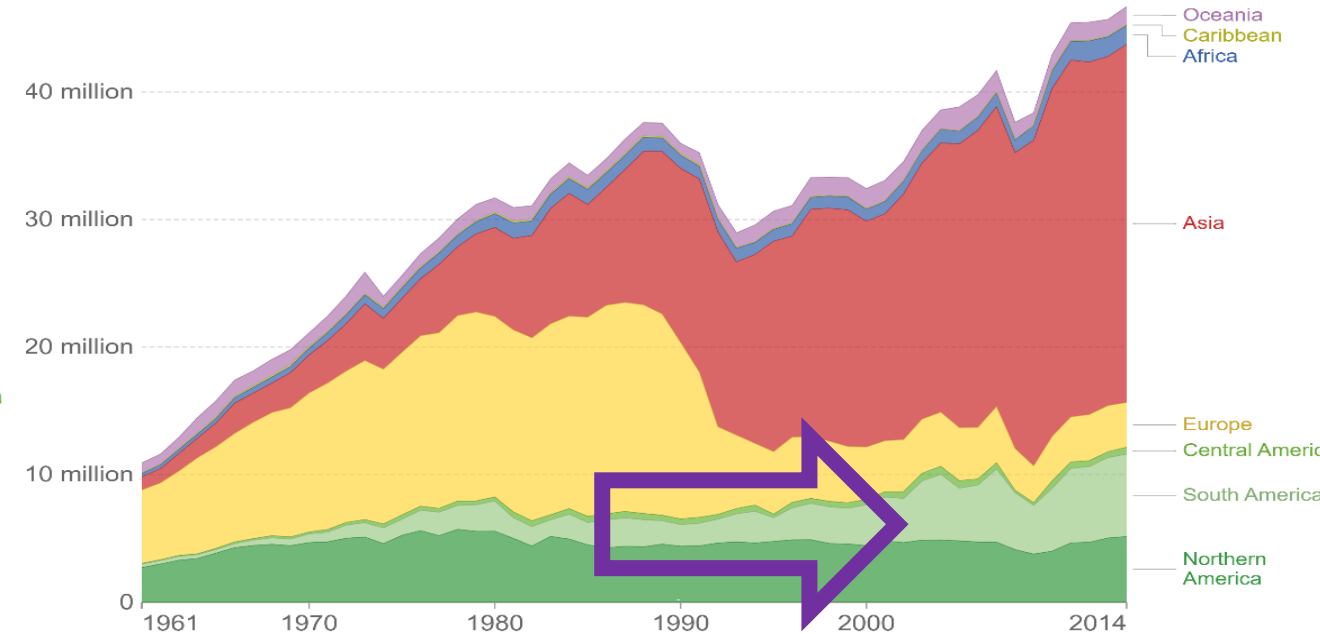
Source: UN Food and Agricultural Organization (FAO)

OurWorldInData.org/fertilizer-and-pesticides/ • CC BY

### Phosphate fertilizer consumption, 1961 to 2014

Phosphate fertilizer consumption, measured in tonnes of total nutrient per year.

Our World in Data



Source: UN Food and Agricultural Organization (FAO)

OurWorldInData.org/fertilizer-and-pesticides/ • CC BY



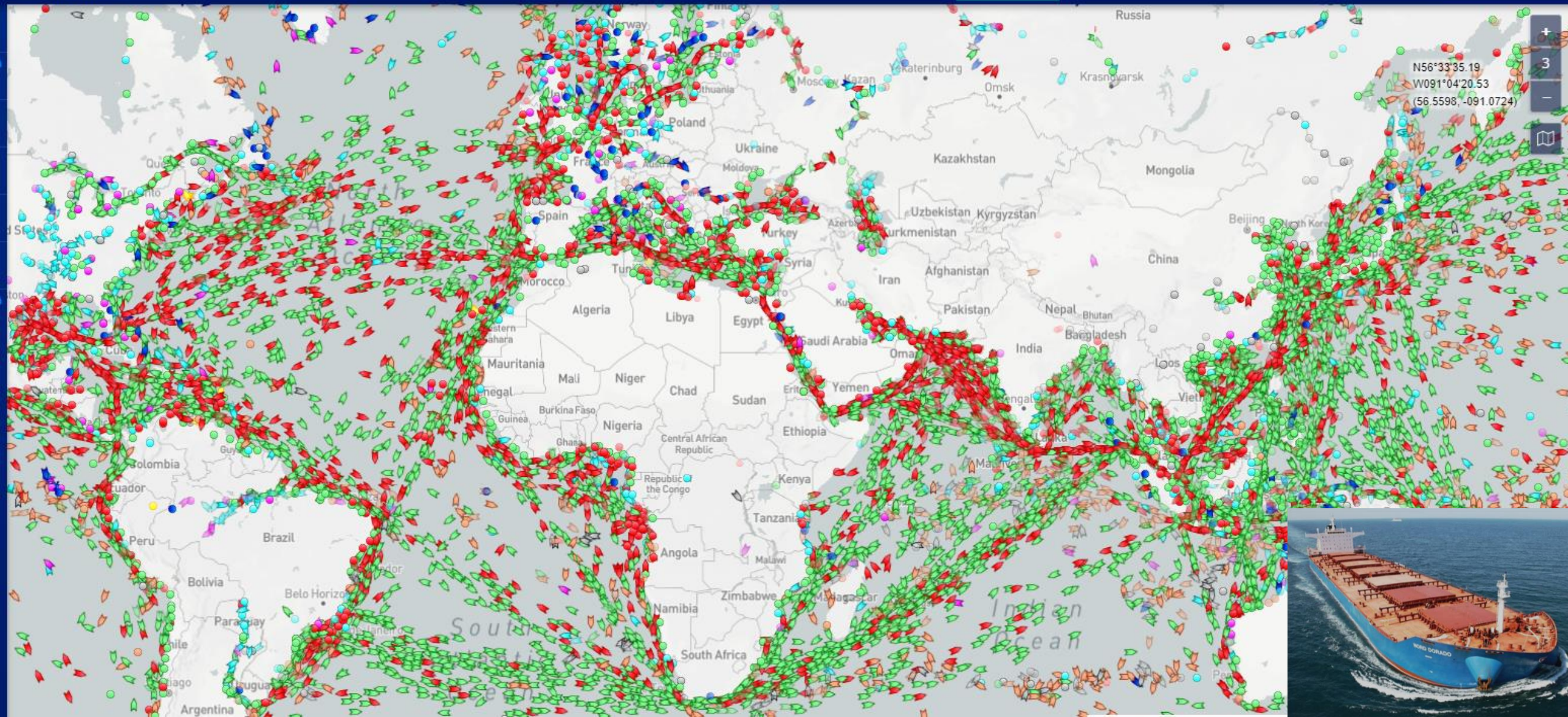
# I flussi globali di nutrienti



MarineTraffic

Live Map Explore Community Solutions Containers

Search Marine





Società di **Ortoflorofrutticoltura Italiana**



### Cost of N/lb. (\$)

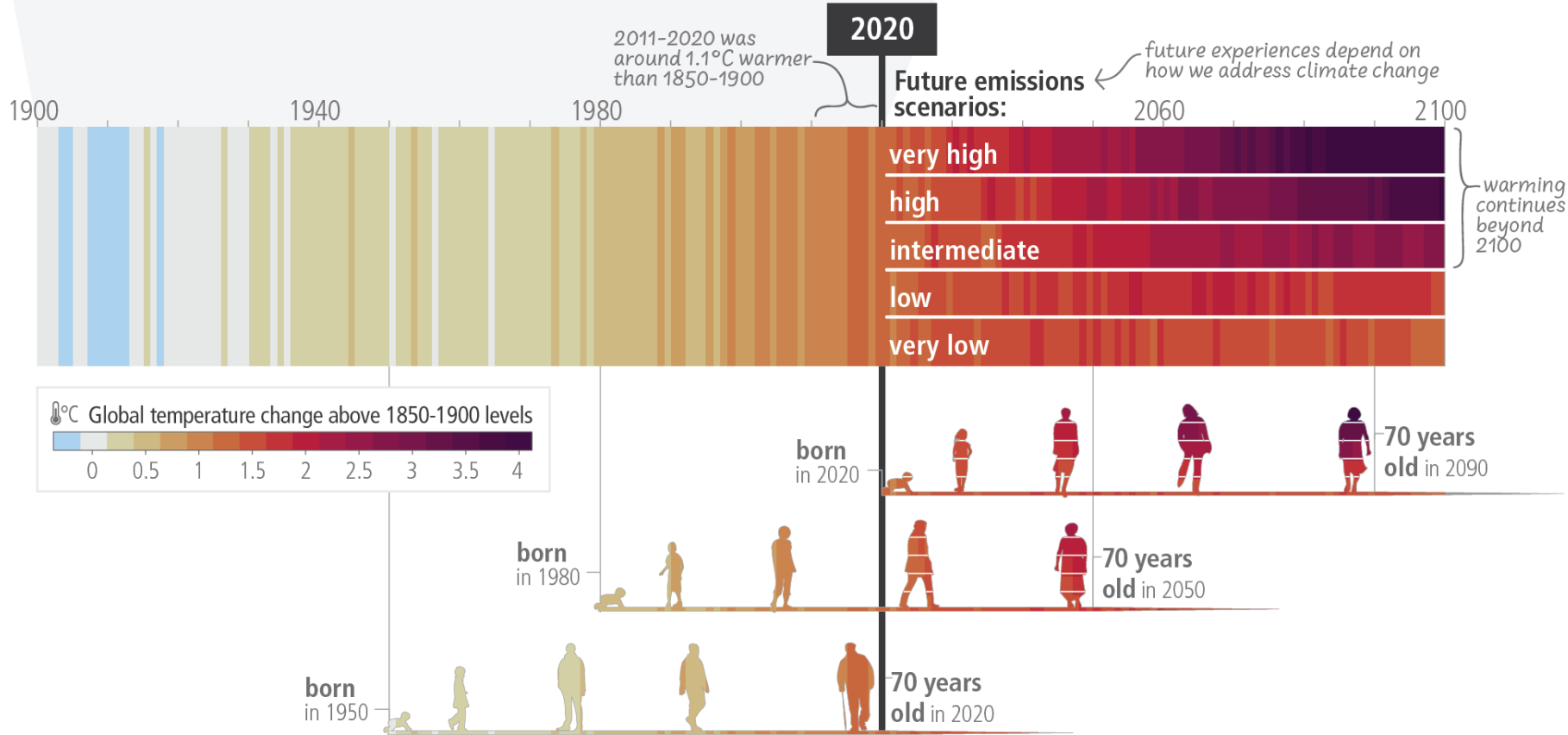




Società di **Ortoflorofrutticoltura** Italiana

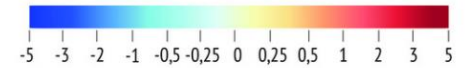
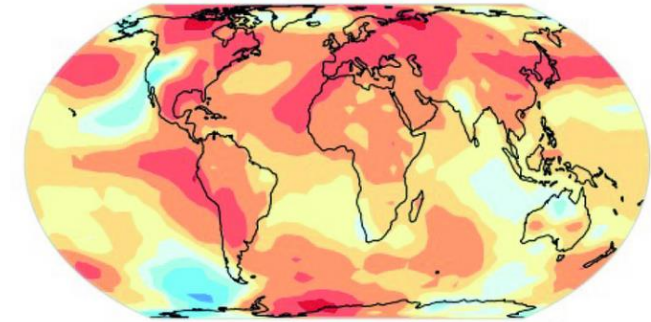


### c) The extent to which current and future generations will experience a hotter and different world depends on choices now and in the near-term



### 'ANNO PIÙ CALDO MAI REGISTRATO

anomalie di temperatura del 2023



Temperature medie superficiali annuali (fino a ottobre) rispetto al periodo 1991-2020 (in °C)

Fonte: World Meteorological Organization (WMO) - State of global climate 2023

GEA - WITHUB



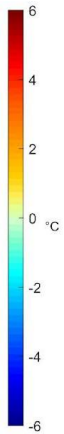


Società di **Ortoflorofrutticoltura** Italiana

Anomalia della Temperatura media AGOSTO 2021  
(Temperatura media Italia: 22.7°C)



