



Sergio SAIA

Agricoltura sostenibile nel terzo millennio

Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria-Centro di ricerca per la cerealicoltura e le colture industriali (CREA-CI), Foggia,

&

Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche (UNIVPM), Ancona

sergio.saia@crea.gov.it

<http://it.linkedin.com/in/sergiosaia>

https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Saia

Grosseto, 20 Maggio 2019



"Agricoltura sostenibile nel terzo millennio"

1. **Potenziale ambientale**: questo sconosciuto!
2. **Ordinamento culturale**: un occhio al passato, uno al futuro e le scale della complessità;
3. **Gestione del suolo**: la colonna più imponente cade senza un piede forte
4. **Semina**: un contributo alla complessità
5. **Impatto ambientale**: cos'è veramente?

Potenziale ambientale: è la capacità dell'ambiente di fornire una resa.

Varia in funzione di:

- Andamento meteorologico
- **Gestione del sistema** (rotazione, gestione del suolo, semina, fertilizzazione, controllo delle malerbe e dei patogeni, gestione dei residui, etc.)
- **Clima e** cambiamento climatico

Un sistema culturale è come un ecosistema: ogni volta che modifichiamo una componente determiniamo cambiamenti in tutte le altre, spesso in una reazione a catena

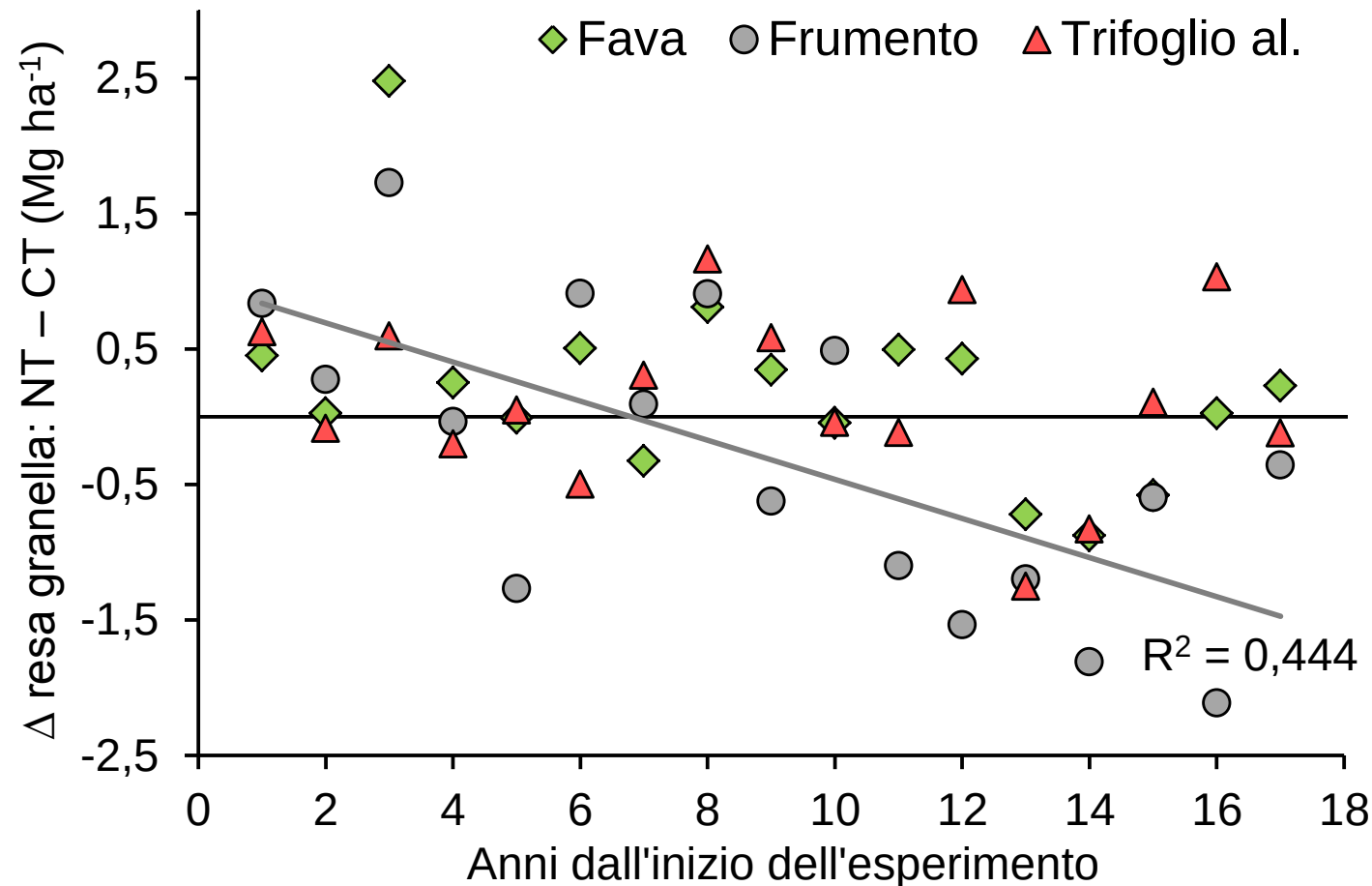


Long-Term Tillage and Crop Sequence Effects on Wheat Grain Yield and Quality

Gaetano Amato, Paolo Ruisi, Alfonso S. Frenda, Giuseppe Di Miceli, Sergio Saia, Antonella Plaia, and Dario Giambalvo*

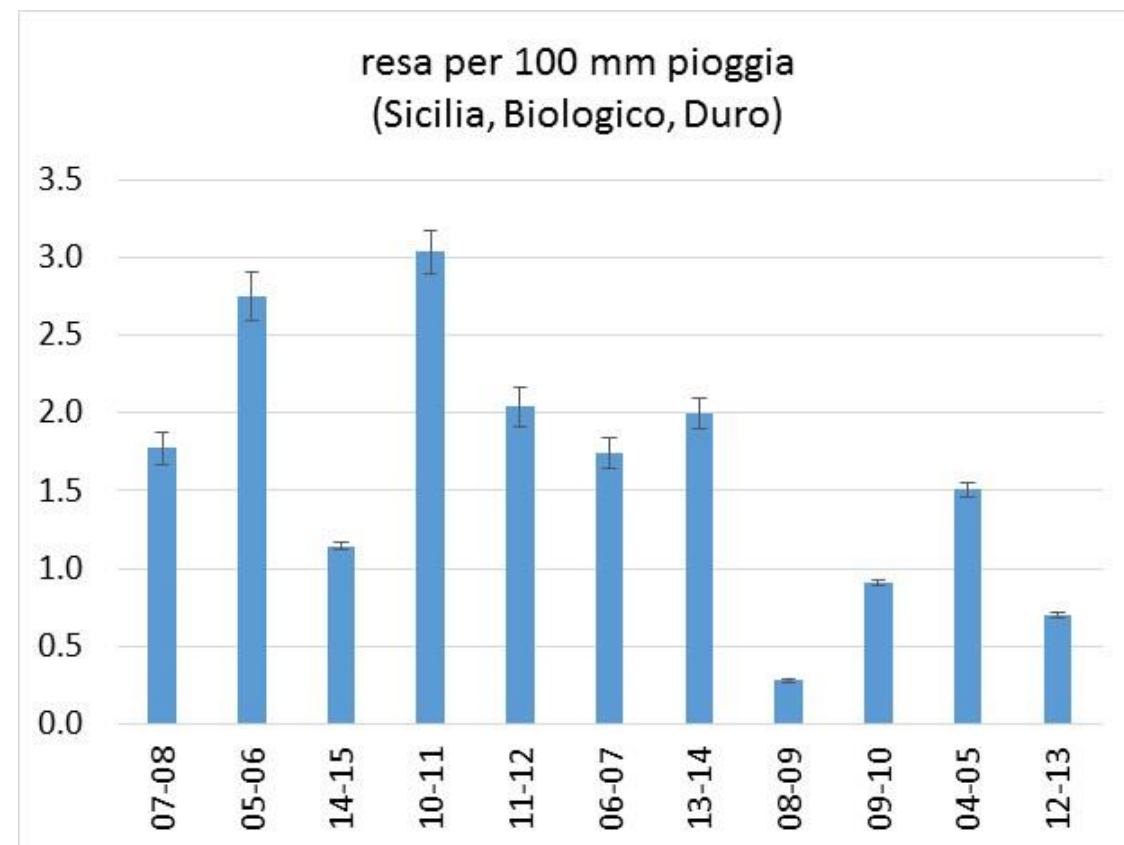
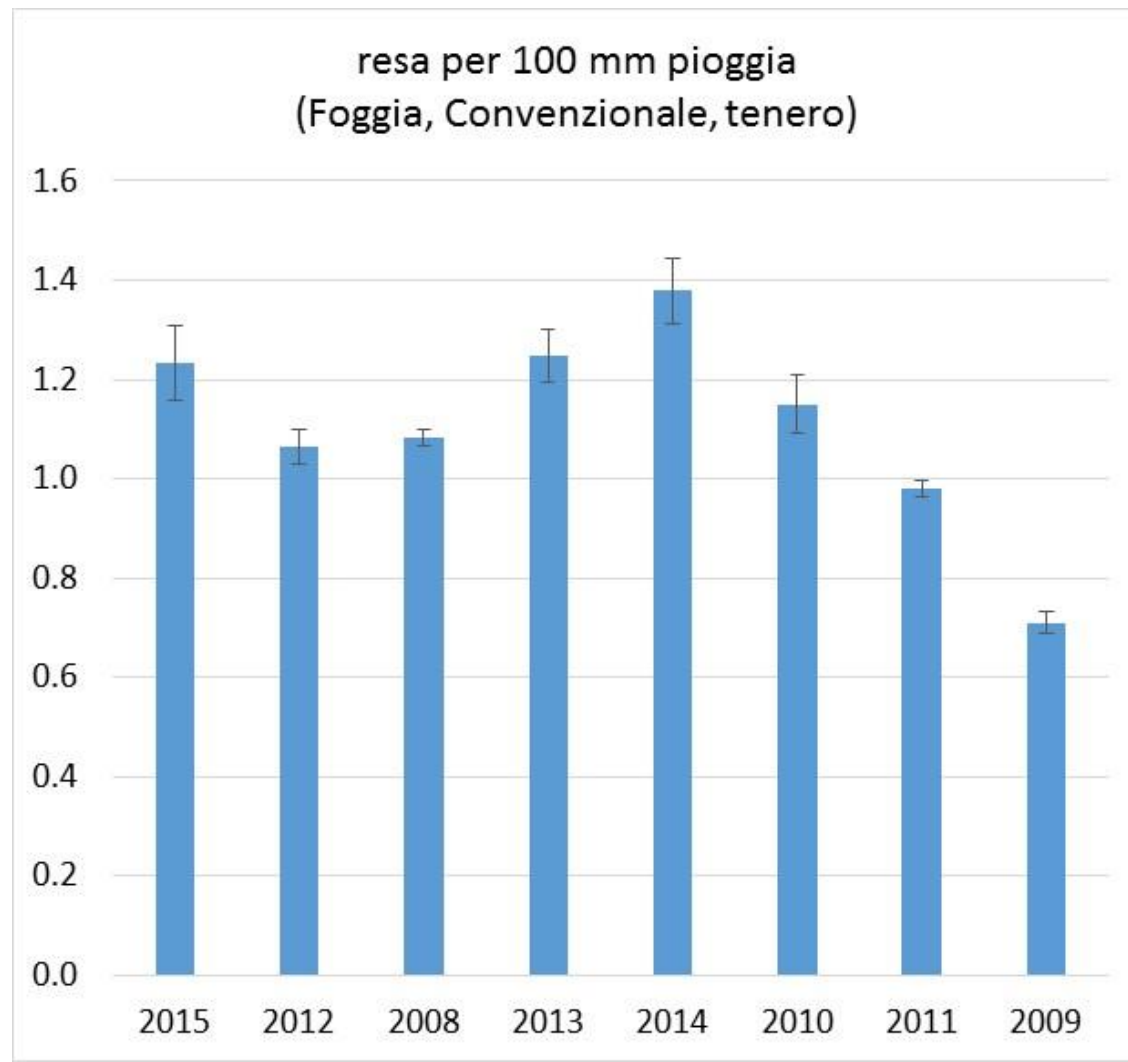
- Frumento in **omosuccessione** o in **rotazione con fava** o con **trifoglio alessandrino**)
- Su **sodo** o su terreno **lavorato**
- Parcelle di 400 m² circa
- Controllo chimico di malerbe e patogeni

Variazione di resa tra sodo (NT) e lavorato (CT) nelle tre rotazioni



Andamento nel tempo delle differenze di resa in granella tra le due tecniche di lavorazione del suolo (CT, convenzionale; NT, non lavorazione) al variare del precedente colturale (riadattata da Amato et al., 2013).