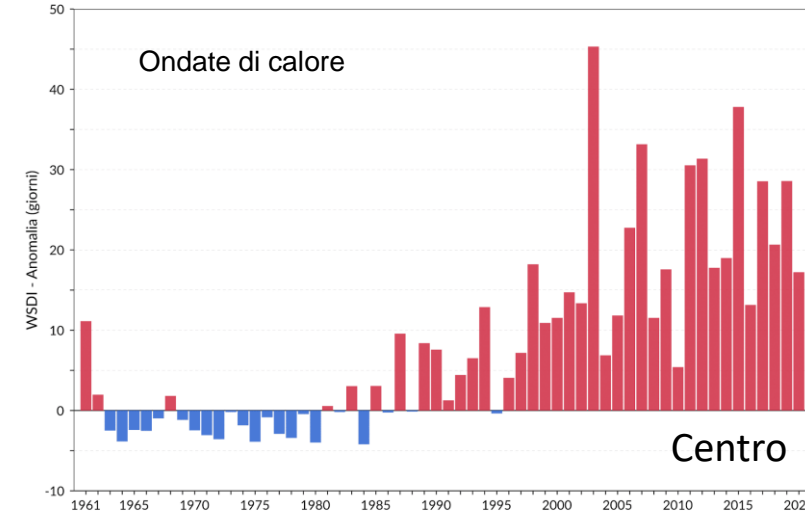
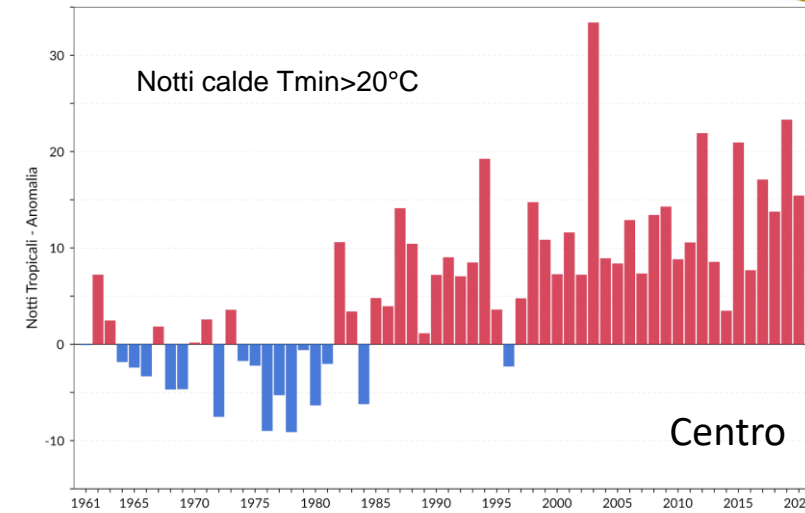
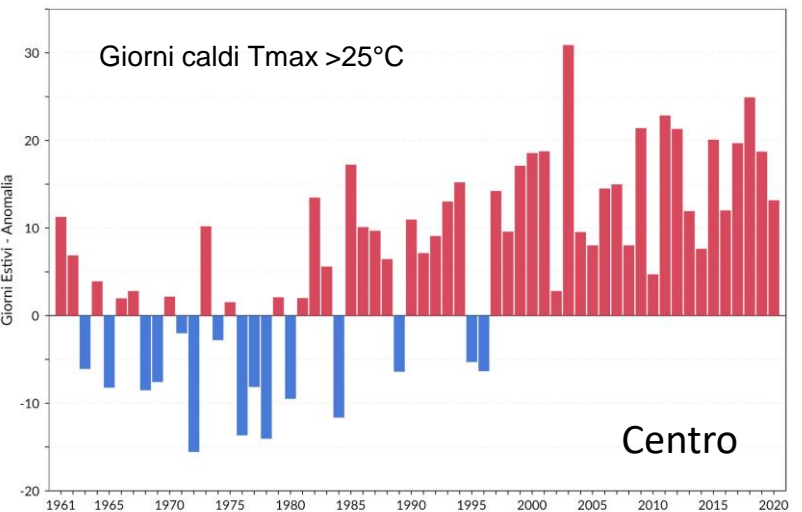
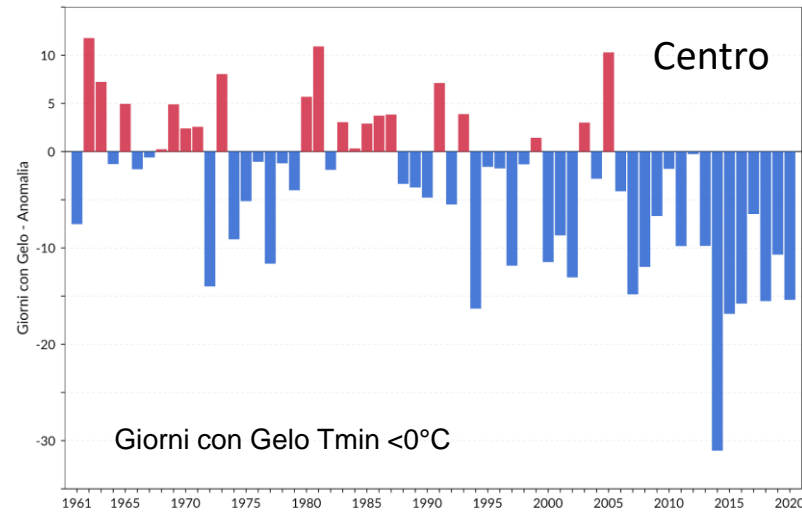
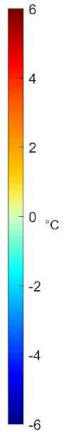
ISPRA - Area Climatologia Operativa



Anomalia della Temperatura media GIUGNO 2021  
(Temperatura media Italia: 21.3°C)

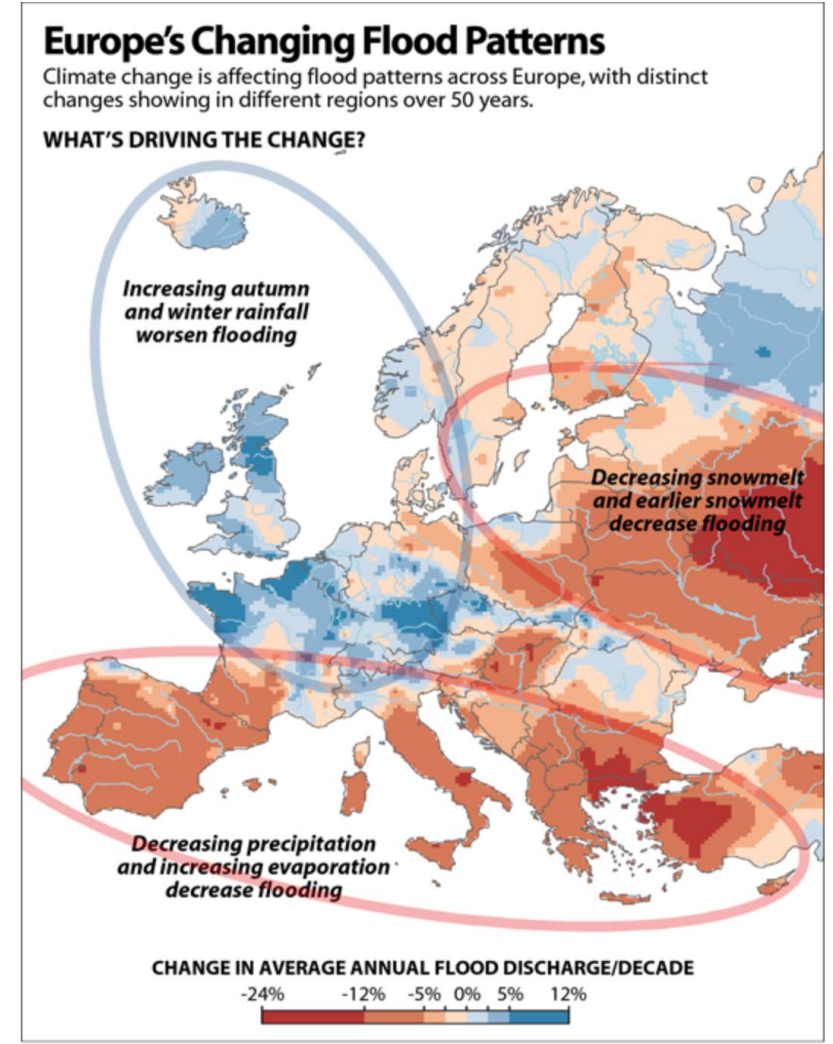
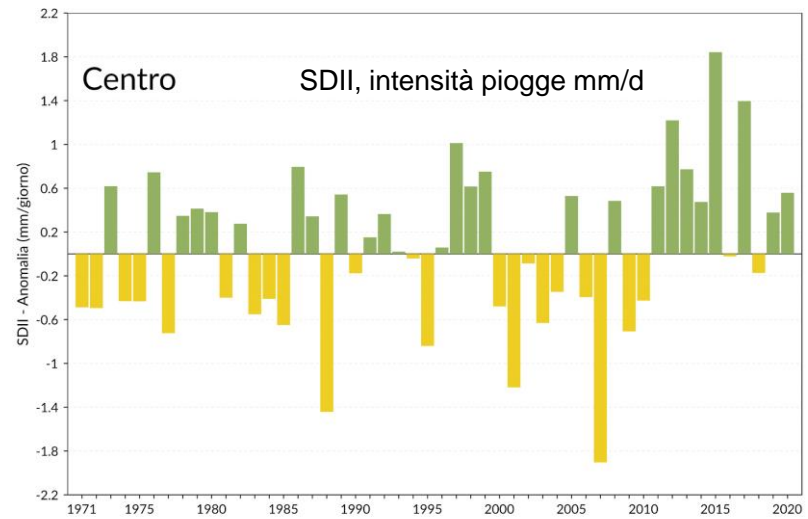
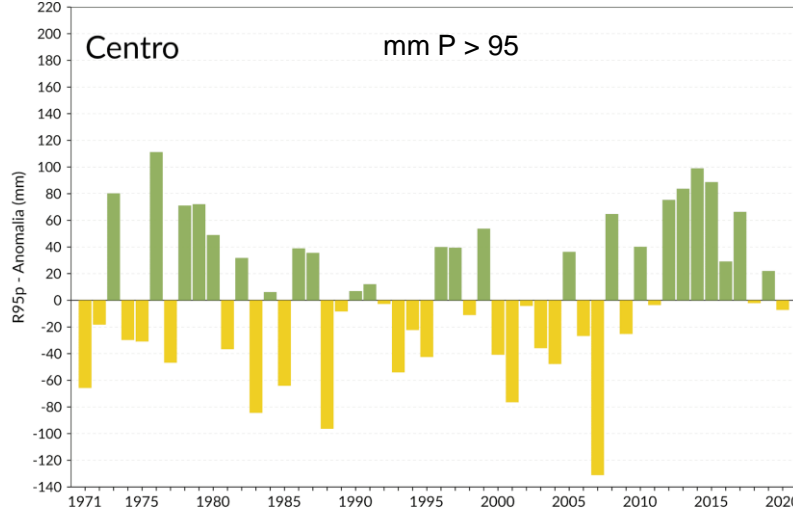
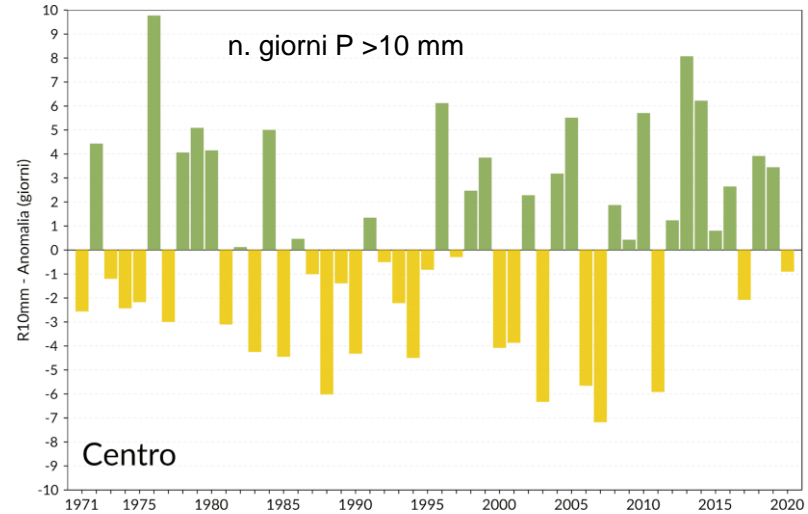


ISPRA - Area Climatologia Operativa





Società di Ortofrutticoltura Italiana



SOURCE: Gunther Blöschl, et al.

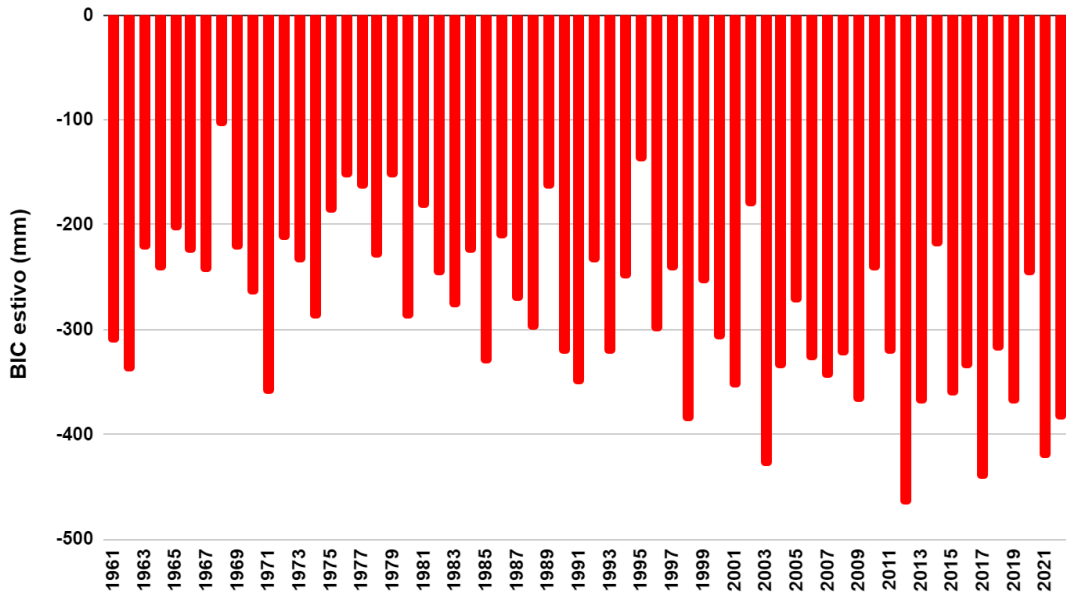
InsideClimate News



# Analisi climatica es. Emilia Romagna



Società di **Ortoflorofrutticoltura** Italiana

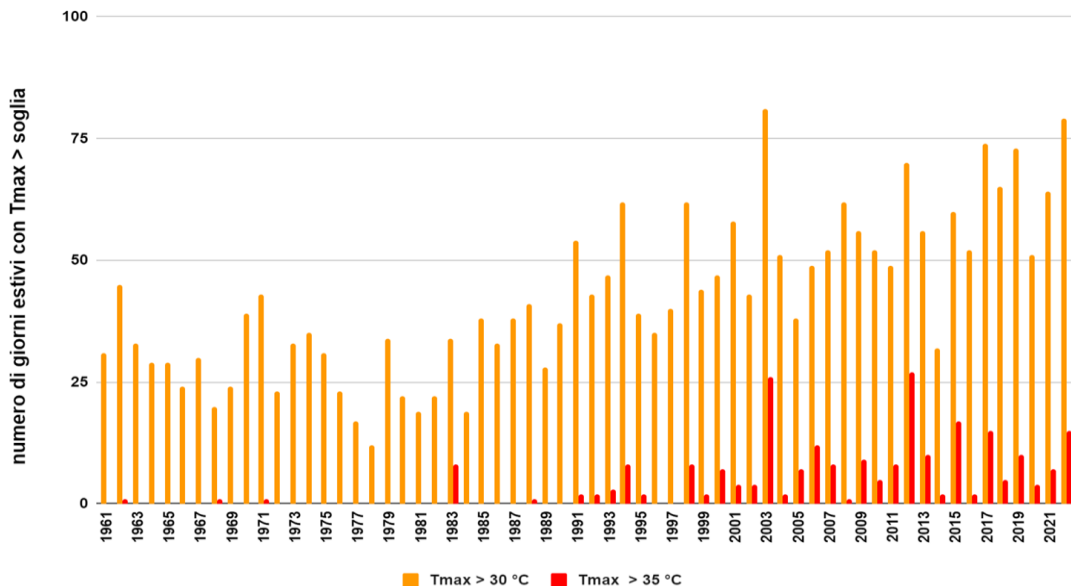


una **forte variabilità interannuale e interdecennale**

## Bilancio idroclimatico BIC estivo

evidente calo, da -240 mm nel 1961-90 a -314 mm nel clima recente.

I valori più estremi, oltre -400 mm, sono stati osservati nel 2012



Aumento del **numero di giorni estivi** (giugno, luglio e agosto) con temperatura massima superiore a due soglie critiche, 30 °C e 35 °C, **denominati rispettivamente giorni caldi e giorni torridi**.

*A. Vecch et al Riv. Frutticoltura 2023*





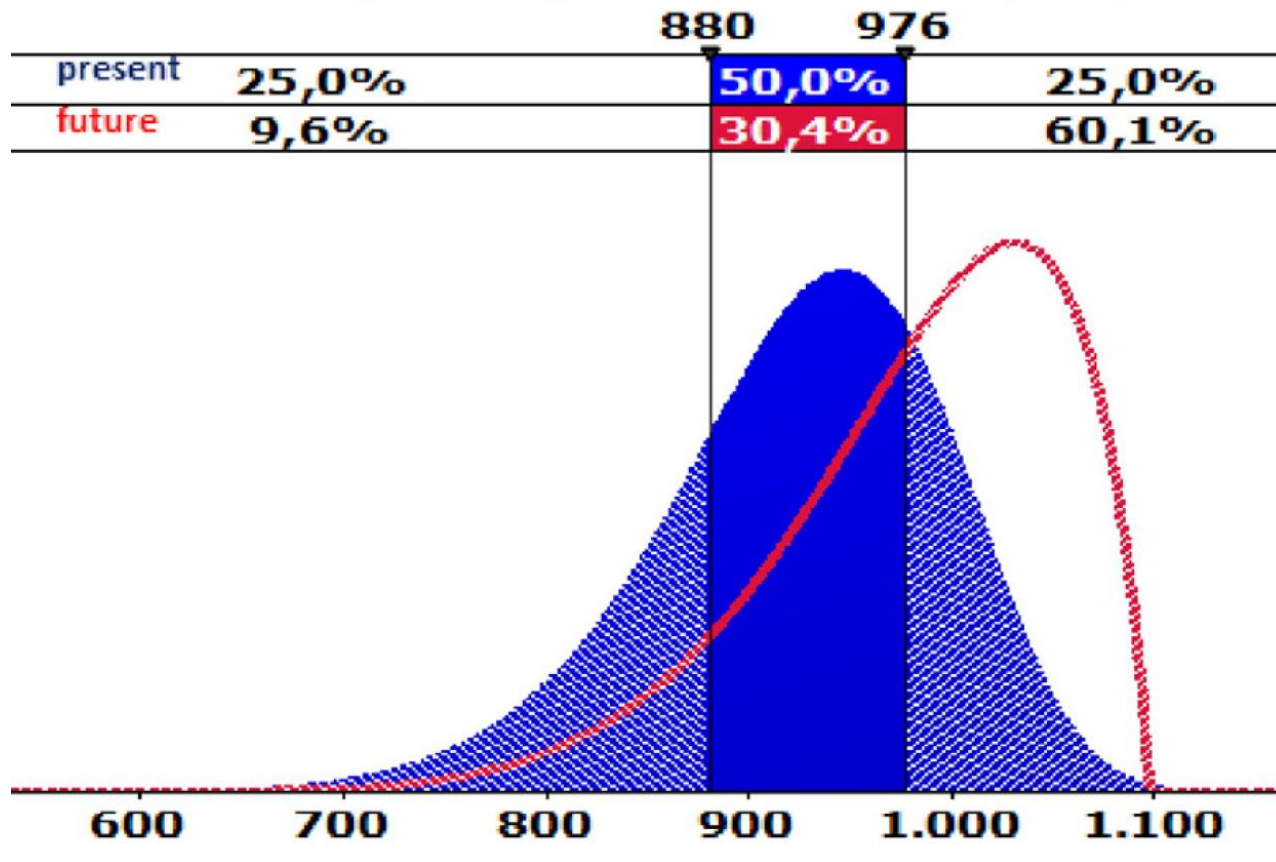
Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Fabbisogni idrici



## Net Evapotranspirative Demand (mm)



- Impatti a cascata su
  - Salinizzazione falde e suoli
  - Disponibilità risorse idriche sotterranee
  - Conflitti sull'uso dell'acqua
  - Eutrofizzazione zone umide e acque superficiali (da fosforo)
  - Biodiversità
  - Regime idrologico



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Lugo di Romagna, 19/5/23



9 Gennaio 2024

## Arriva il Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici. E delude tutti

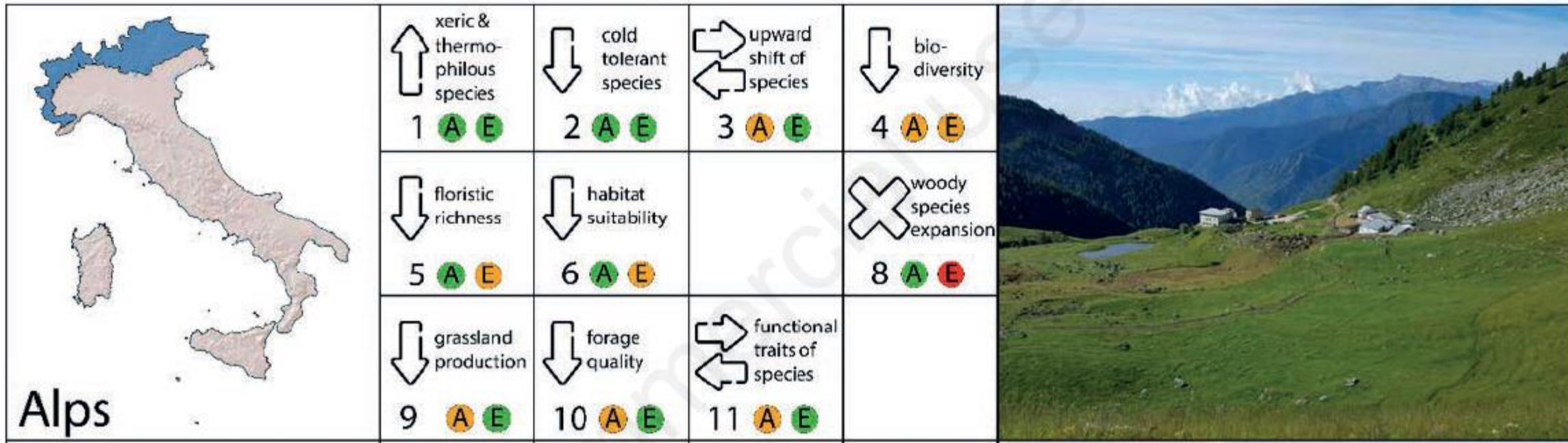




Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Pascoli alpini



**Figure 1. Agreement (level of agreement in the literature) and Evidence (frequency of a given impact) of the main climate change impacts as resulting from the literature review. Upward arrow: increases, downward arrow: decreases, two arrows: changes, cross: loss. (A): agreement, green colour: high, orange colour: medium. (E): evidence, green colour: high, orange colour: medium, red colour: low.**



# Pascoli mediterranei



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana

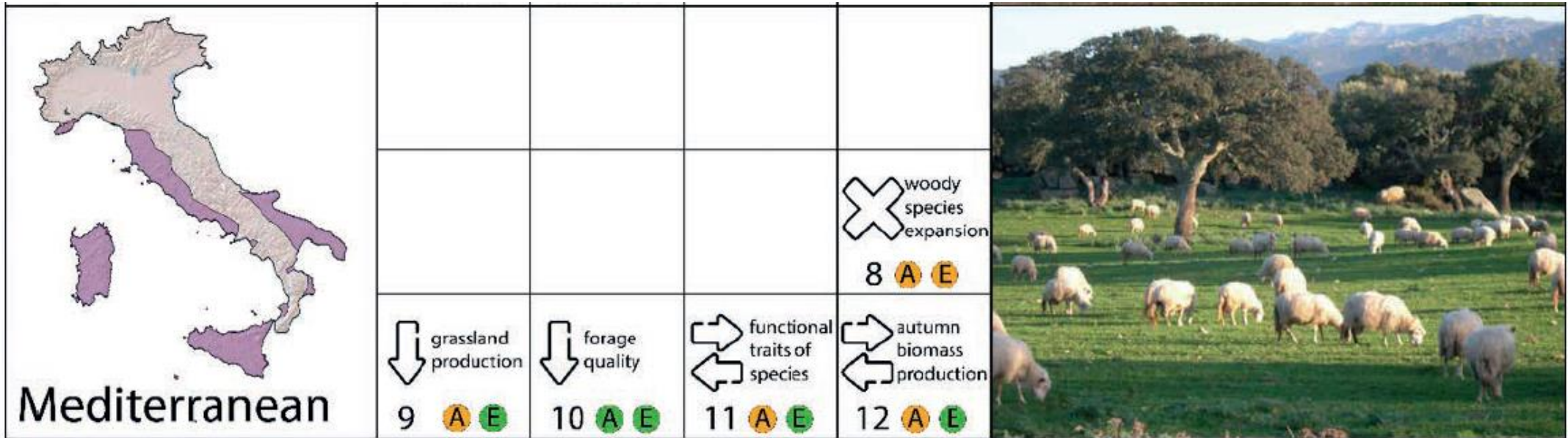


Figure 1. Agreement (level of agreement in the literature) and Evidence (frequency of a given impact) of the main climate change impacts as resulting from the literature review. Upward arrow: increases, downward arrow: decreases, two arrows: changes, cross: loss. (A): agreement, green colour: high, orange colour: medium. (E): evidence, green colour: high, orange colour: medium, red colour: low.