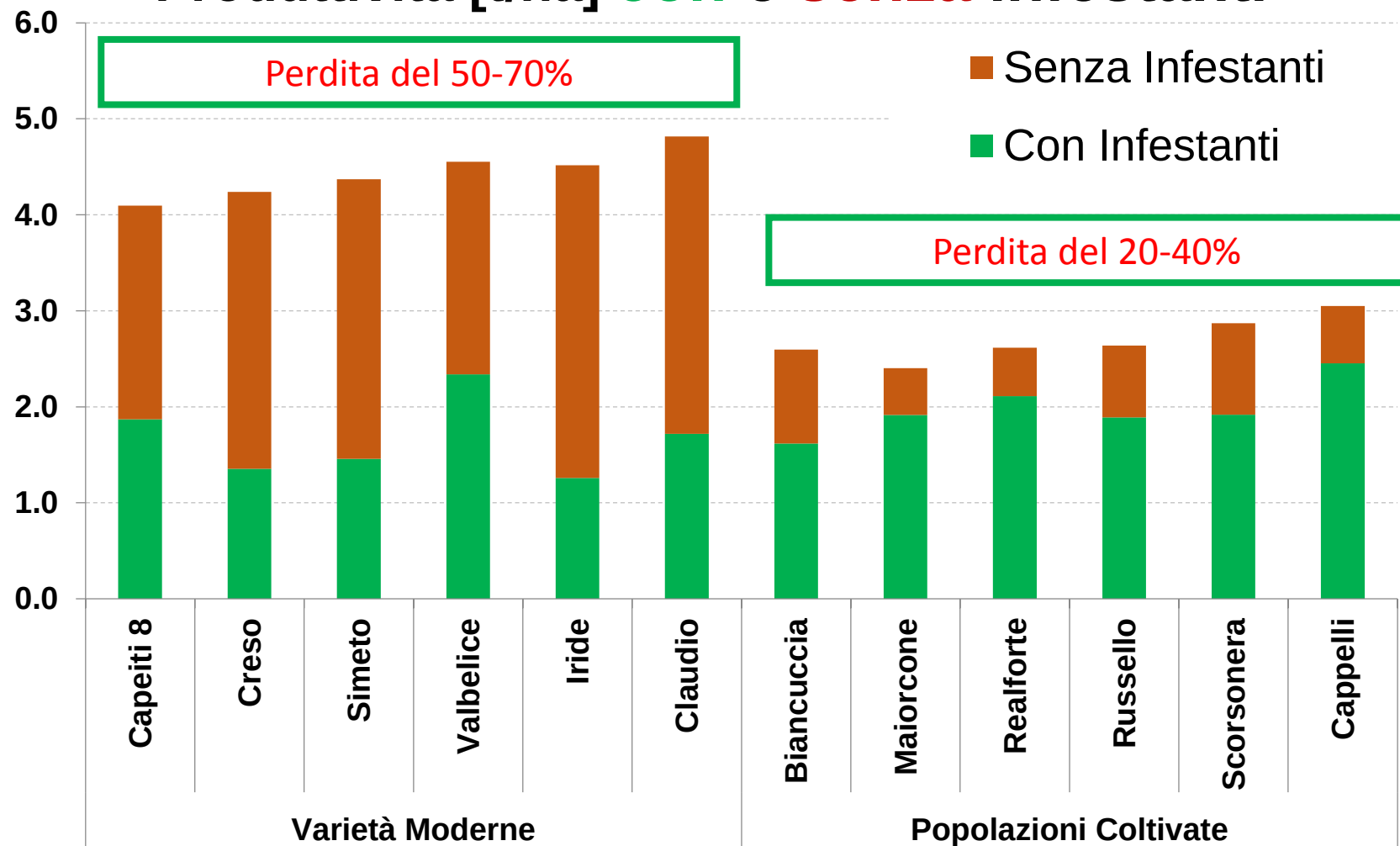
**Quante tonnellate per ha di frumento
produciamo per ogni 100 mm di pioggia?**



Sergio Saia – Grosseto 20/05/2019

**E con quale qualità e resa per classe di
qualità?**

Produttività [t/ha] **con** e **senza** infestanti

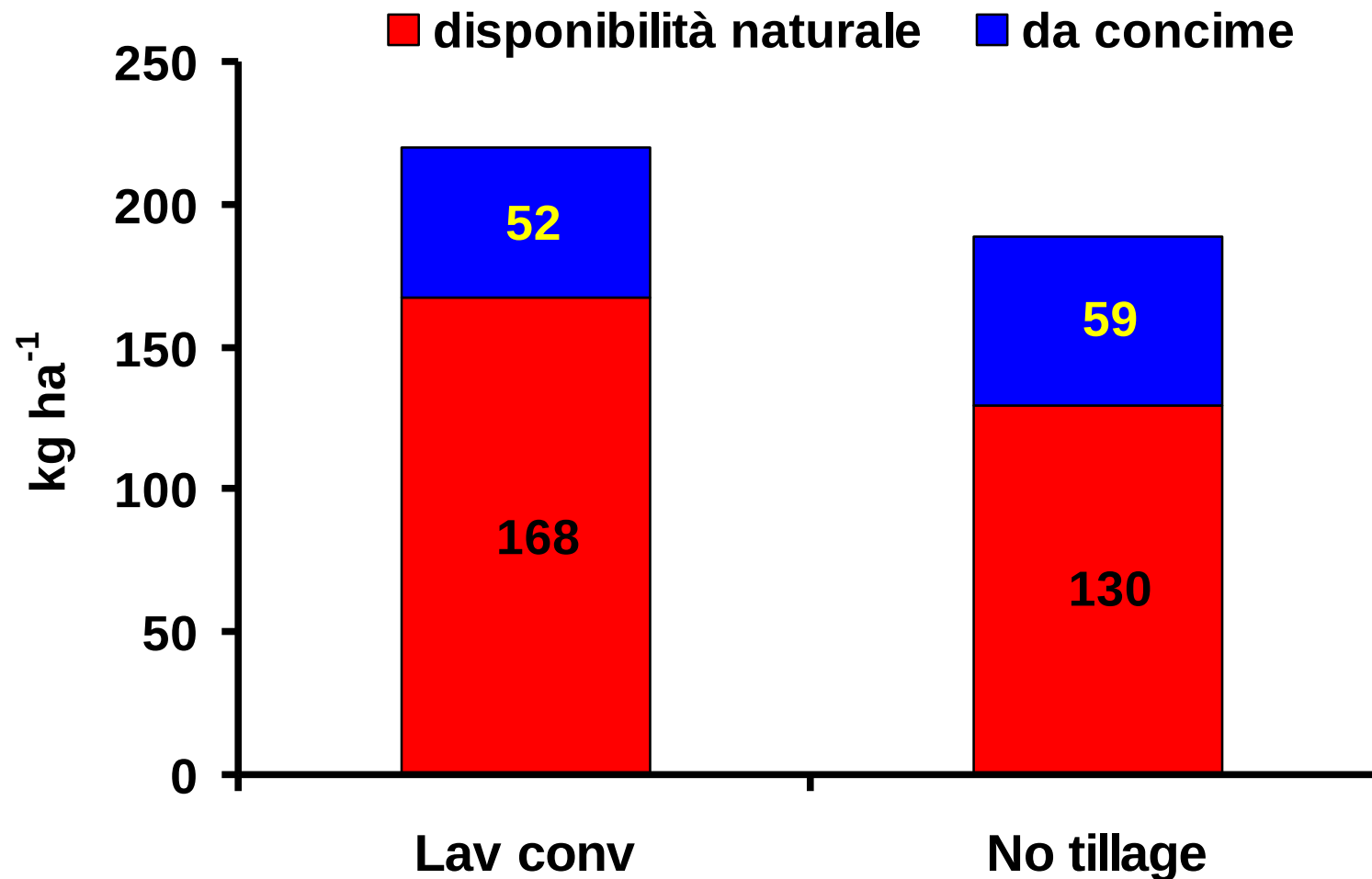


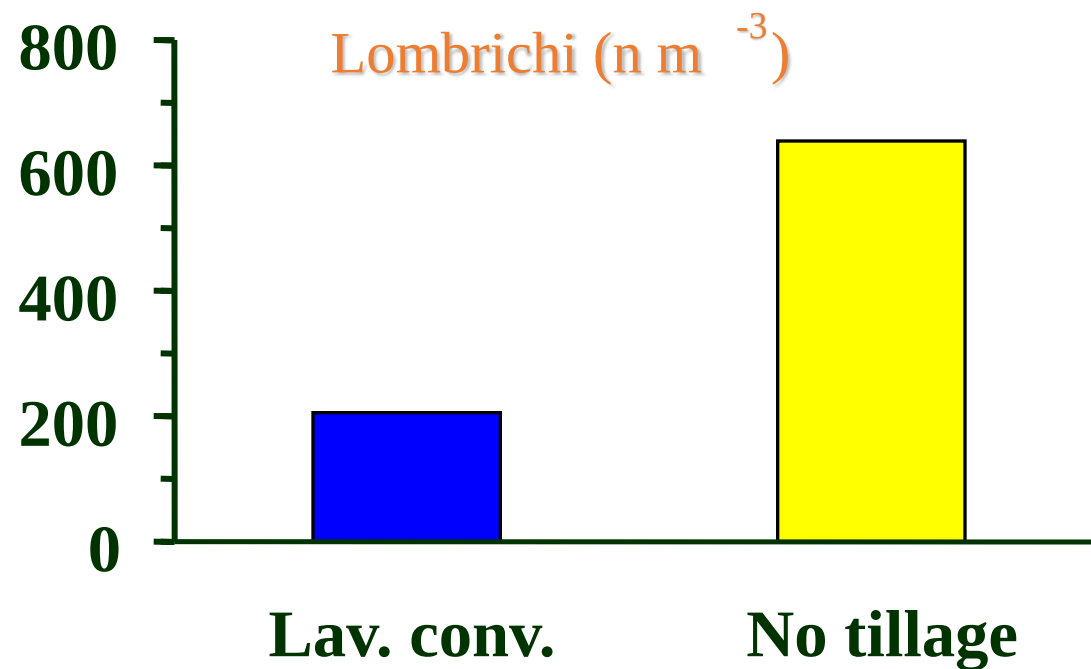
ATTENZIONE
INFESTANTI
SURROGATE

Gestione del suolo:

- Non è tutto oro quello ch'è «sodo»
- Non è tutto oro quel ch'è «lavorato»

Asportazioni di N del frumento (biomassa epigeica)