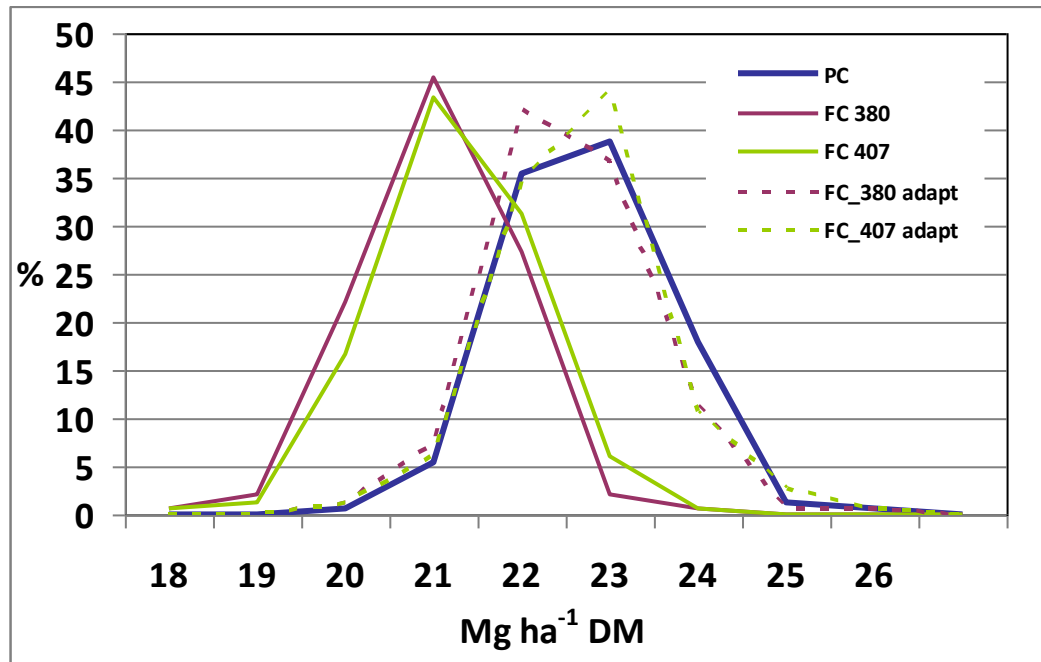
Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



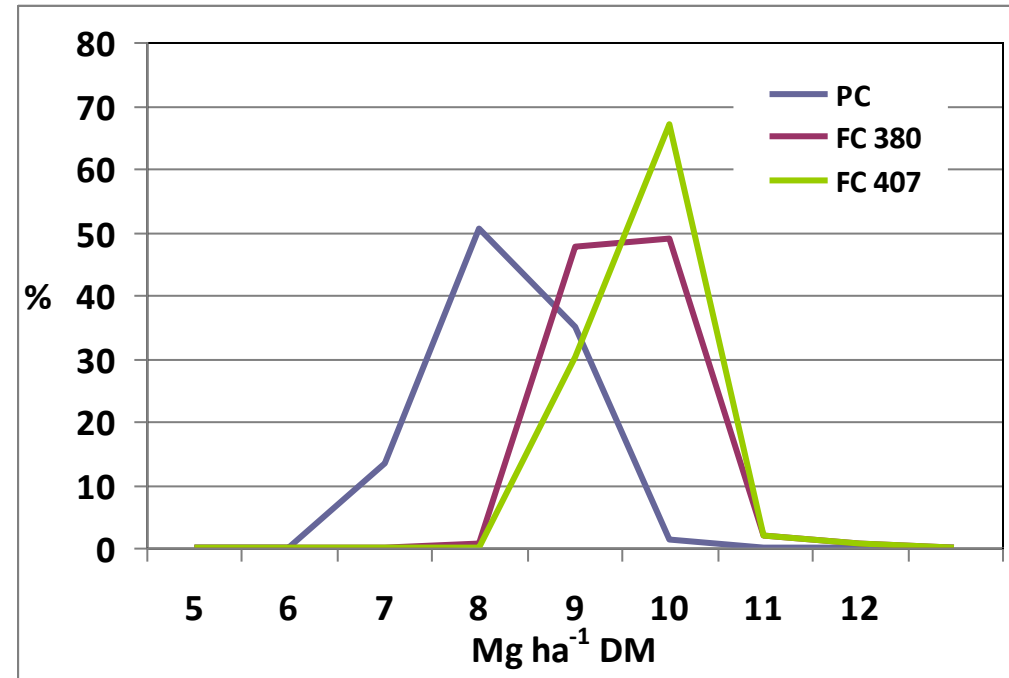
# Foraggere



### Silomais



### Loiessa



Dono et al 2016 Agric Sys

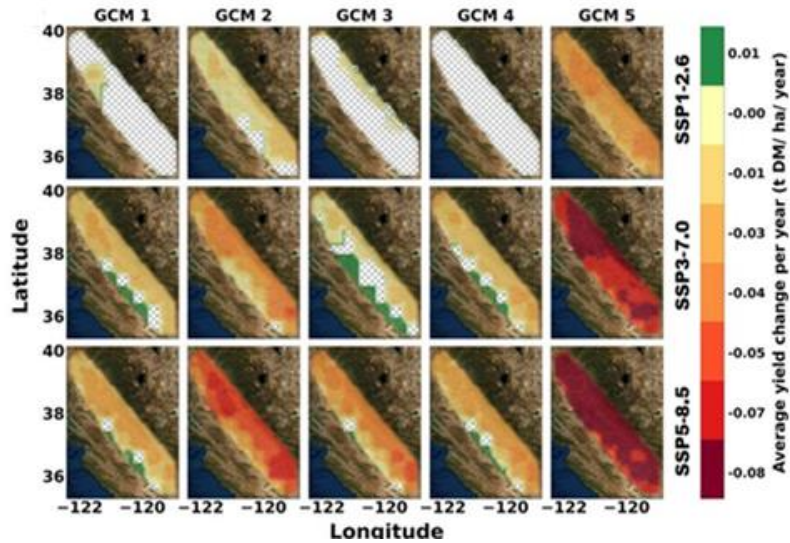
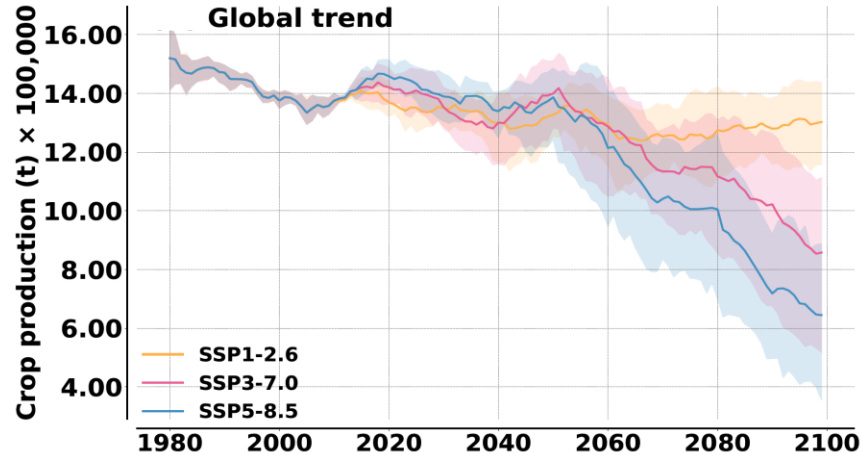


# Pomodoro da industria



Società di **Ortoflorofrutticoltura** Italiana

- Global production to decrease by 6% by 2050
- China is projected to maintain a viable production
- Each GCM has **site and time specific impacts**
- **Water does not always offset impacts**



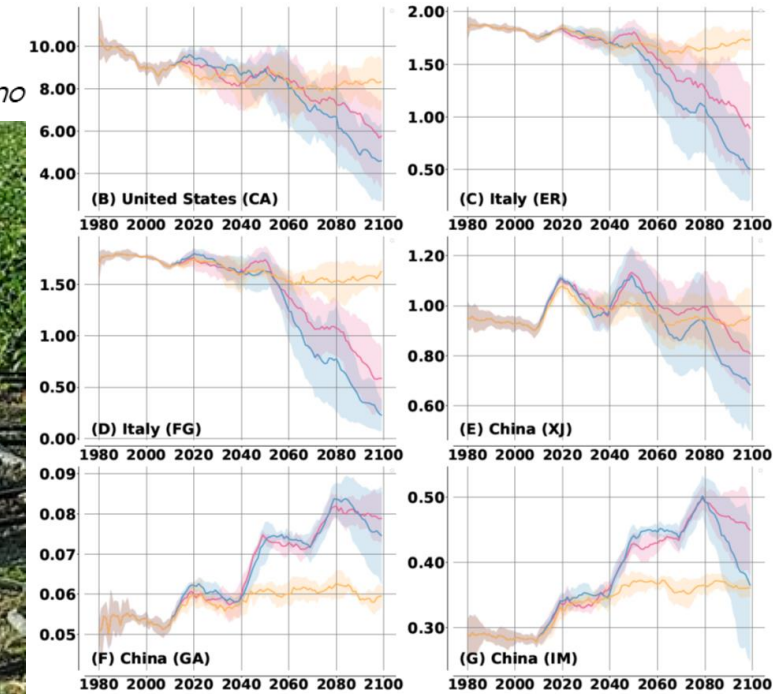
*Pic. from Dr Marco V. Del Grosso*



*Pic. from Davide Cammarano*



*Pic. From bfarm.com*



- *SSP-RCP scenarios representing low (SSP1-2.6), high (SSP3-7.0), and very high (SSP5-8.5) greenhouse gas emission and related socioeconomic conditions*
- *Projections based on the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6)*
- *The selected GCMs represent a range of high and low climate sensitivities*

*Cammarano et al., 2022 Nature Food*

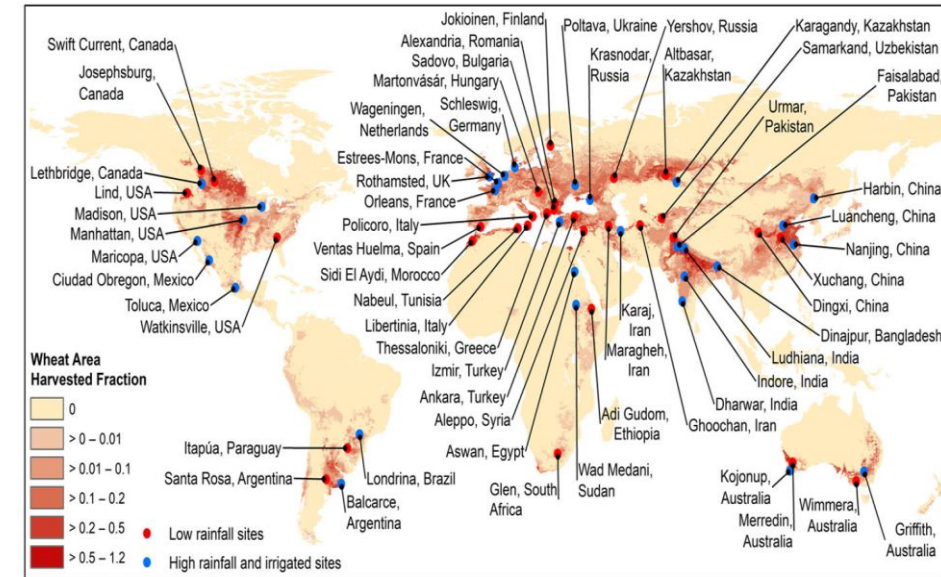
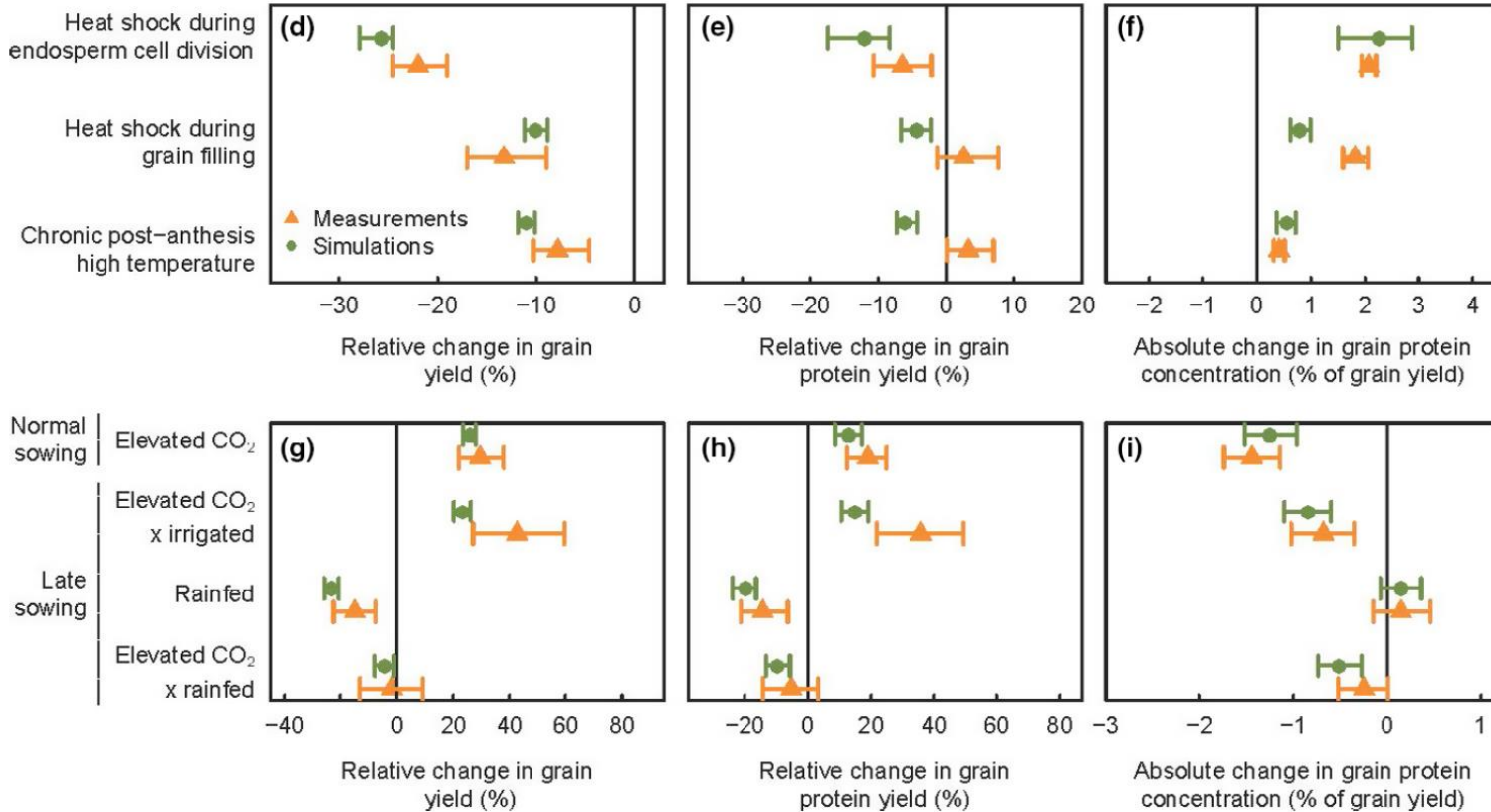


# Frumento

Credits: Davide Cammarano



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



26 wheat models calibrated to reproduce yield and protein content of wheat in different locations

Asseng et al., 2018 Global Change Biology (GCB)

- 39% of global croplands might require **new genotypes**: delayed anthesis, increased grain filling rates
- Adaptation strategies **ineffective in rainfed** marginal areas
- At low level of warming existing varieties can be shifted in different agricultural areas
- **Adaptation needs to consider supply chain and consumers' preference**

Zabel et al., 2021 GCB



Società di **Ortoflorofrutticoltura** Italiana

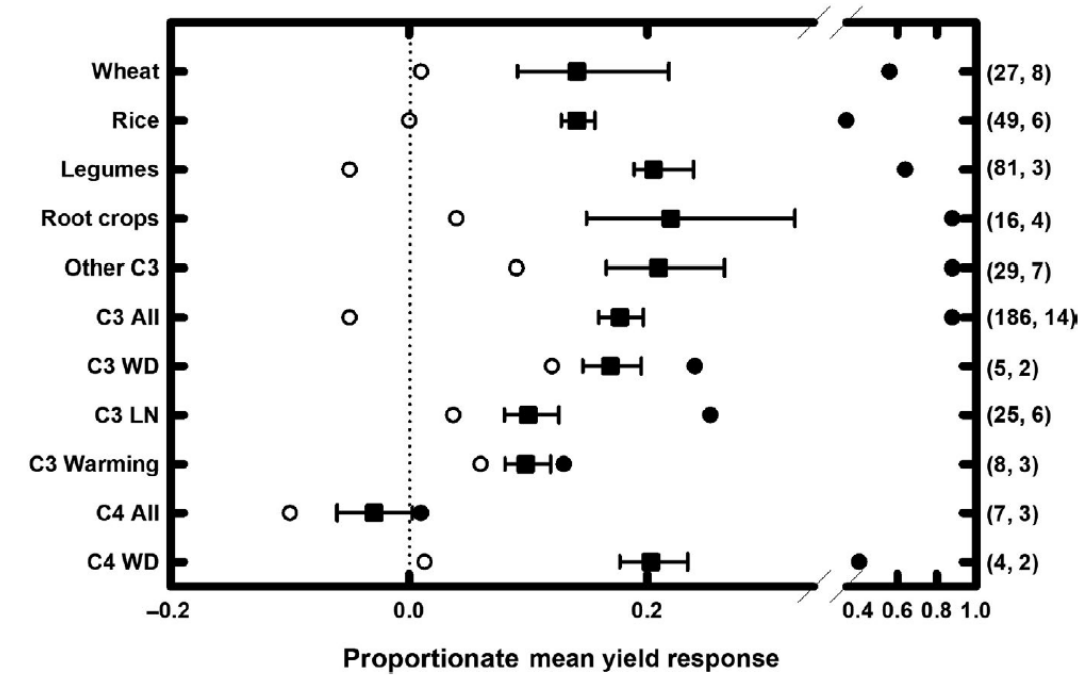
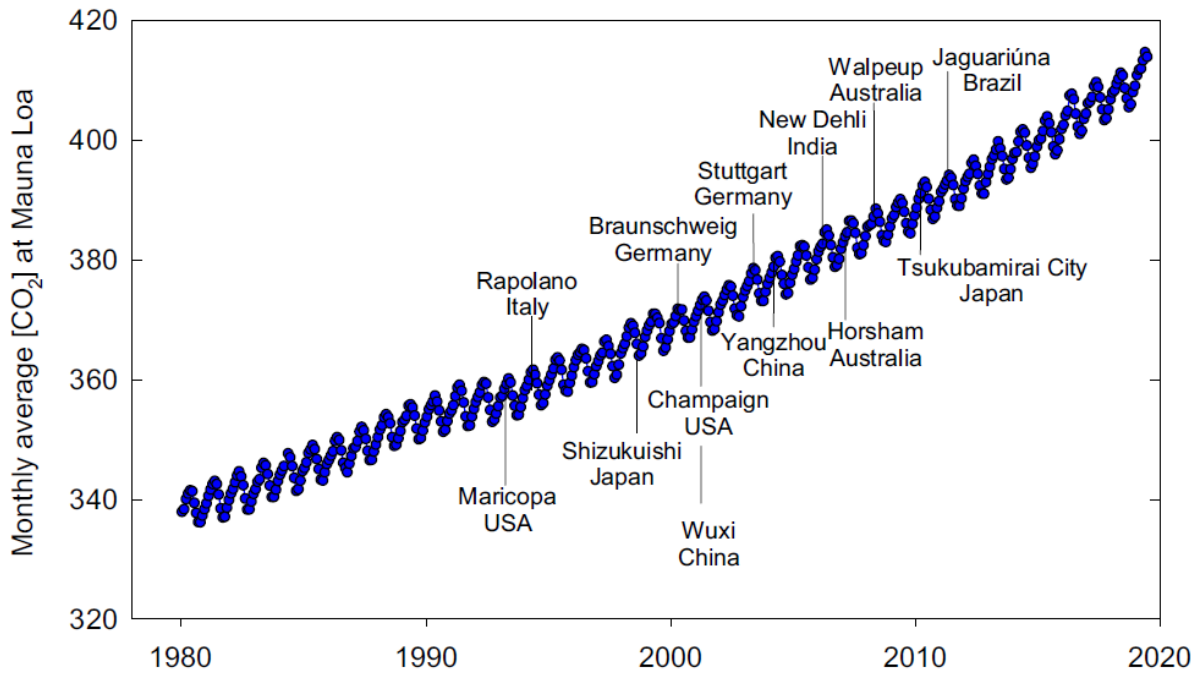


# eCO<sub>2</sub>

Credits: Davide Cammarano



- Despite evidences (Open Top Chambers, Growth Chambers, FACE) the impacts of elevated CO<sub>2</sub> **depends on location, crop, genotype, growing conditions**
- Reviews of FACE experiments consistently found two main messages (Anisworth and Long, 2021):
  - **C4 crops would not be more productive under eCO<sub>2</sub>, except under drought**
  - **Yield response of C3 counterbalanced by abiotic stress N deficiency and wet conditions**







# 1. Misure tecniche

[https://www.pastoralp.eu/strumenti/#piattaforma\\_adattamento\\_it](https://www.pastoralp.eu/strumenti/#piattaforma_adattamento_it)

## Identificate 37 misure di adattamento





Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



## Aumento della superficie a coltura protetta



Il cambiamento climatico può essere contrastato con la coltura protetta... ma le serre devono essere adeguate alle nuove sfide climatiche



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Serre vs cambiamento climatico



Occorrono strutture più robuste per resistere alle sempre maggiori eventi straordinari: nubifragio nell'Agropontino, Latina

5 novembre 2017



Occorrono strutture più ventilate per dissipare meglio il calore durante l'estate



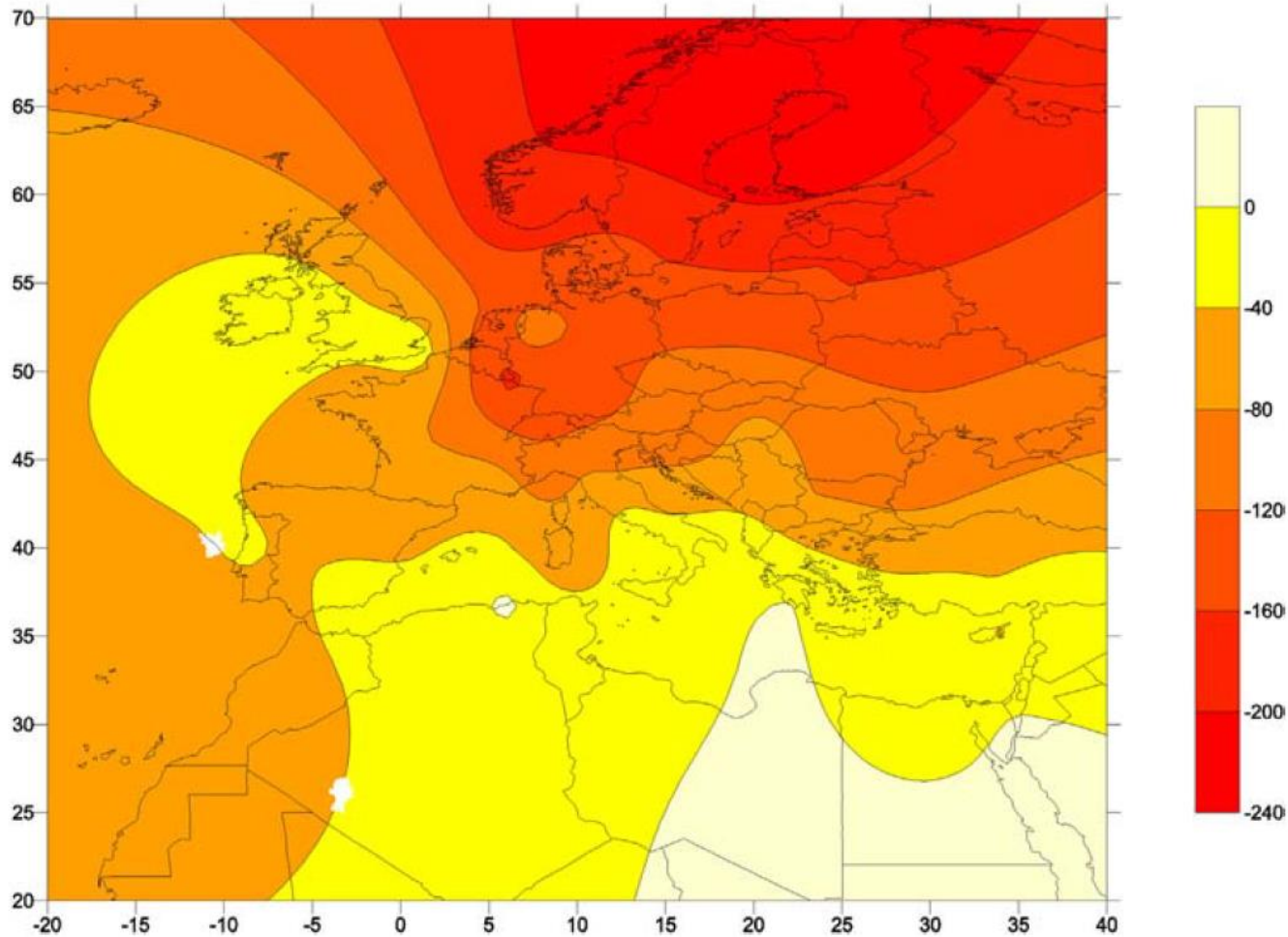
Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Richiesta di riscaldamento per il pomodoro in serra



*L. Mariani et al. / Science of the Total Environment 562 (2016) 834–844*



**Differenza di  $\text{Mj/m}^2$  per il 1988-2014 rispetto al 1973-1987: riduzione fra il 10 e il 20%**

Fig. 6. Map of difference between the mean yearly heat requirements of 1988–2014 and 1973–1987 [ $\text{Mj/m}^2$ ].