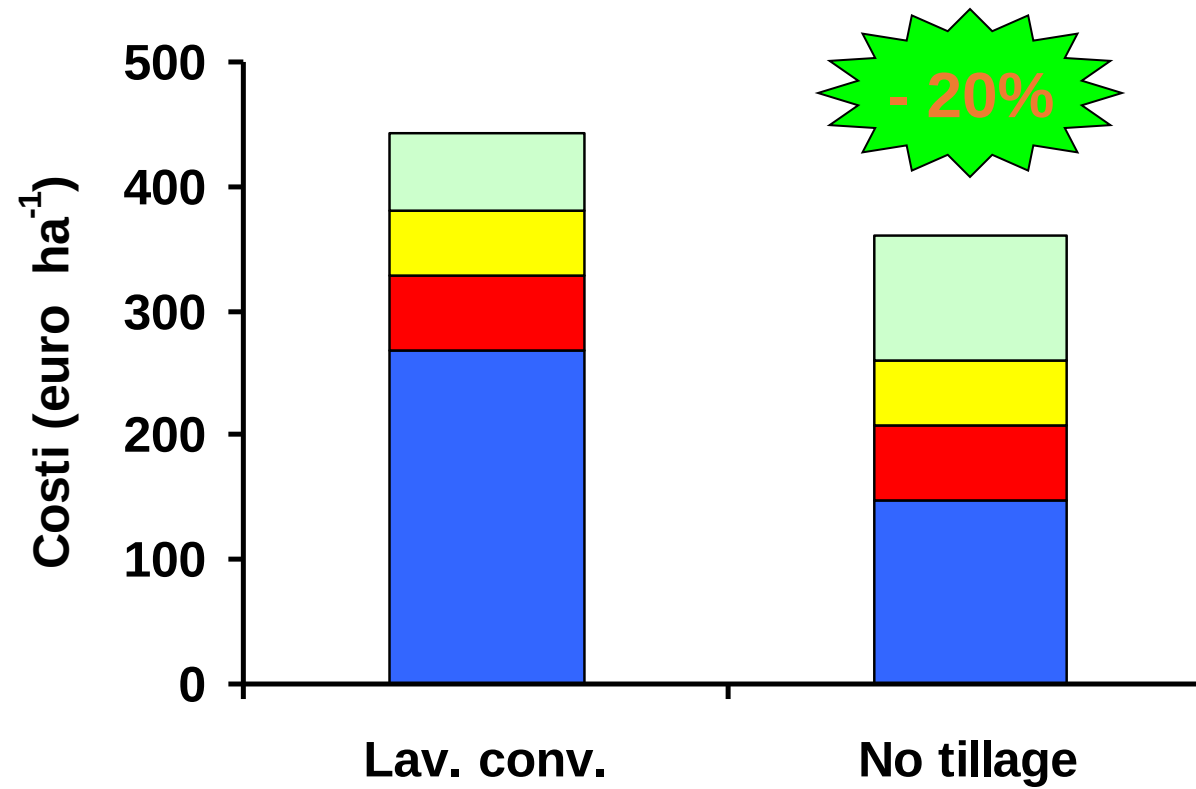




**Numero di lombrichi per metro cubo di suolo
rilevati in regime arativo e sodivo**

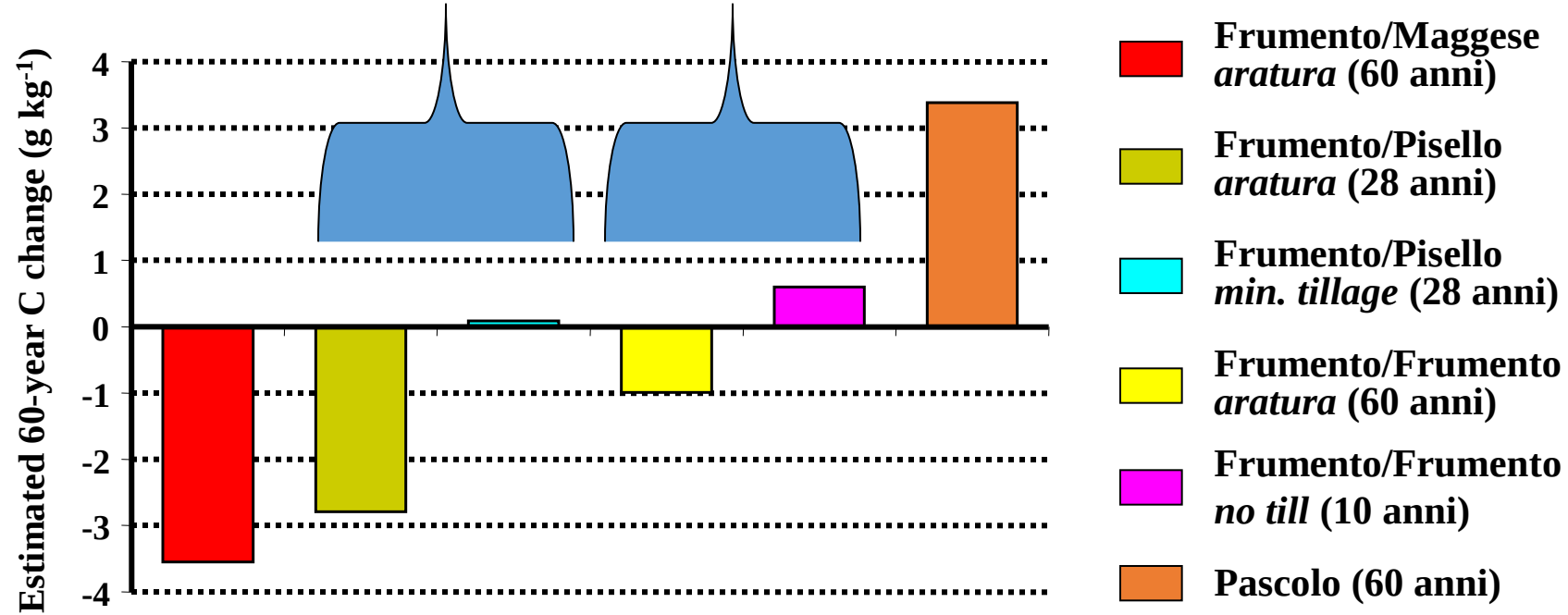
Frumento duro: costi di produzione

■ Oper. meccaniche ■ Seme ■ Concimi ■ Erbicidi

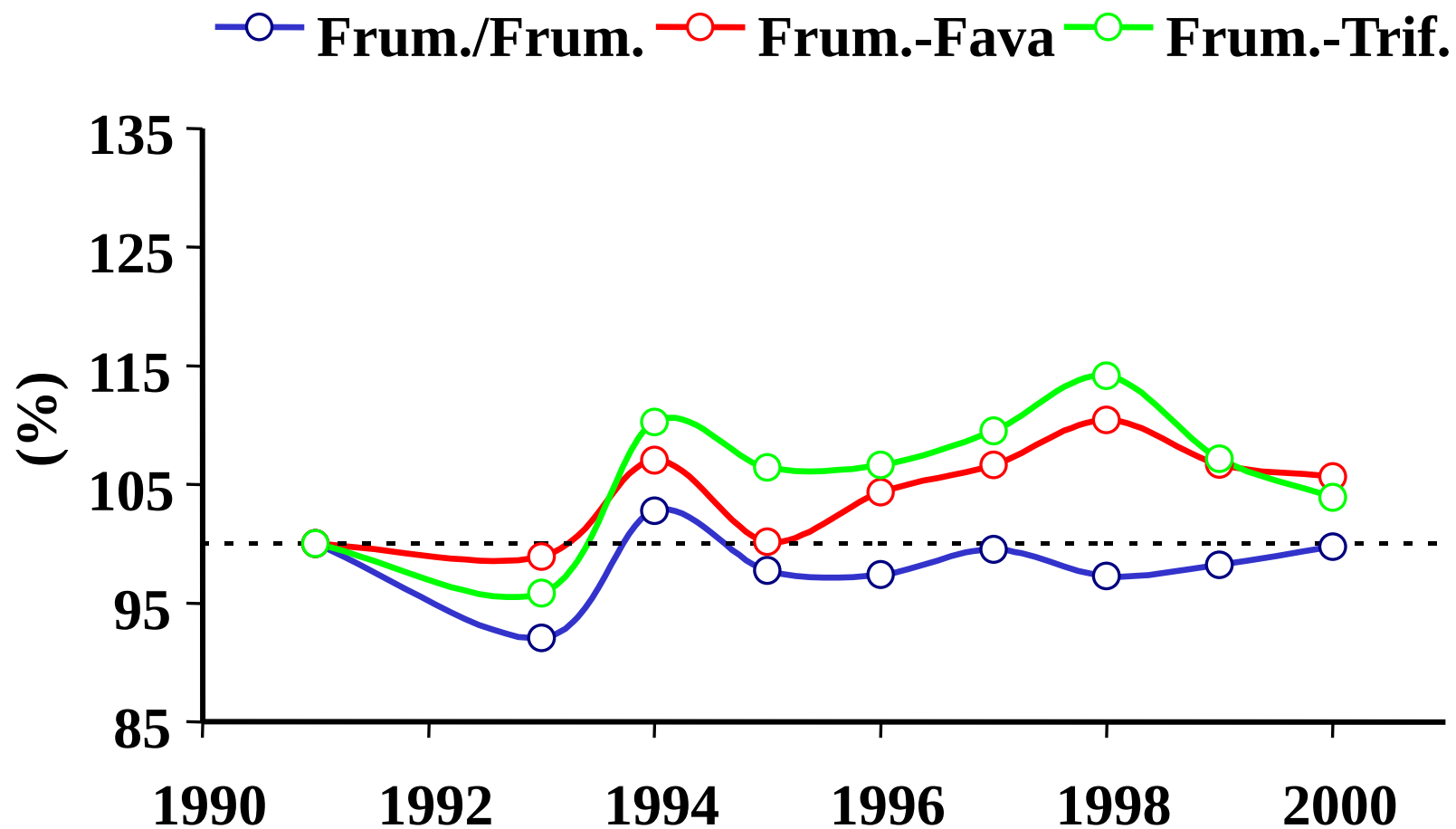


Ordinamenti culturali e rotazione

Effetto delle gestione del suolo



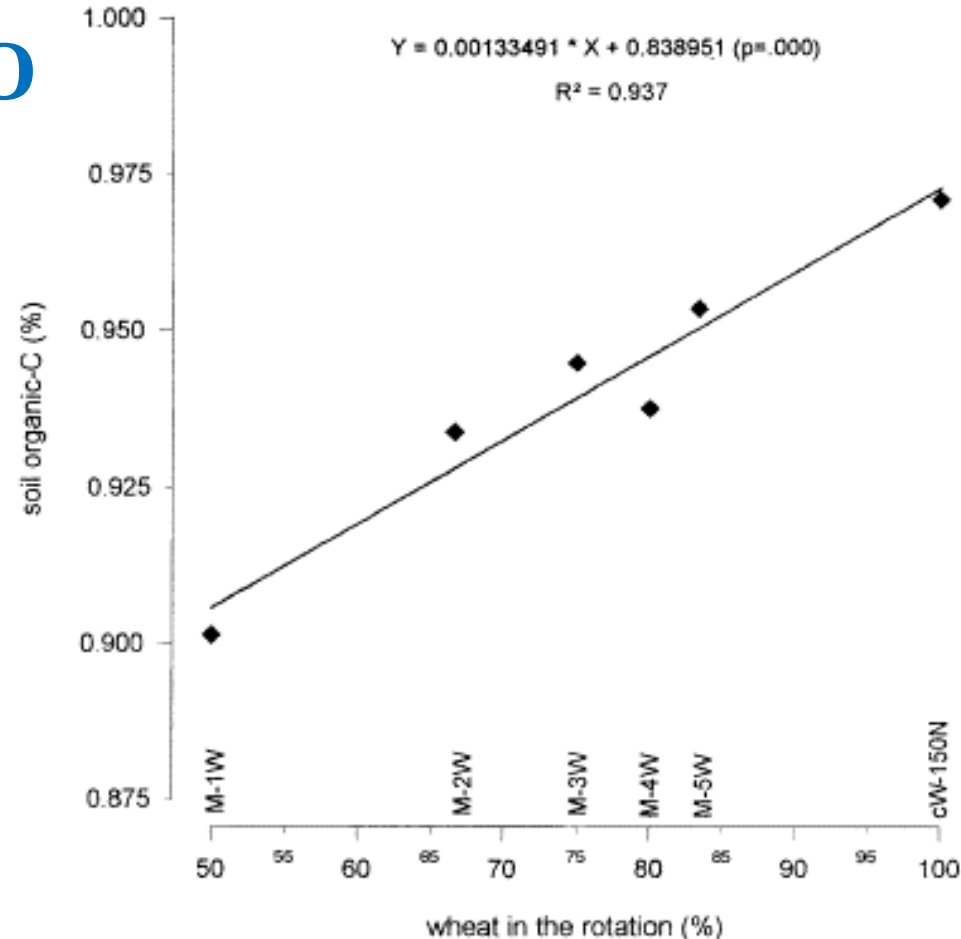
**Variazioni del contenuti in C organico nel suolo per effetto della destinazione colturale e delle tecniche di gestione del suolo adottate (stime a 60 anni basate su dati ottenuti in ricerche di durata compresa tra 10 e 60 anni)
(da Rasmussen et al., 1998)**



Variazioni annuali indicizzate (valore iniziale=100) del contenuto in sostanza organica del terreno (strato 0-40 cm) in differenti avvicendamenti culturali

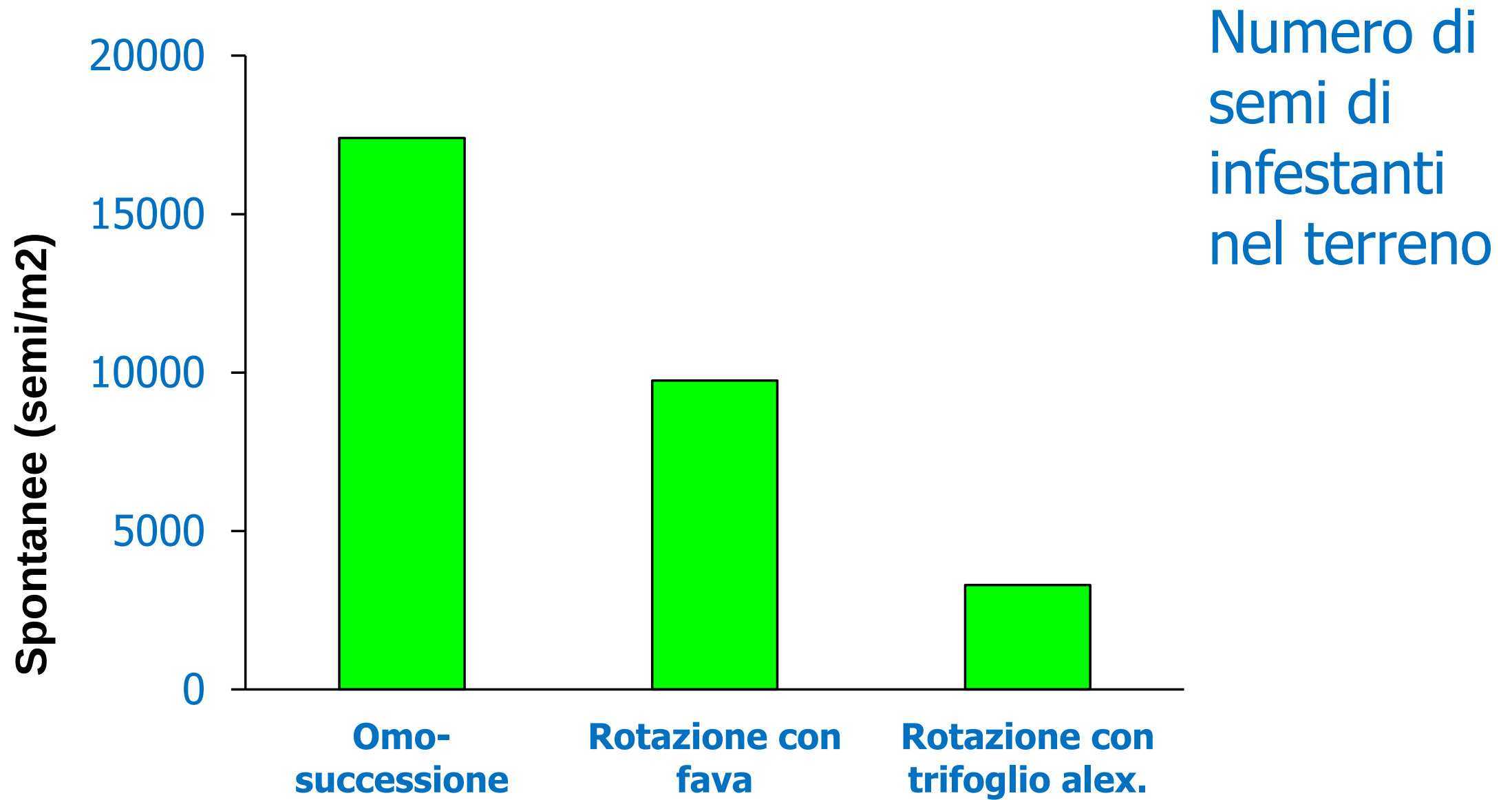
Effect of rotation, nitrogen fertilization and management of crop residues on some chemical, microbiological and biochemical properties of soil