Società di **Ortoflorofrutticoltura** Italiana



# Tropicalizzazione delle colture



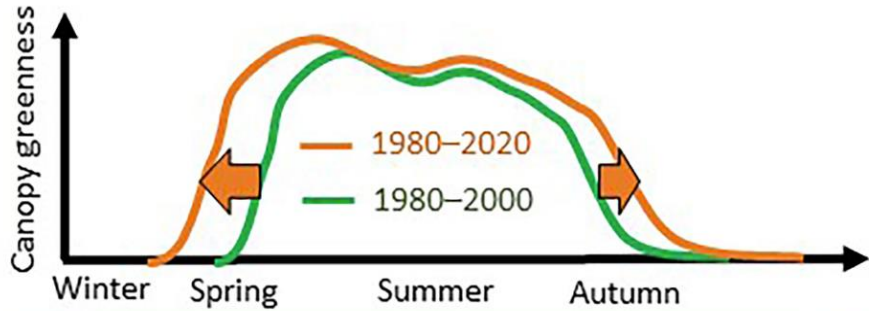
In Almeria, ma anche in Sicilia, già da diversi anni si stanno introducendo sempre più specie esotiche da frutta come Pytaia, avocado, papaya ecc.



# CC e fenologia

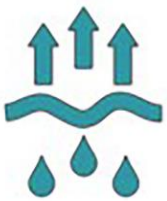


## Plant phenological shifts induced by global warming



### Ecological consequences

#### River runoff



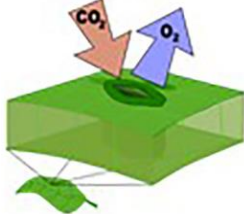
• *Chen et al.*

#### False spring



• *Zheng et al.*

#### Productivity WUE



• *Maschler et al.*  
• *Zhang et al.*

Lo spostamento nel tempo delle fasi fenologiche è il più importante impatto del cambiamento climatico





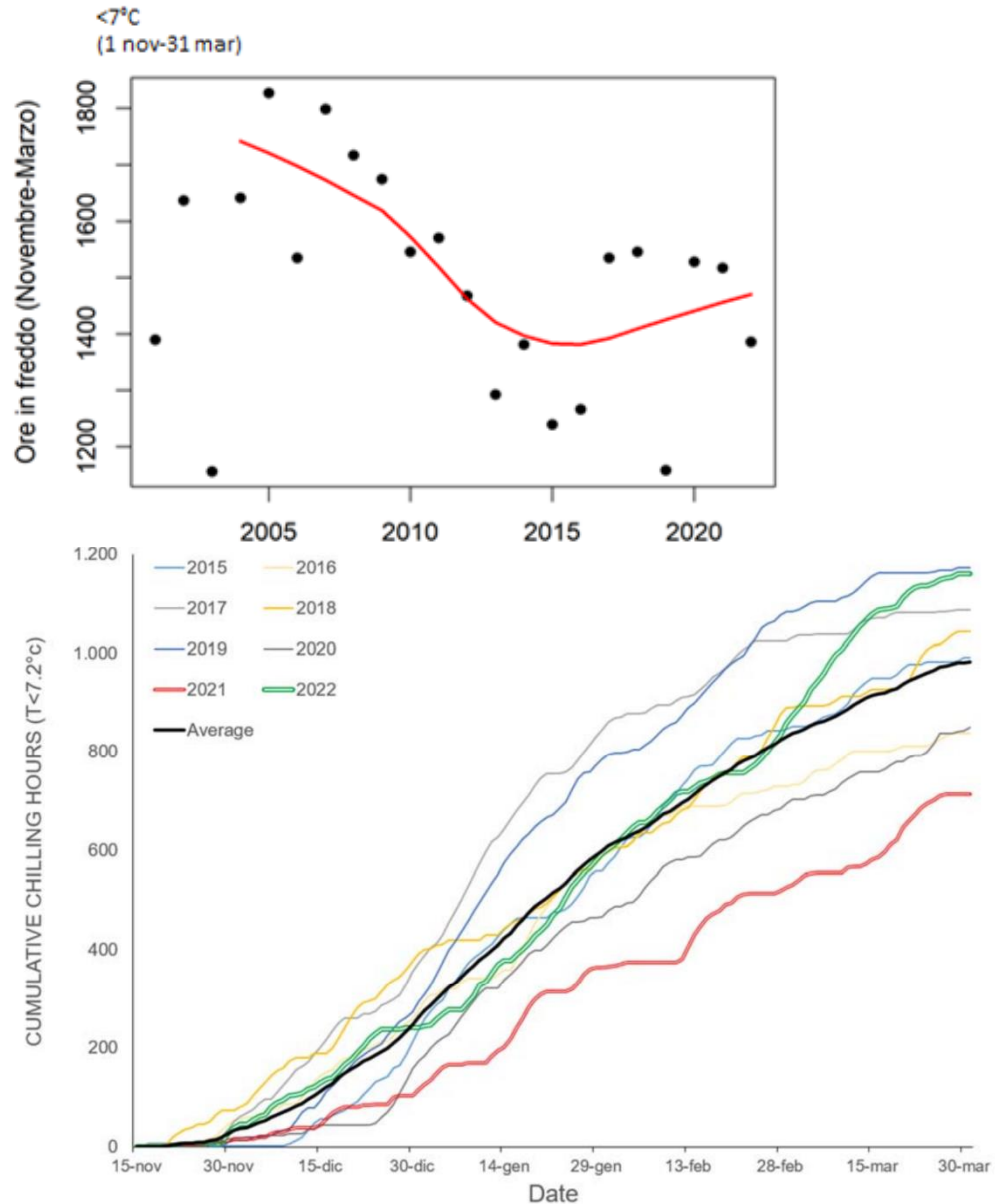
# Temperatura e fabbisogno in freddo



Società di **Ortoflorofrutticoltura** Italiana

Andamento delle ore in freddo (Chilling Hours) durante il periodo 2015 al 2022 (Basilicata-metaponto).

Dinamica di accumulo annuale delle ore in freddo (Chilling Hours) durante il periodo 2015 to 2022 (Basilicata-metaponto).





Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Alte temperature invernali



## Anticipo di fioritura ed esposizione a gelate tardive



*Figura 3.5.4: Danni da freddo su fiori di pero (a) ovari di pesco (b) germoglio di arancio (c) frutto di melo (d)*





Società di Ortofrutticoltura Italiana



# Qualità dei prodotti



Le oscillazioni termiche tra notte e giorno in post-fioritura e prima della raccolta sono premesse per un'ottimale qualità della frutta.

R. Stainer 2011



## Alte temperature notturne in primavera:

- più rapida degradazione delle gibberelline
- intensa e ridotta fase della citochinesi
- minore densità cellulare, ridotta serbevolezza
- forme piatte, buccia con rugosità e lesioni

## Alte temperature notturne in autunno e ridotta escursione:

- produzione di etilene (maturazione)
- degradazione delle clorofille
- degradazione degli acidi, vitrescenza dei frutti,
- minore colorazione
- si riduce il periodo della raccolta

## Ridotte escursioni termiche giornaliere

- accelerazione maturazione, aumento dei Brix
- difficoltà di colorazione del mesocarpo,
- bassa qualità Post-harvest

## Alte Temperature in maturazione

- anticipo di maturazione,
- riduzione del contenuto di antociani e acidità, ridotta pigmentazione



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



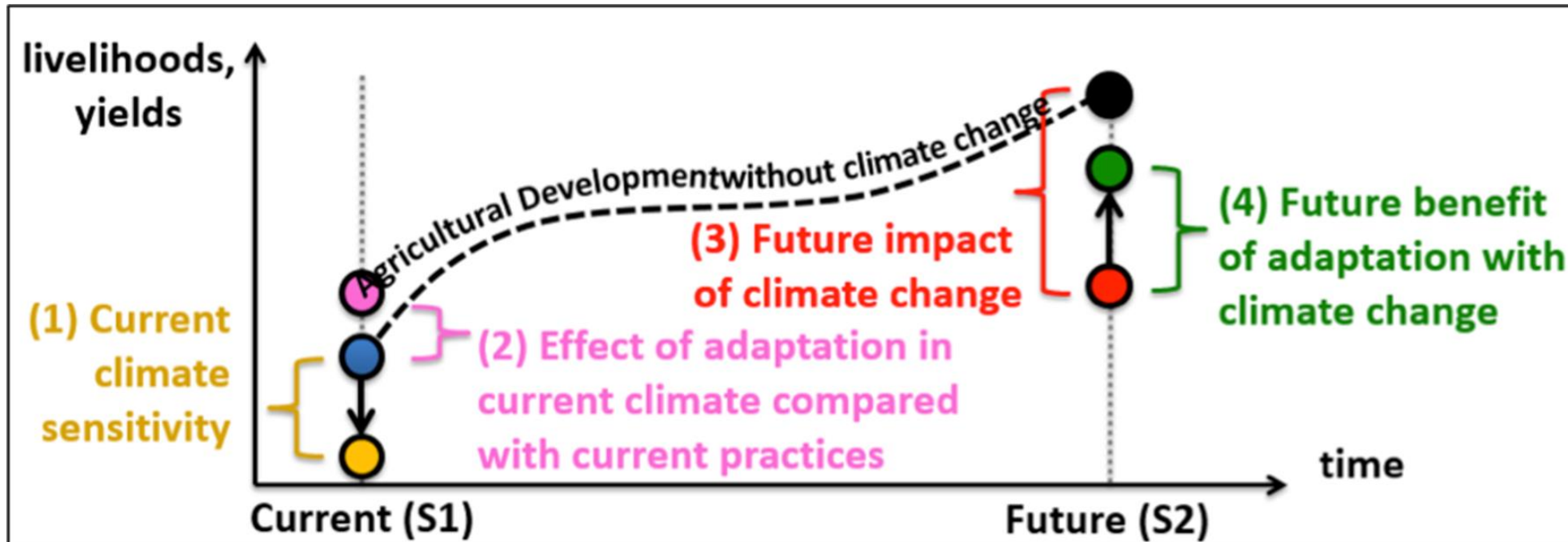
# Adattamento



## The role of science and socio-economic adaptation

Science is helping delivering climate-ready crops and climate-smart agriculture

But as equally important as science is the role of socio-economic factors on “future” systems





Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Adattamento



- **Miglioramento genetico:**

- cultivar e portainnesti adatti (basso soddisfacimento in freddo, resistenze alte T) elevato fabbisogno in caldo, elevata efficienza dell'uso dell'acqua, ciclo breve, tolleranti a stress termici, autofertili.

- **Modifica delle strutture protette:**

- maggiore resistenza ai carichi, maggiore capacità di dissipazione del calore;

- **Sistemi colturali resistenti a fitopatie e fitofagi:**

- rotazioni per interrompere il ciclo biologico di insetti ed altri parassiti; lotta biologica per evitare resistenze ai principi attivi;

- **Cambio dell'ordinamento colturale e adattamento delle tecniche:**

- trapianti più precoci; innesto erbaceo; coltivazioni di specie tropicali.

- **Aumento dell'evapotraspirazione e peggioramento della qualità dell'acqua:**

- gestione irrigazione più efficiente: controllo dell'accumulo di sali nella zona radicale (sonde dielettriche); fonti idriche alternative (acque reflue municipalizzate).