SO

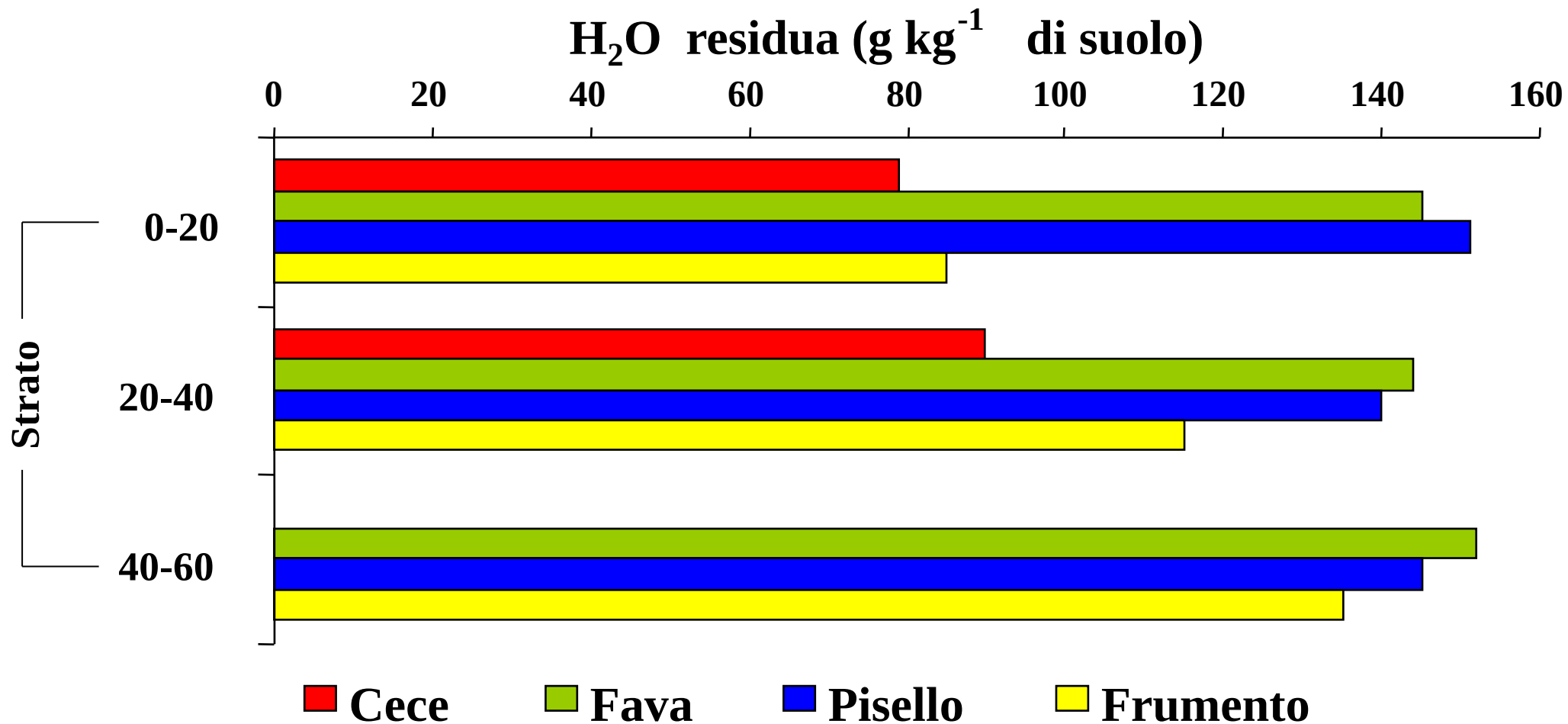


+ frumento
+ sostanza
organica (SO)
nel suolo

Frequenza del frumento



Seed bank rilevata dopo un periodo diciotto anni



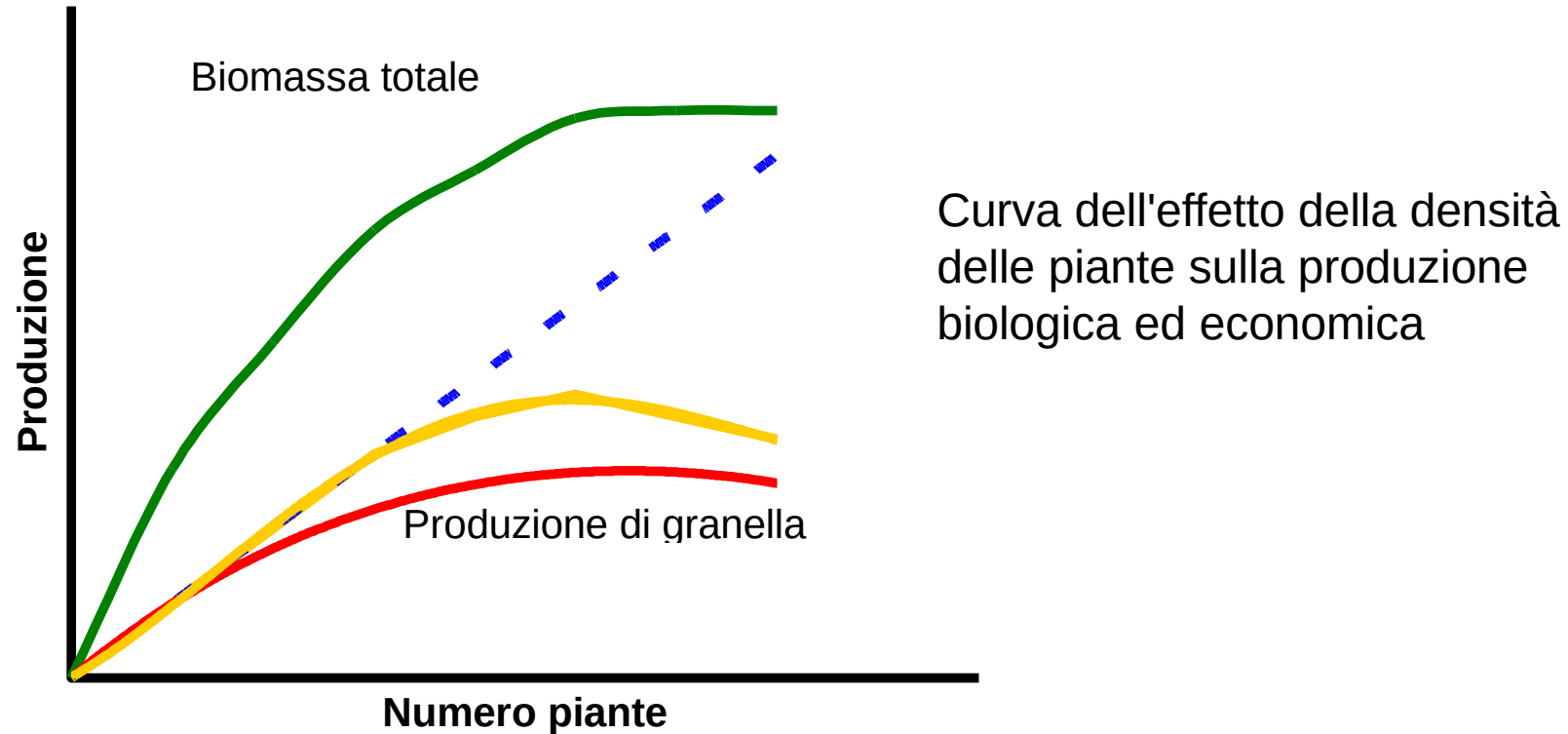
**Disponibilità idriche residue lungo il profilo (rilevate alla raccolta)
in rapporto alla specie coltivata**

Semina:

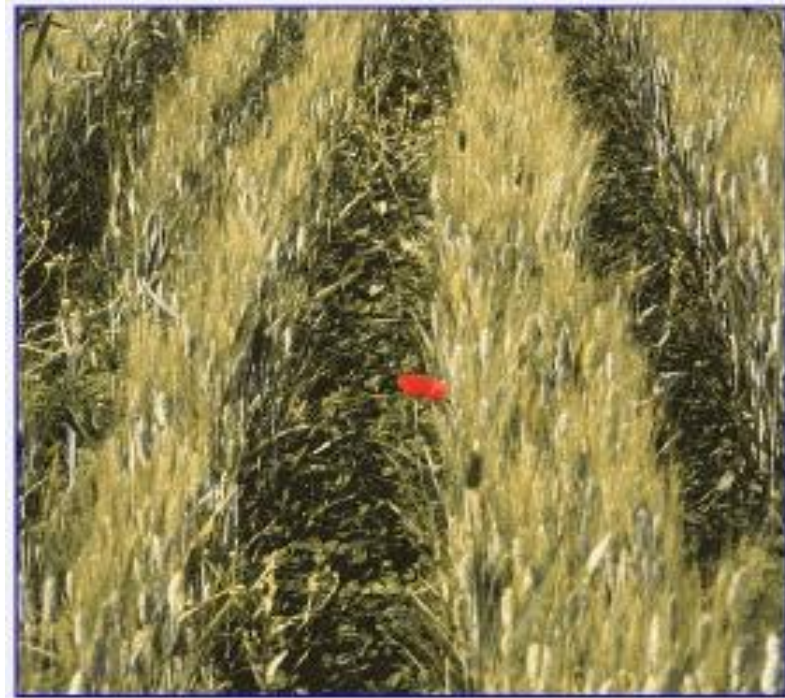
- Né troppe, né poche!
- Né larghe, né strette!
- Né presto, né tardi!

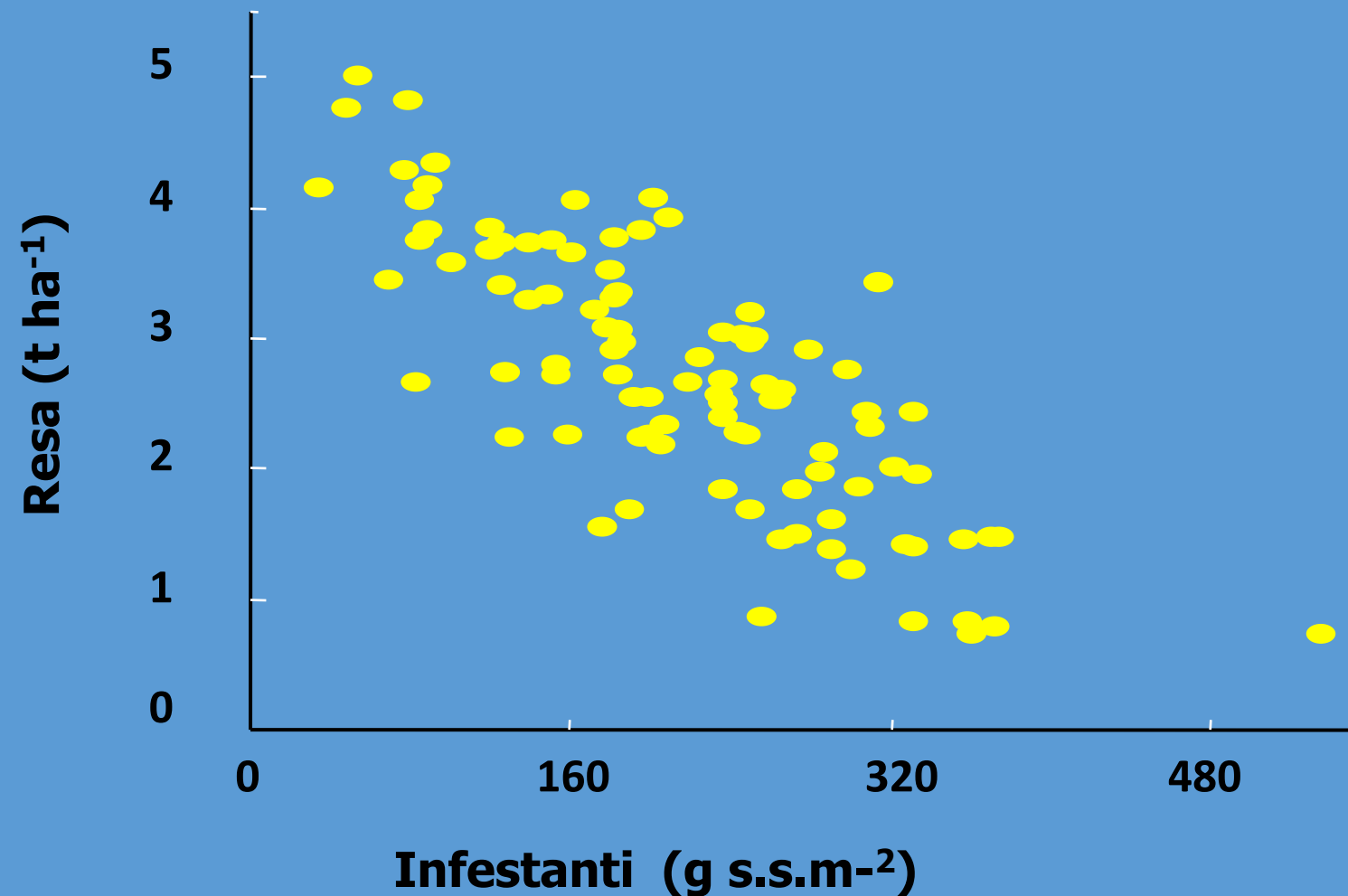
+ densità = + competizione = - produzione per pianta

l'aumento del numero di piante compensa questa diminuzione fino ad un certo limite