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Utilizzo di acque reflue



Domènica 21 Maggio 2009

## PISTOIA

# Dal depuratore di San Colombano l'acqua per irrigare i vivai pistoiesi

Il presidente del Distretto annuncia il via allo studio di fattibilità del by-pass

Il profitto  
un servizio  
una  
scelta  
leader  
del settore  
per evitare  
rischi e tutti  
gli aspetti  
di pianifica

Pistoia. In questi giorni, presso  
l'azienda agricola di San Colombano  
de' Vestri, si sta studiando il  
progetto di un by-pass che  
consentirebbe di utilizzare  
l'acqua depurata dal  
impianto di San Colombano  
per irrigare i vivai pistoiesi.  
Il progetto è stato  
presentato al presidente  
del Distretto, Francesco  
Fiorini, insieme all'ingegner  
Antonio Cappelletti, direttore  
della società di ingegneria  
e architettura del Distretto.



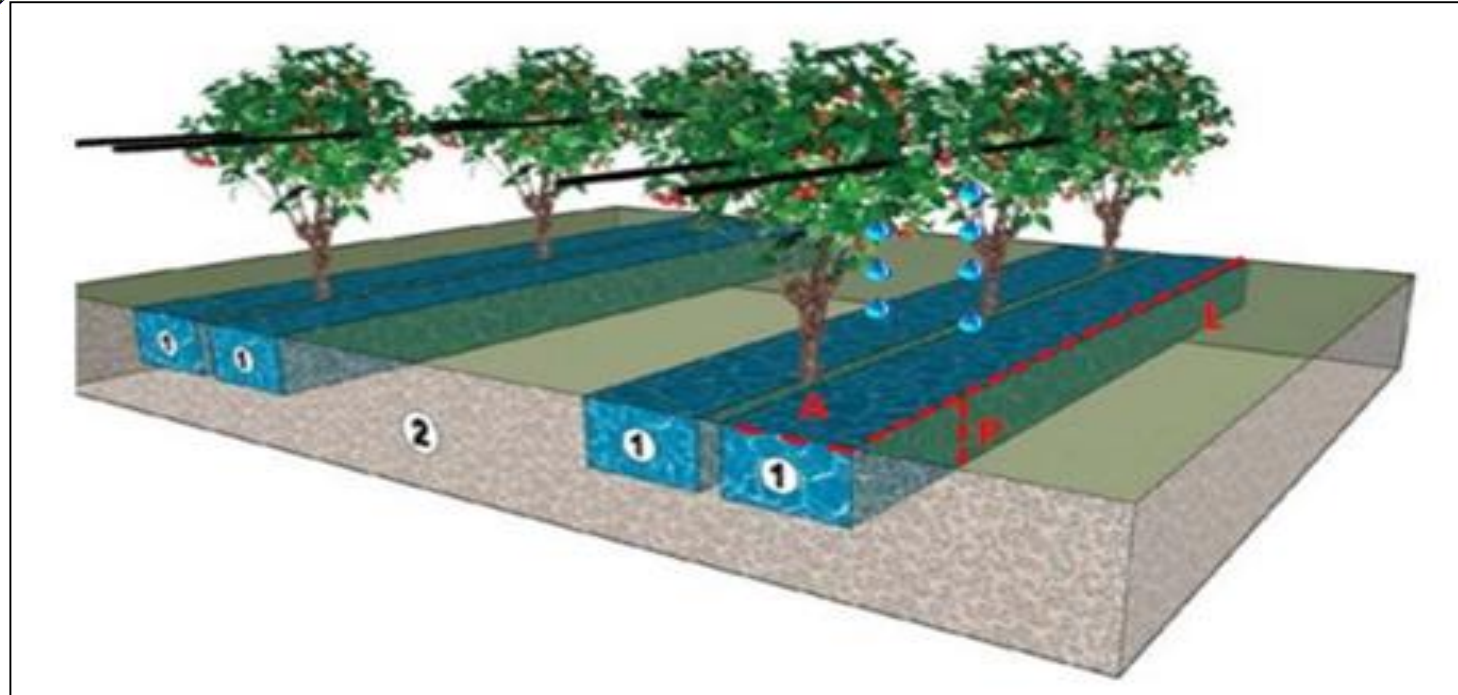
Depuratore della città metropolitana di Firenze. Produzione di 100 milioni di m<sup>3</sup> /anno di cui 30 sono da riversare obbligatoriamente in Arno per bilanciare i prelievi.



Società di **Ortoflorofrutticoltura** Italiana



# Irrigazione di Precisione



Con i sistemi di irrigazione localizzati, il volume di suolo esplorato dalle radici e bagnato dall'irrigazione è molto ridotto (20- 30% del volume totale)

E' necessaria una strategia di irrigazione di precisione per evitare:

Deficit idrico  
Eccesso idrico  
percolazione



→ aumentare Water Productivity



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Protezione dalle gelate tardive



Effetto dell'uso dell'irrigazione soprachima per la difesa antibrina e particolare di fiori incapsulati nel ghiaccio (Foto Thalheimer e Paoli).



Impianto antibrina soprachima con microaspersione pulsata (10-15m<sup>3</sup>/ha) su giovane frutteto di avocado nel metapontino (foto B.Dichio)



Ventole fisse dotate di fotovoltaico, anemometro e 2 termometri . 23/8/2023 Author: [G. Piccione](mailto:G.Piccione@FreshPlaza.it) © [FreshPlaza.it](http://FreshPlaza.it)



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana

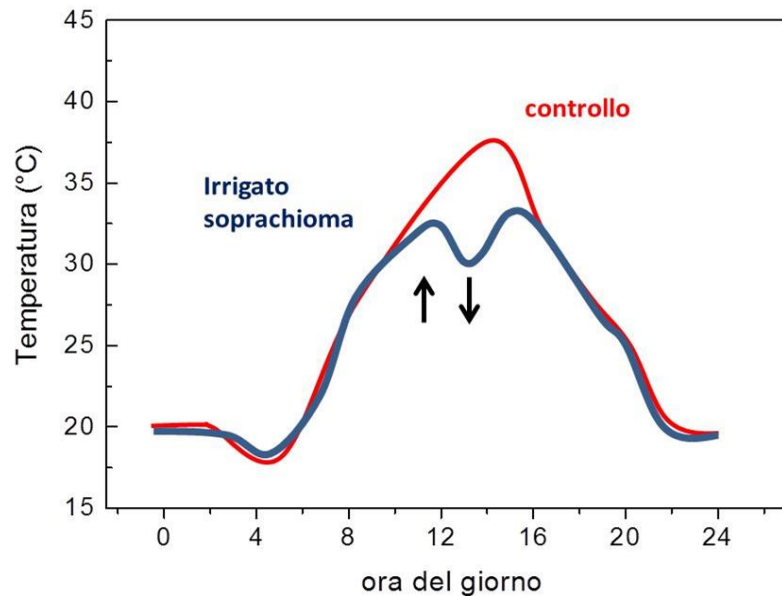


# Mitigazione stress da alte temperature



Danni da colpi di sole ed elevata VPD dell'ambiente in pero (Foto da McClymont, Ian Goodwin and Susanna Turpin) vite (Foto V. Nuzzo), Kiwi (Foto B.Dichio)

Effetto climatizzante dell'irrigazione soprachioma in un meleto Iglesias et al., 2005



Irrigazione climatizzante sottochioma in kiwi (Foto B.Dichio)