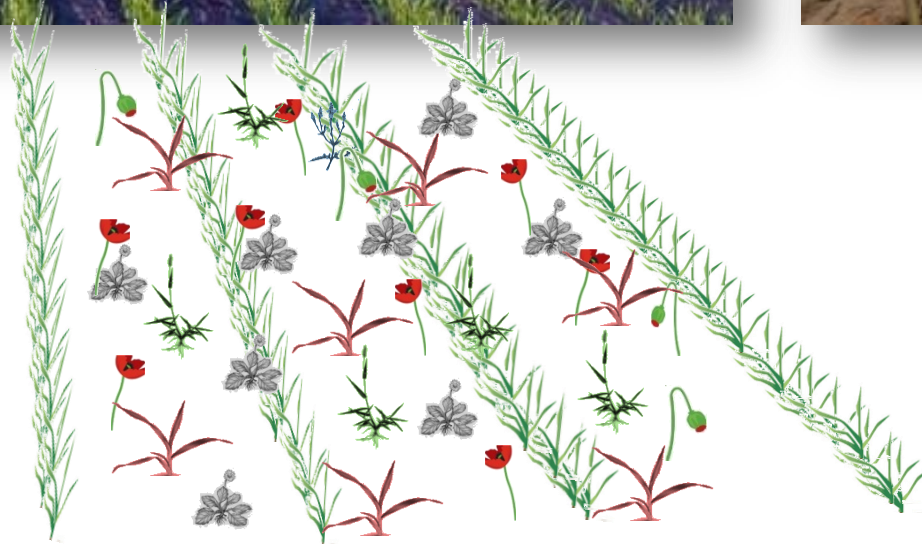
Per entrambe le espressioni produttive esiste una densità colturale ottimale oltre la quale il fenomeno competitivo si risolve in un effetto controproducente a carico delle rese





**Resa in granella del frumento al variare
dell'incidenza delle infestanti**

Semina a righe



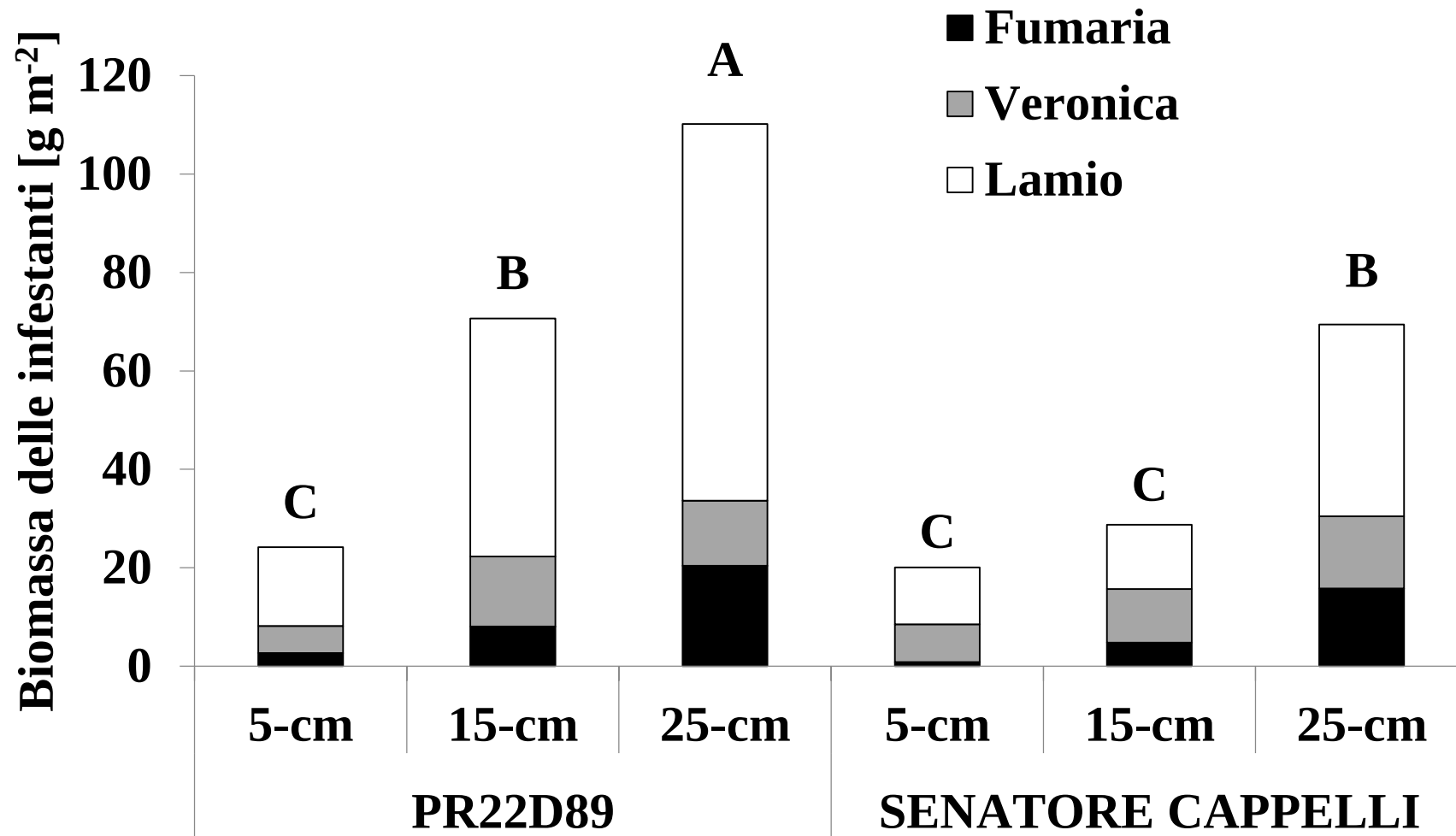
Semina a righe



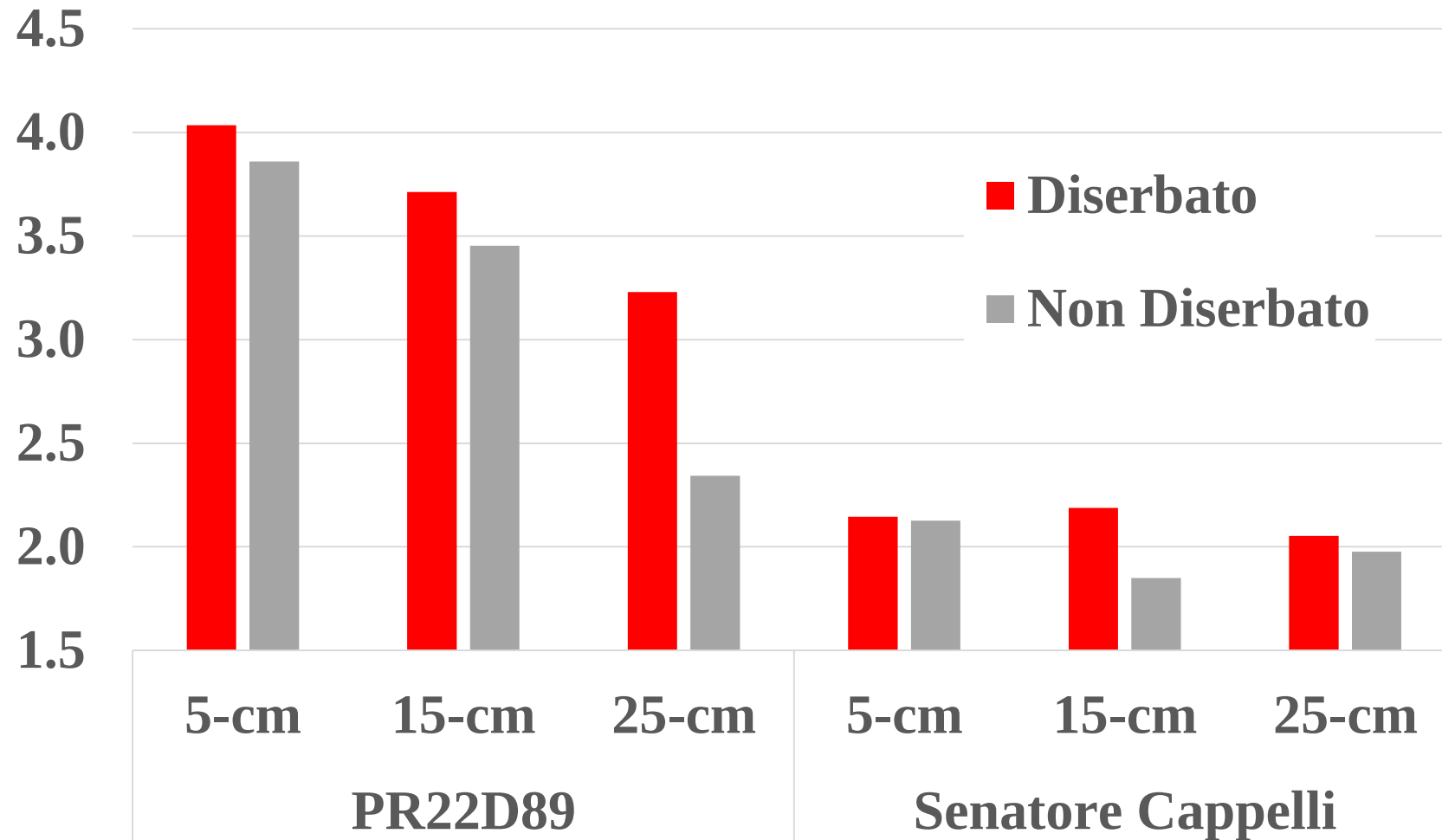
Weiner *et al.*, 2001

Sergio Saia – Grosseto 20/05/2019

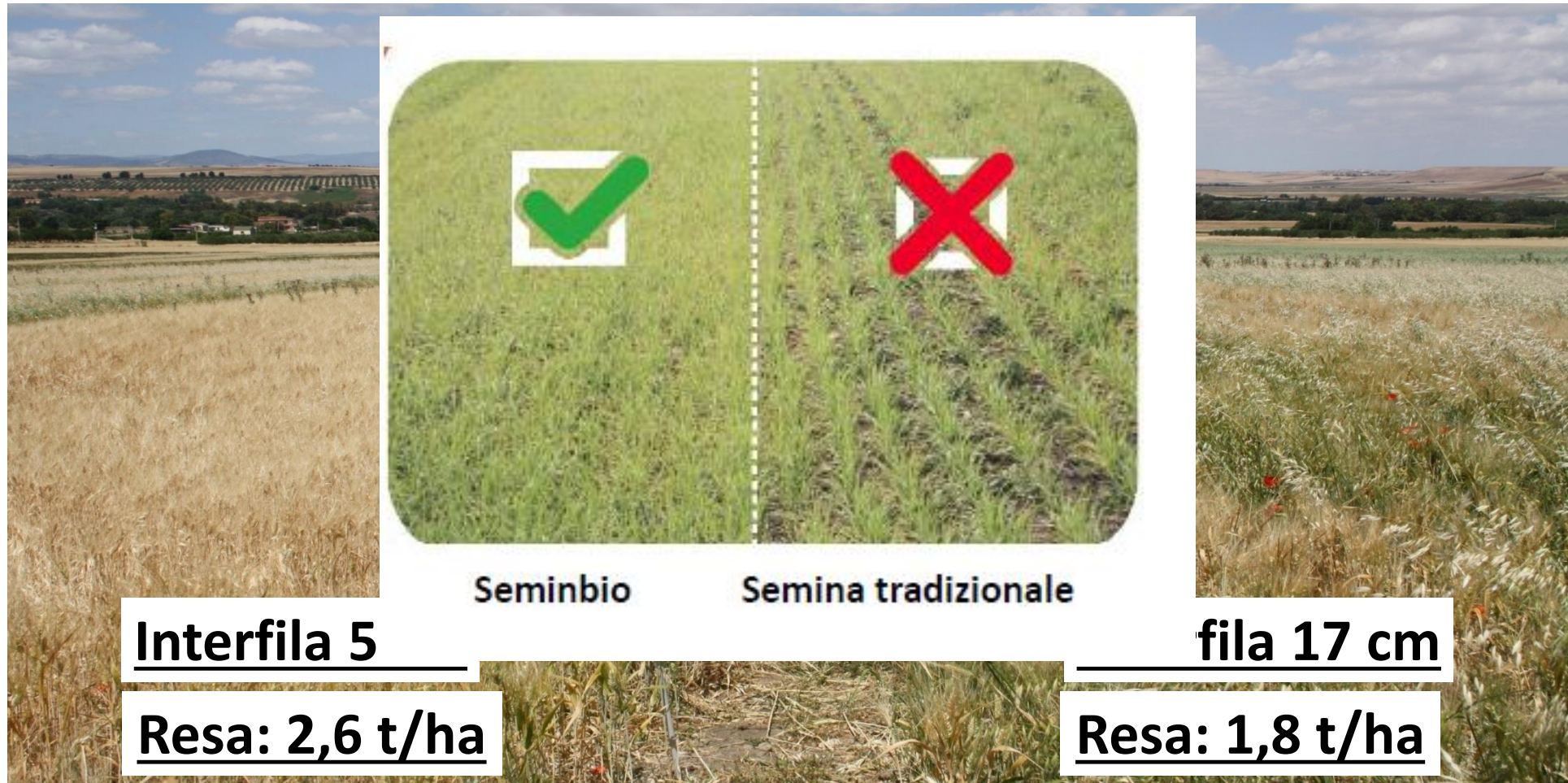
Sperimentazione parcellare – quantità di infestanti



Sperimentazione parcellare - Produzione del frumento [t/ha]



Risultati sperimentazione aziendale



Impatto ambientale:

- Non è la quantità di concimi o principi attivi usati!
- È l'effetto del sistema (di coltivazione) sull'ambiente globale
- **Non si può misurare in assoluto!**
- Non si può misurare solamente per unità di superficie!

Sergio, spiega cosa è **realmente la sostenibilità e la sua complessità** e apri un **dibattito**

Certo, Piero!



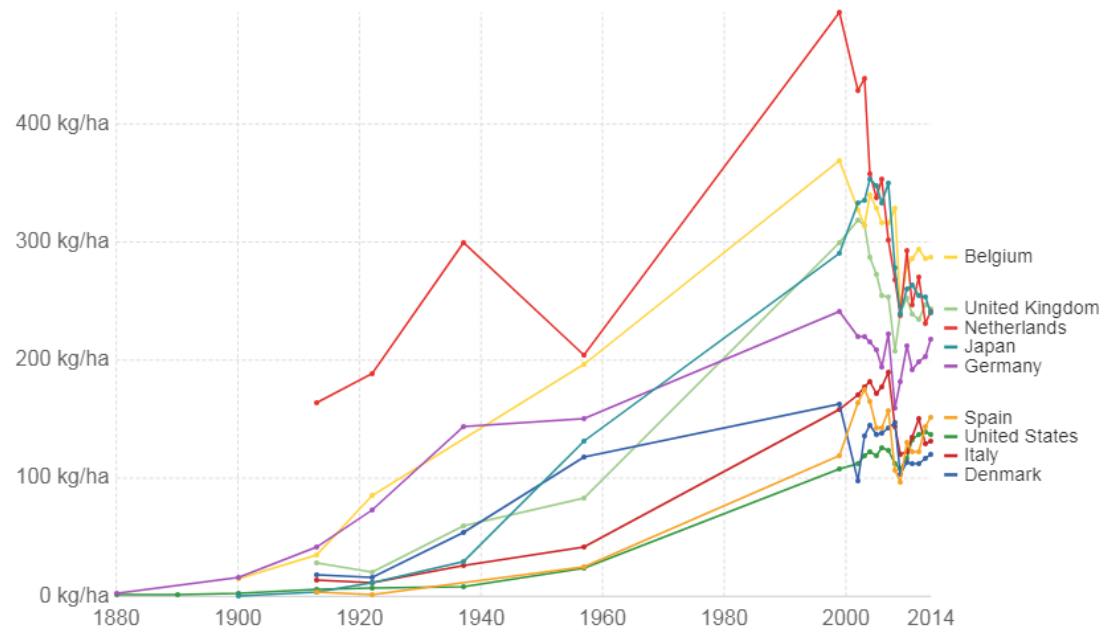
Sergio Saia – Grosseto 20/05/2019

Fertilizzanti nel tempo (a sinistra) e relazione con la resa (a destra)

Fertilizer application rates over the long-run

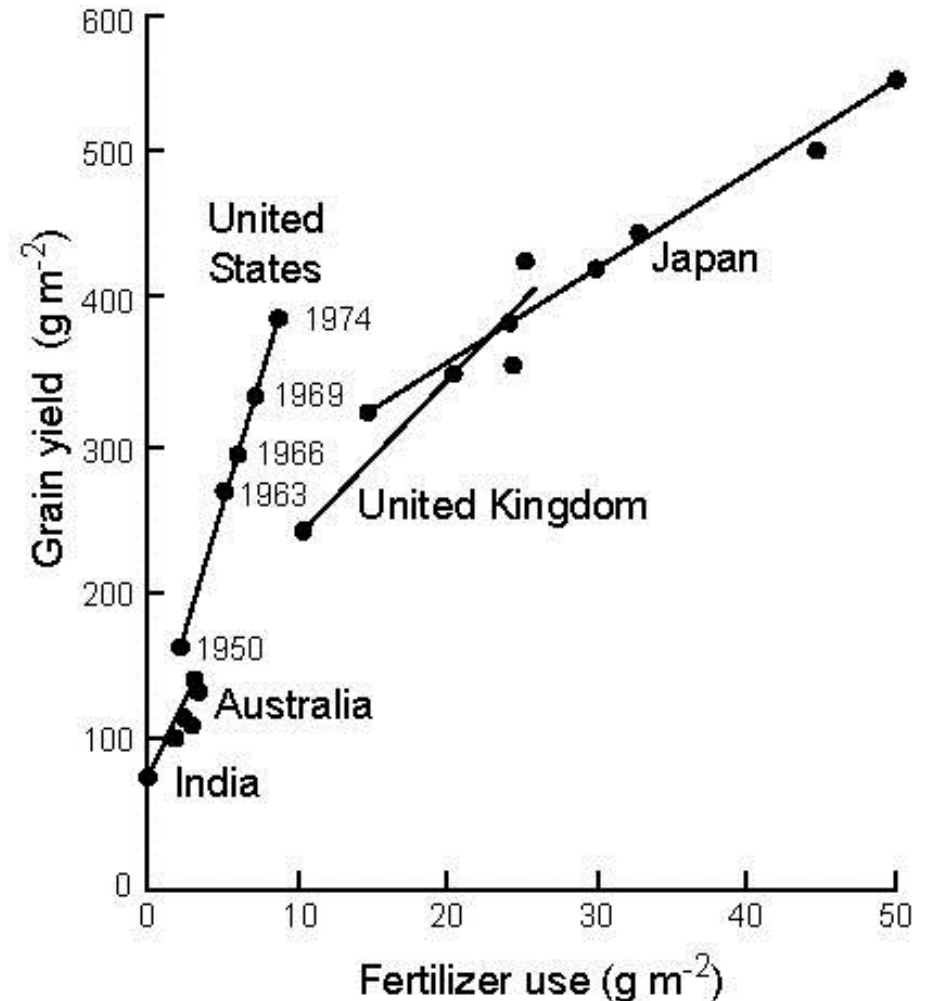
Average fertilizer application rates for select countries over the long-run, measured in kilograms of nutrient per hectare of arable land.

Our World
in Data



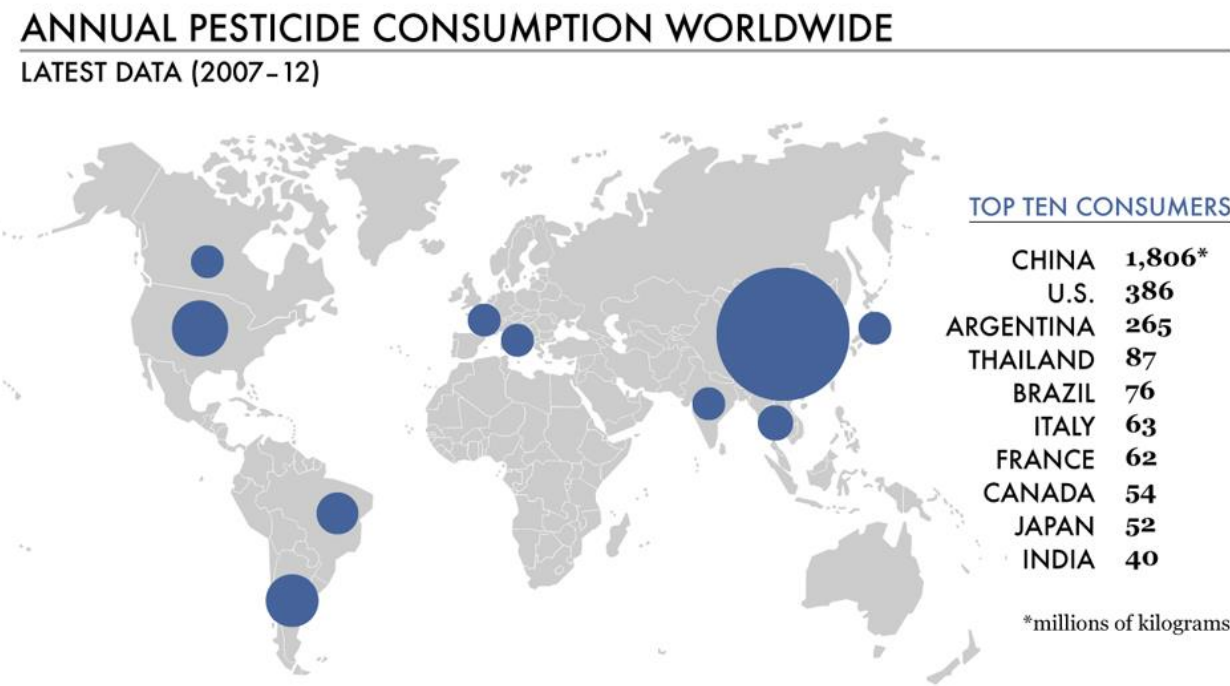
Source: World Bank and Federico (2008)

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



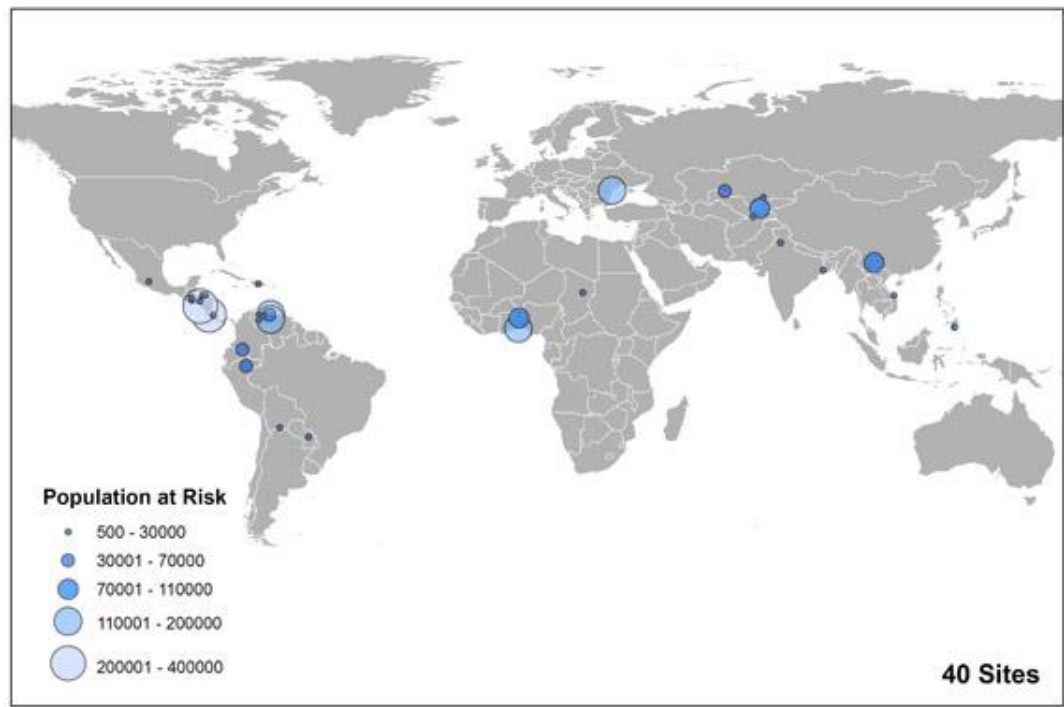
Sergio Saia – Grosseto 20/05/2019

Consumo di agrofarmaci (sinistra) e relativo inquinamento (destra)