# Gestione dell'irrigazione e sensori della pianta - *plant based sensors*



Società di Ortofrutticoltura Italiana

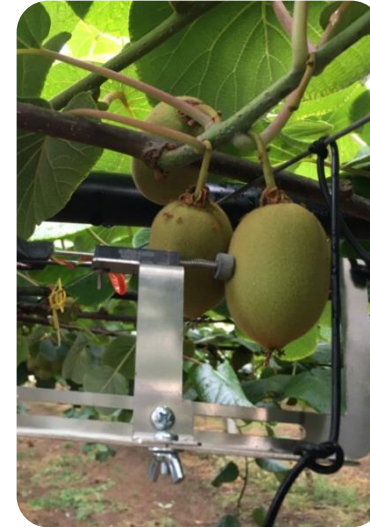
Pianta



Microtensiometri



Sap Flow



Fruttimetri



Treetoscope



Dendrometro fusto



Potenziale idrico



Turgore Fogliare





Società di **Ortoflorofrutticoltura** Italiana



# Reti protettive, antigrandine e fotoprotettive



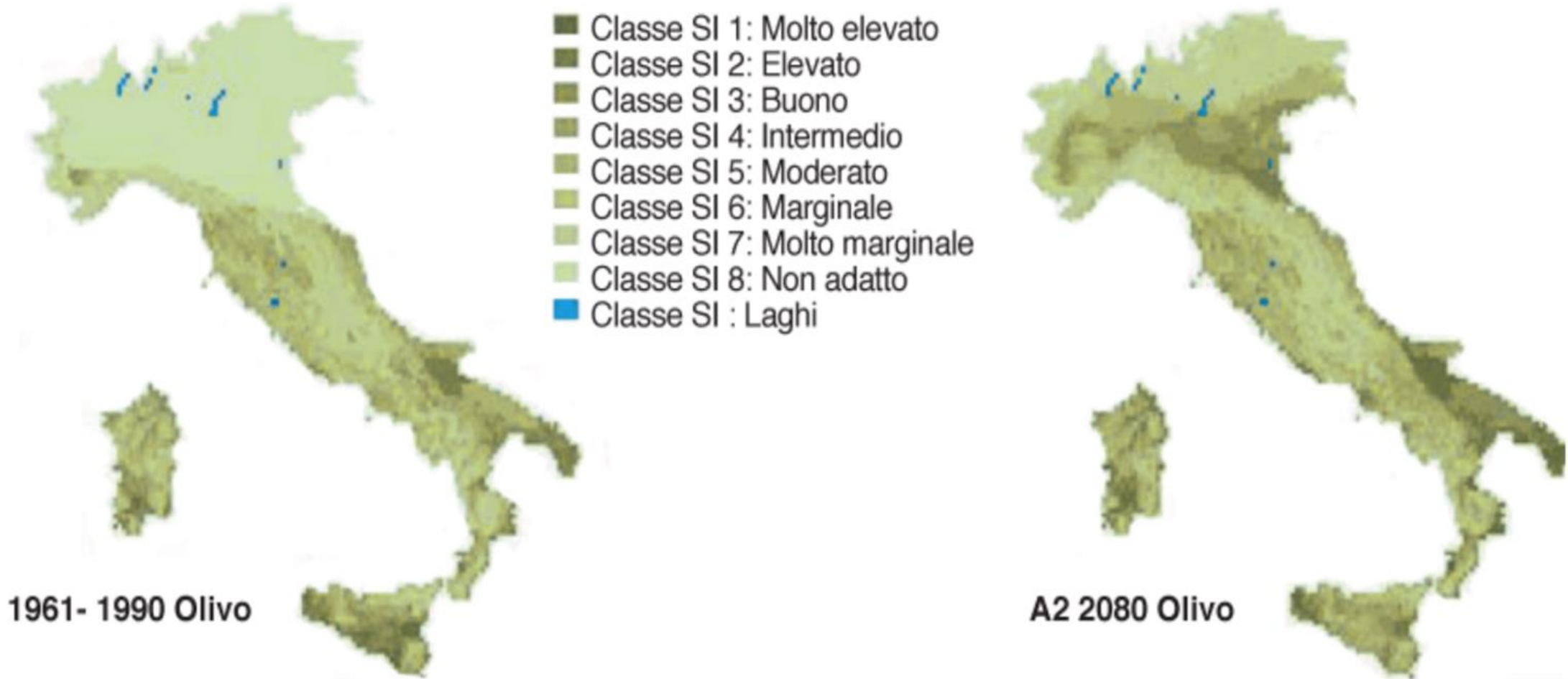
Fonte foto: Arrigoni



Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



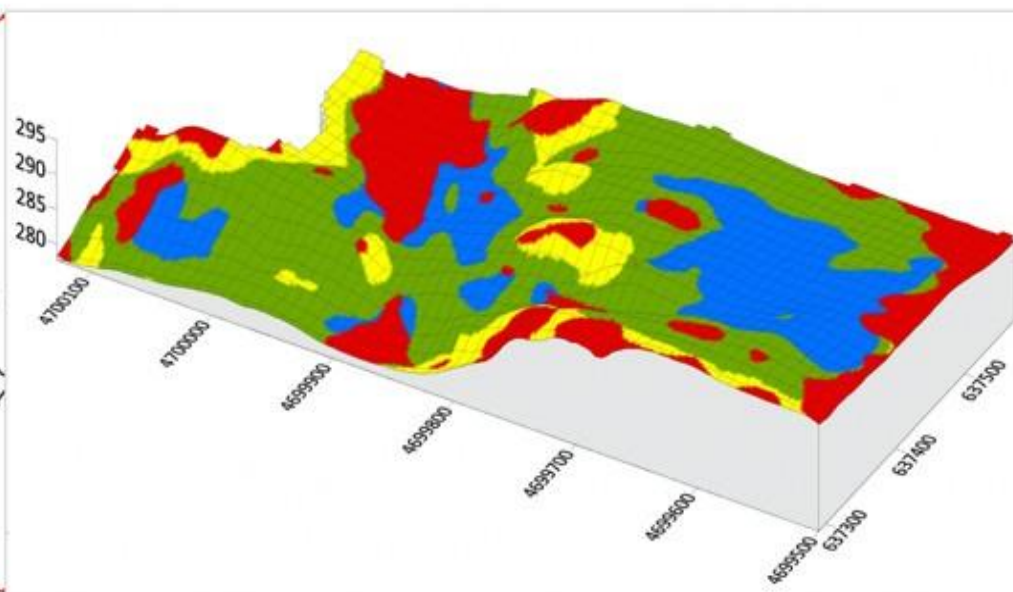
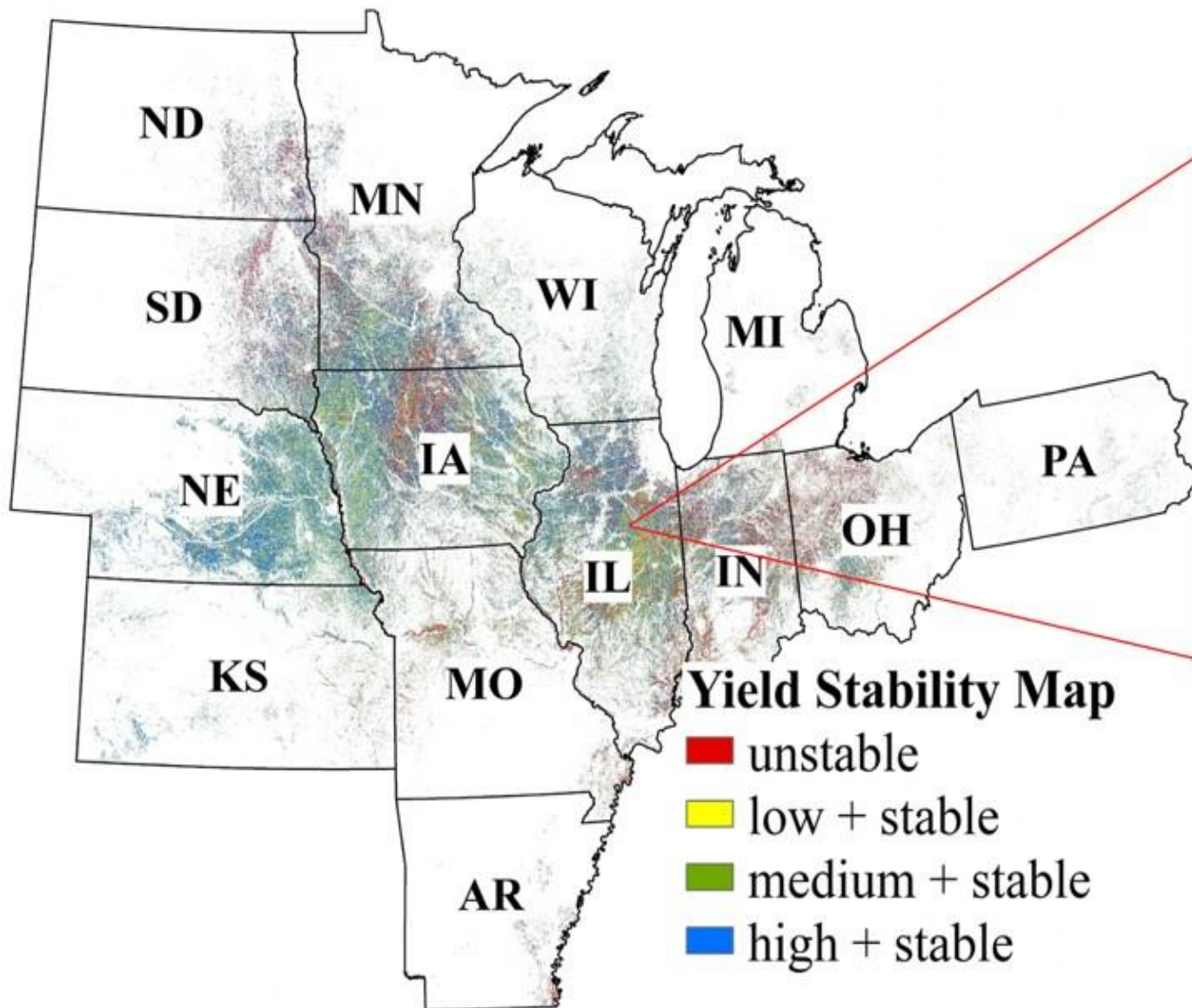
# Vocazionalità olivo



Indice di vocazionalità per l'olivo calcolato per il periodo di riferimento (1961-1990) e per il 2080 nello scenario A2.



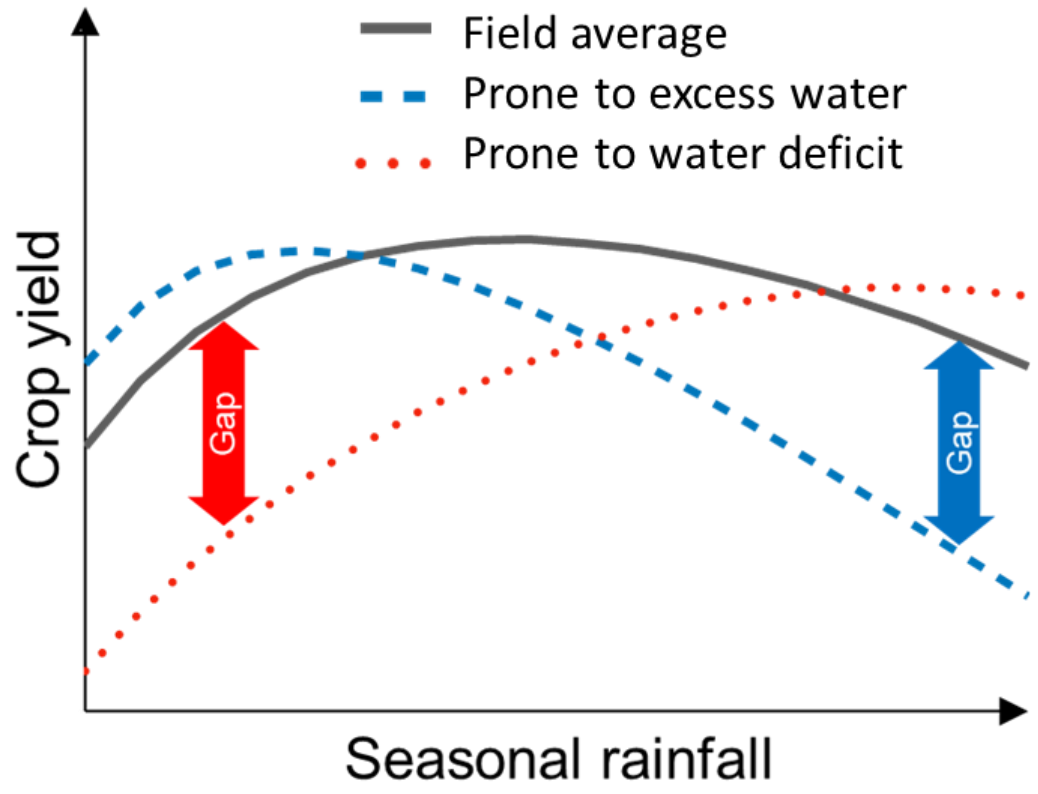
Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana





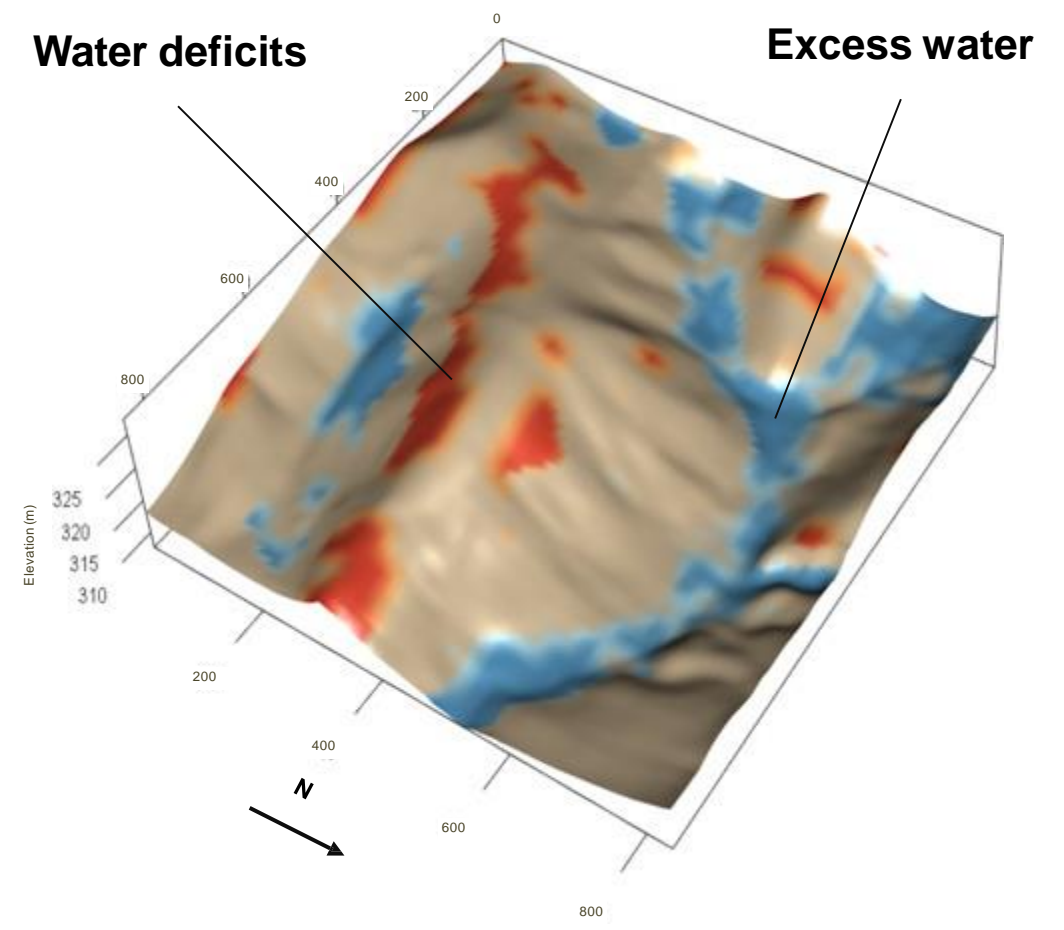
Società di Ortofrutticoltura Italiana

## How large are the gaps?



Martinez-Feria and Basso, 2020

## How much land is affected?





Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana



# Take home



1. Le **dinamiche globali** (concentrazione centri di produzione e consumo, urbanizzazione, cambio diete) e i **contesti normativi** sono in contrasto con strategie di adattamento efficaci al cambiamento climatico
2. Il cambiamento climatico è «la **goccia che fa traboccare il vaso**» sulla sostenibilità
3. Siamo in forte **ritardo** sull'adattamento: il clima cambia più in fretta e siamo costantemente «**fuorigioco**»
4. La **percezione in anticipo** del cambiamento è essenziale per giocare di anticipo: più penalizzate le colture arboree e i sistemi semi-naturali (es. pascoli) e i sistemi produttivi che richiedono grandi investimenti
5. La **coltura protetta in orto-floricoltura** può aiutare a mitigare l'effetto di cambiamenti climatici sulle colture ortive, ma le **strutture devono essere adeguate** per le sfide del cambiamento climatico (maggiore resistenza ad condizioni avverse e maggiore capacità di ventilazione per dissipare il maggiore calore).
6. In tutte le colture, la **scelta** di appropriate varietà, l'uso di alcune tecniche come l'innesto erbaceo (ortive), la selezione di portainnesti resistenti (arboree), l'irrigazione di precisione conferiscono maggiore resilienza di ortive arboree al cambiamento climatico ma spesso non sono sufficienti: **adattamenti trasformativi**
7. L'adattamento dei sistemi colturali richiede sito-specifici (**tailored solutions**) e modulati nel tempo
8. L'impiego di **nuovi strumenti** digitali, modelli, intelligenza artificiale, DSS (Agricoltura dei dati) sarà efficace solo se ben cucino sul contesto ecologico e socio economico e **integrato** con **conoscenze** sull'ecofisiologia delle colture e con il coinvolgimento di **imprese** e policy makers:

**knowledge hubs, living labs?**