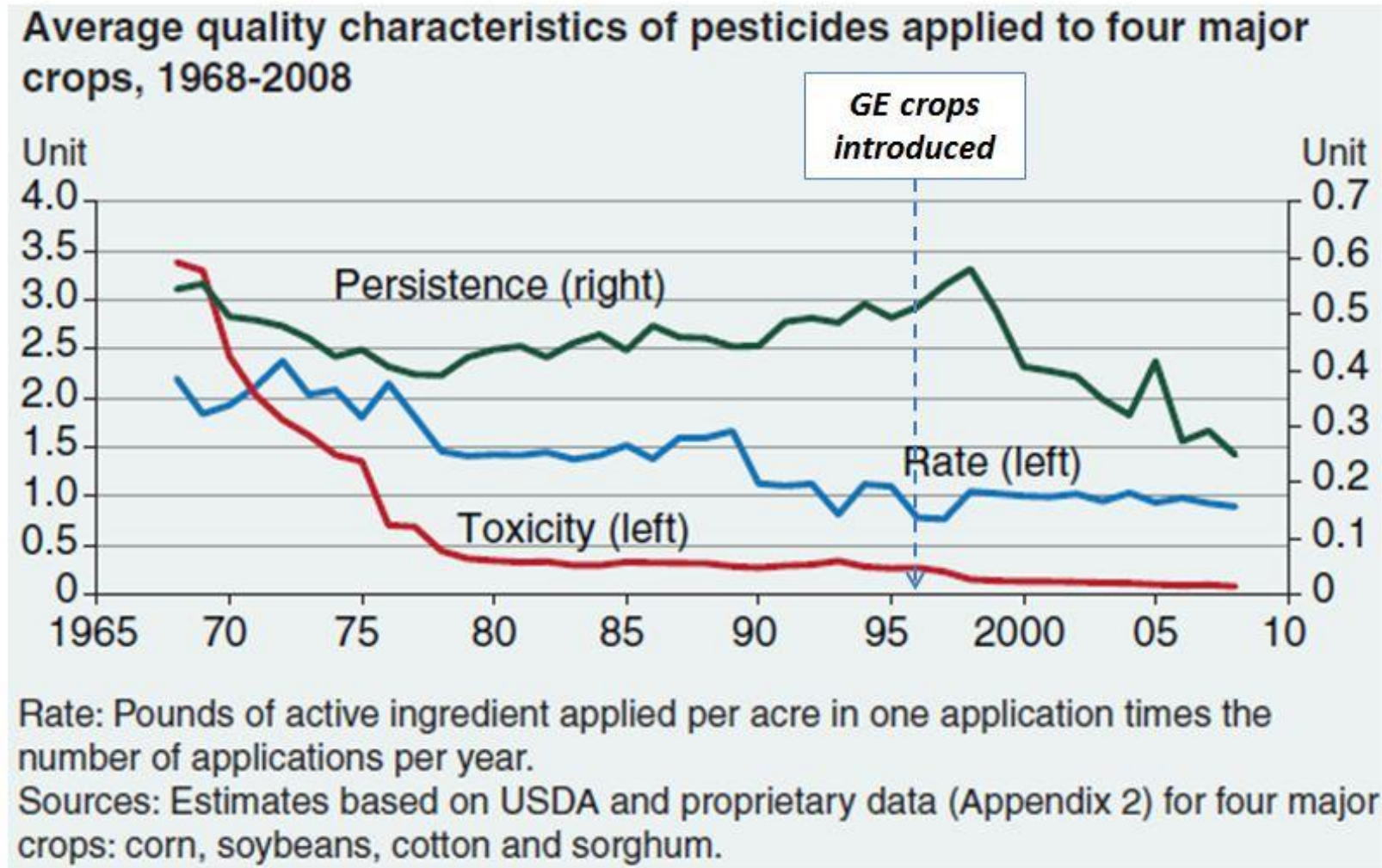


Sources: Pretty and Bharucha, *Insects*, 2015, FAOSTAT, OECD.

Pesticide Pollution from Agricultural Production



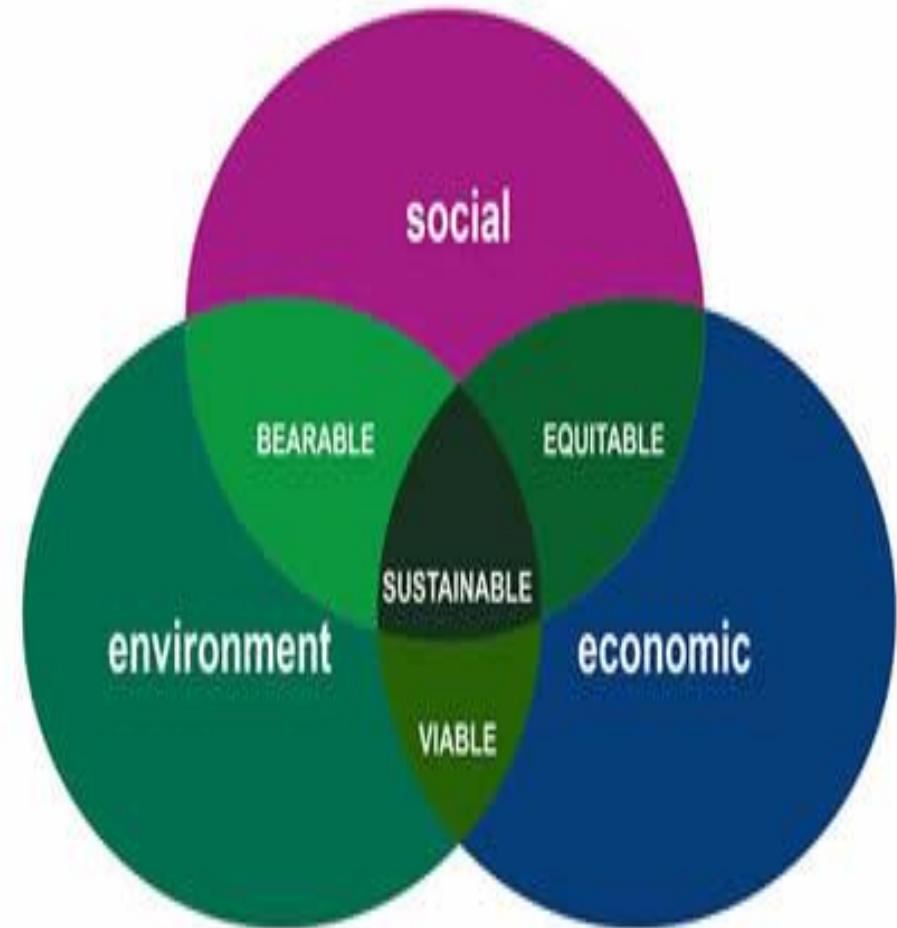
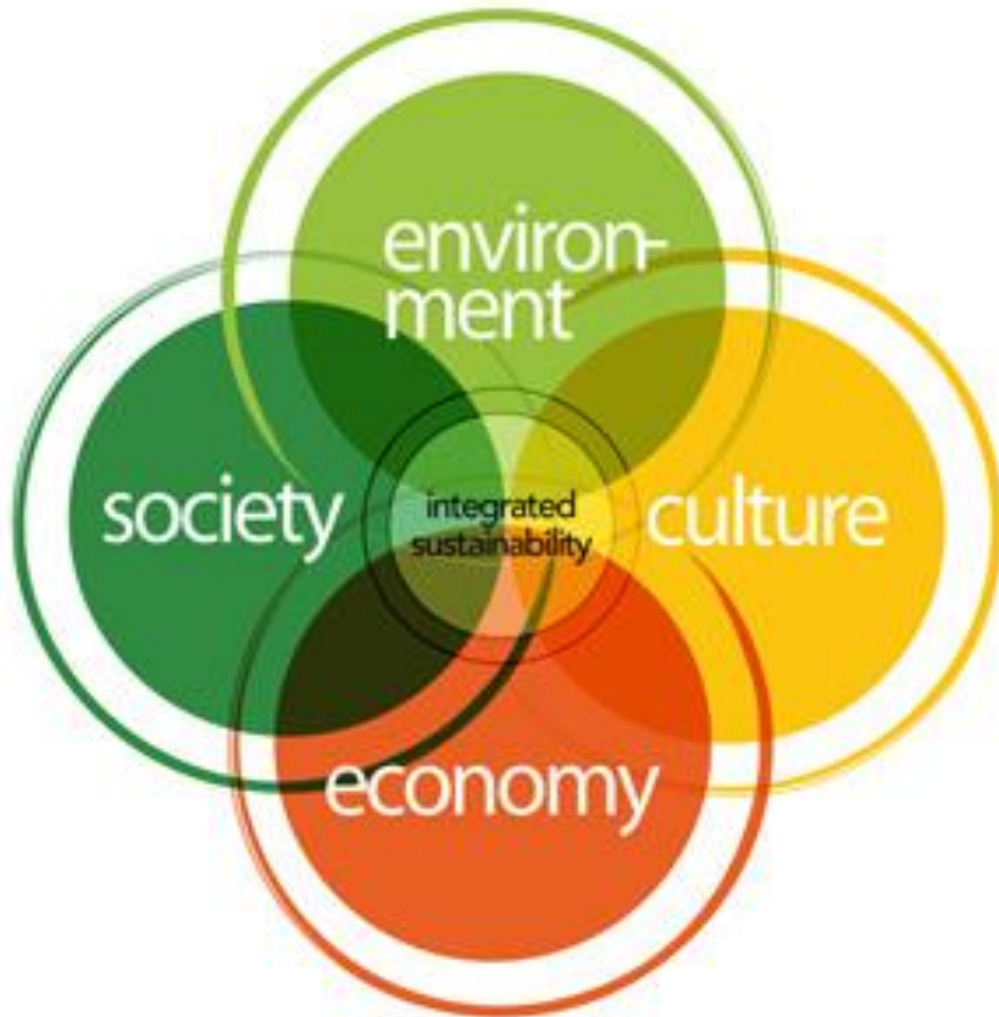
Quantità di principi attivi da Agrofarmaci (**linea blu**) nel tempo e loro persistenza (**linea verde**) e tossicità (**linea rossa**)



Adapted from: Pesticide Use in U.S. Agriculture: 21 Selected Crops, 1960-2008. EIB-124, Economic Research Service, USDA. 2014. J. Fernandez-Cornejo, et al.

Sergio Saia – Grosseto 20/05/2019

I sistemi sostenibili



La sostenibilità

mantenimento dei processi ecologici essenziali per la produzione di alimenti, salvaguardia della diversità genetica nel mondo animale e vegetale, sviluppo degli ecosistemi" (World Conservation Strategy, 1980);

sviluppo che offre servizi ambientali, sociali ed economici di base a tutti i membri di una comunità, senza minacciare l'operabilità dei sistemi naturale, edificato e sociale da cui dipende la fornitura di tali servizi (ICLEI, 1994);

sviluppo che risponde alle necessità del presente, senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze (Bruntland, 1987)

La sostenibilità degli agro-ecosistemi

L'A.S. consiste in tutti quei metodi di produzione che siano salutarì per il consumatore e gli animali, che non danneggino gli ecosistemi naturali, nei quali venga preservata la salute degli operatori, e che siano di supporto economico e sociale per le comunità rurali e per la società.

Linee guida:

Conservare e preservare: bilancio tra input e output in una ottica di riduzione dei costi (soprattutto di trasporto e energia) e massimizzazione dei guadagni;

Biodiversità: dentro e tra gli agroecosistemi nell'ambito dell'azienda o del comprensorio.

Benessere animale.

Economicamente sostenibile.

Socialmente accettabile.

“Sustainable agriculture as an ideology or philosophy”

Hansen, J.W., 1996. Is Agricultural Sustainability a Useful Concept? *Agricultural Systems*, 50:117-143.

- **Diversità a scala di parcella e di sistema:** sia agricolo, sia extra-agricolo (aree naturali e semi-naturali), sia sociale;
- **Auto-sufficienza**
- **Rispetto per gli ecosistemi naturali e i biomi**
- **Decentralizzazione**
- **Equità e possibilità sociali**

Pratiche sostenibili

Includono [MA NON SONO SOLO QUESTE]:

- **Gestione del controllo delle avversità**
- **Gestione della sostanza organica**
- **Presenza e carico degli animali**
- **Gestione del suolo**
- **Gestione della variabilità del reddito nello spazio e nel tempo**
- **(self-circularity)**

Obiettivi della sostenibili

- **Salvaguardia dell'acqua:** l'impronta idrica (water footprint)
- **Salvaguardia del suolo e della sua fertilità:** riduzione dell'erosione e aumento della sostanza organica
- **Altre voci dell'impatto ambientale:** il life cycle assessment

Un esempio pratico

M. M. Mekonnen and A. Y. Hoekstra: A global assessment of water footprint of wheat

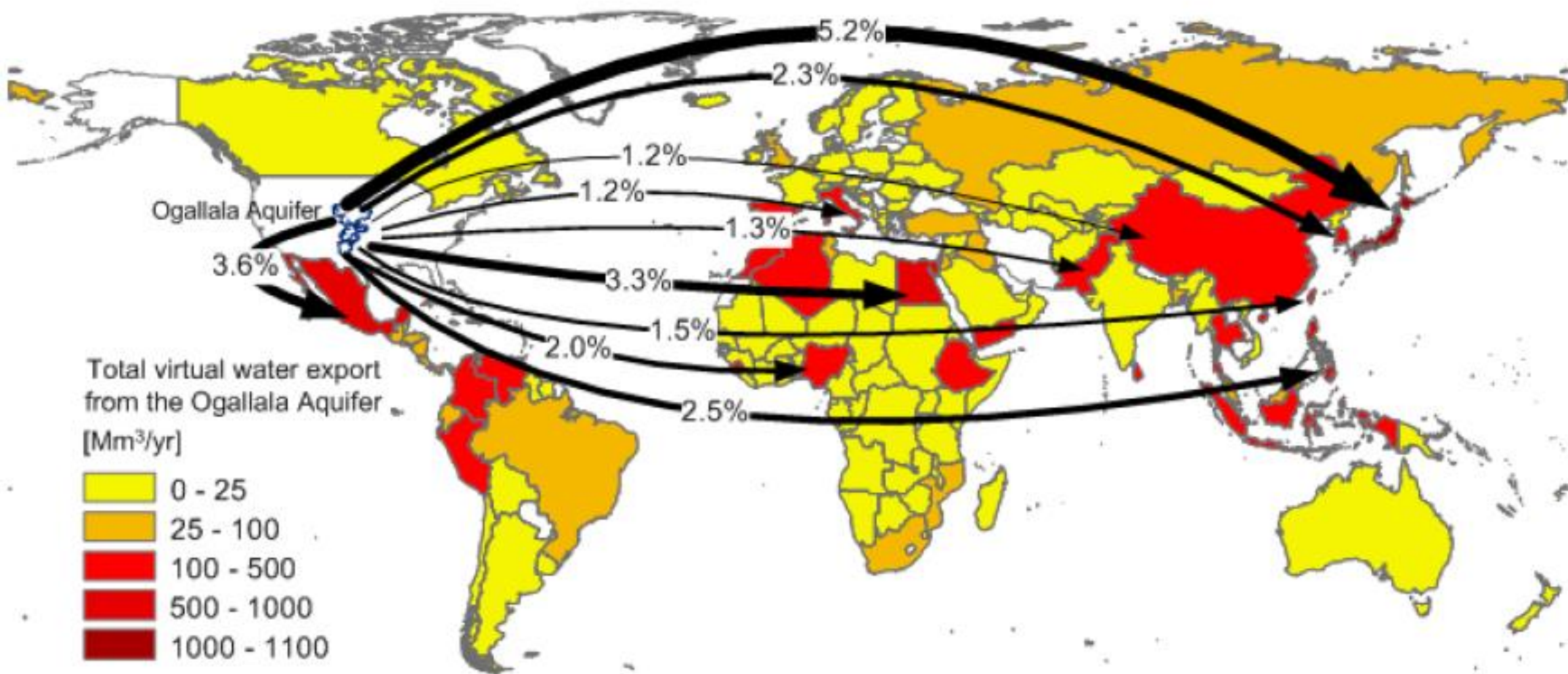


Fig. 7. Major destinations of wheat-related virtual water exports from the Ogallala area in the USA (1996–2005). About 58% of the total water footprint of wheat production in the area is for wheat consumption in the USA and 42% is for export to other nations. Only the largest exports (>1%) are shown.

Il cambiamento climatico e anche: “se in USA o Russia smette di piovere, in Venezuela o Senegal si muore di fame”

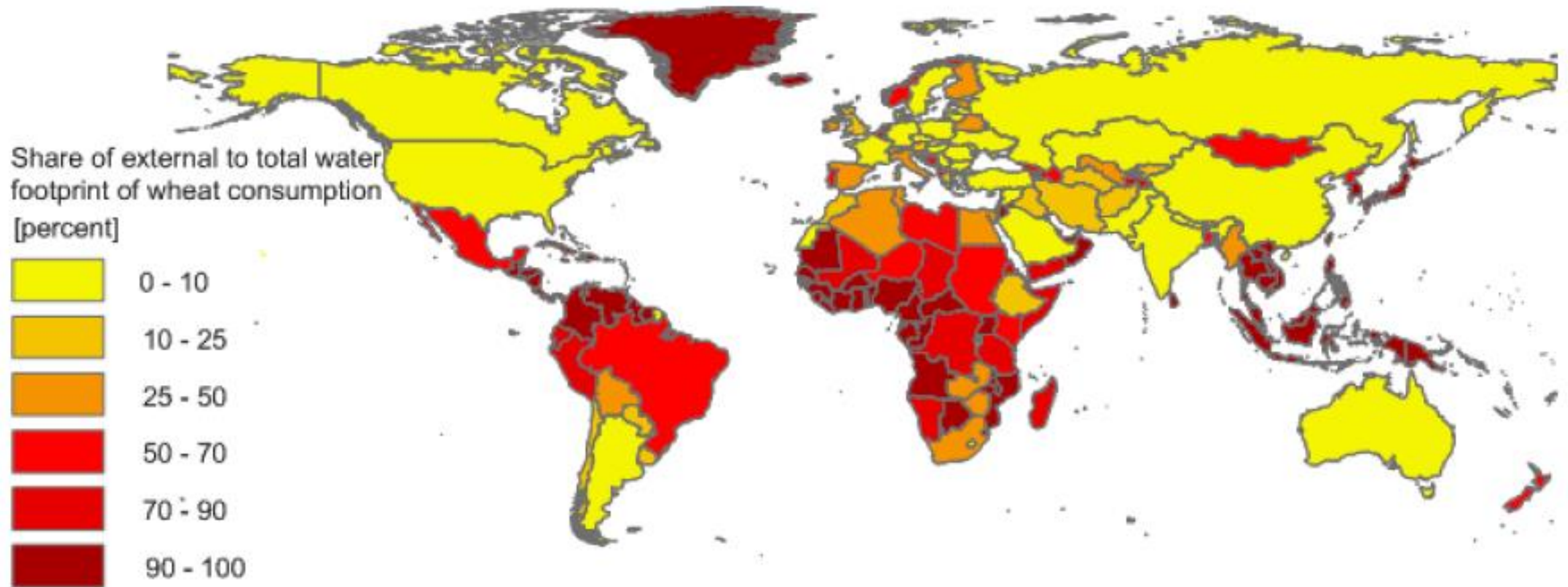


Fig. 6. The extent to which countries rely on external water resources for their wheat consumption. Period: 1996–2005.

Un dettaglio a scala di campo: caso studio a Foggia

Trade-off between yield, quality and environmental impact across functional units reveals strategies for a sustainable intensification of wheat cropping systems

Sergio Saia^{a,*}, Pasquale De Vita^a, Giulio Mario Cappelletti^b, Michele Carlo Lo Storto^a, Giuseppe Martino Nicoletti^b, Carlo Russo^{b,*}

a) Council for Agricultural Research and Economics, Cereal and Industrial Crops Research Centre (CREA-CI), SS 673 km 25+200, 71122 Foggia, Italy

b) Department of Economics, University of Foggia, via R. Caggese, 1, 71121 Foggia, Italy

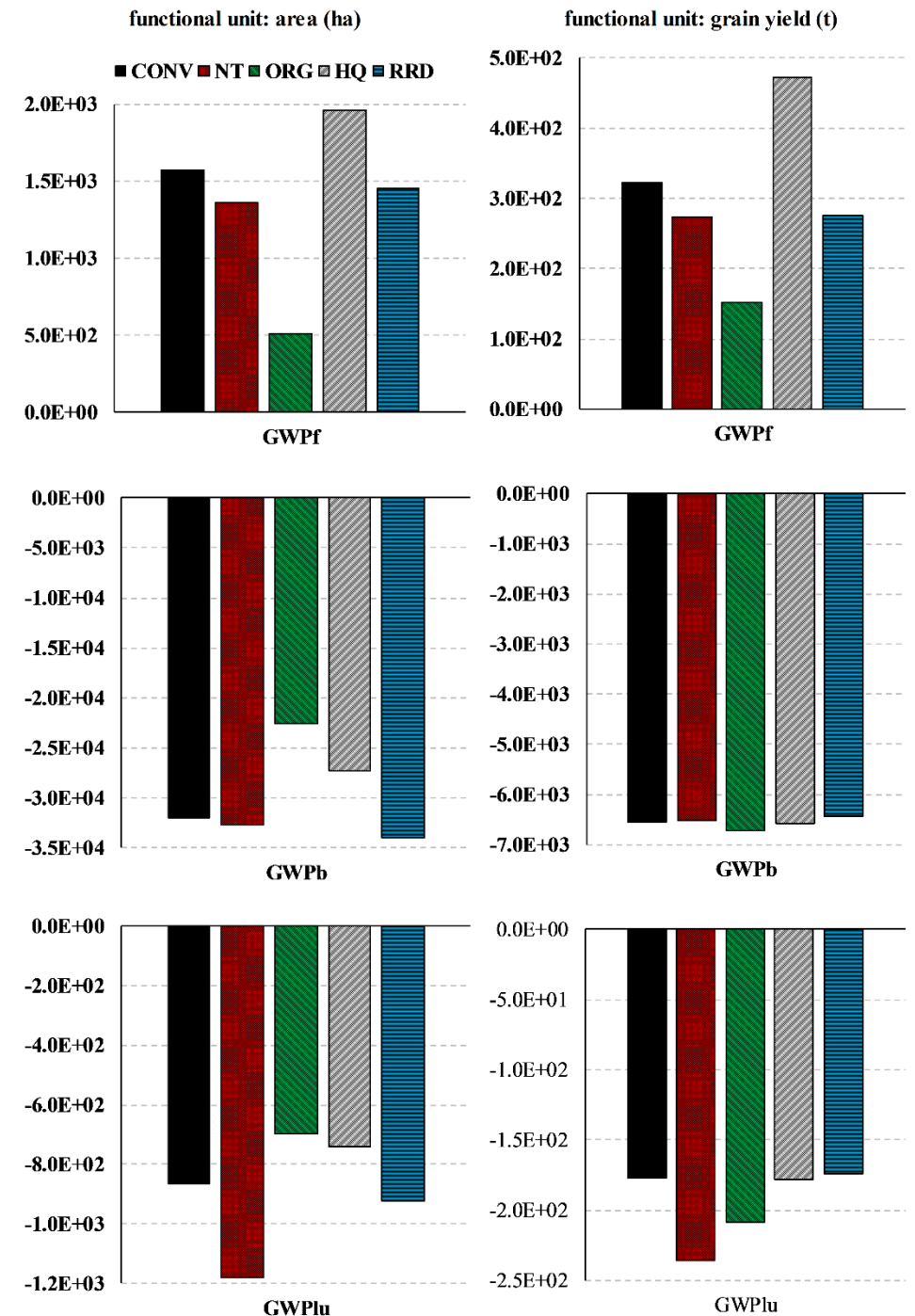
**corresponding authors: S. Saia (sergio.saia@crea.gov.it) and C. Russo (carlo.russo@unifg.it)*

SISTEMI BEN CARATTERIZZATI E ADATTATI A QUESTO AMBIENTE:

- 1) Conventional cropping system (CONV):** CONVENZIONALE
- 2) No-tillage cropping system (NT):** SEMINA DIRETTA (diserbo in presemina)
- 3) Organic cropping system (ORG):** Biologico (ridotti nutrienti, no difesa con p.a.)
- 4) High quality cultivation protocol (HQ):** Disciplinare (CV poco produttiva, alti nutrienti e p.a.)
- 5) Highly homogeneous plant spatial distribution (by means of a reduced row distance, RRD):** strategia sostenibile di controllo delle malerbe

Occhio al NT: il suo contributo passa da fortemente impattante a meno impattante in funzione del segment

(più alto è il valore, maggiore è l'impatto. Valori negativi indicano riduzione dell'impatto)



Per area (rosso è meglio)

	absolute values				
	CONV	NT	ORG	HQ	RRD
GWPt	-3.039E+04	-3.128E+04	-2.202E+04	-2.538E+04	-3.251E+04
GW Pf	1.574E+03	1.364E+03	5.090E+02	1.963E+03	1.452E+03
GW Pb	-3.197E+04	-3.264E+04	-2.252E+04	-2.734E+04	-3.396E+04
GW Plu	-8.644E+02	-1.180E+03	-6.987E+02	-7.391E+02	-9.202E+02
OD	5.433E-05	5.522E-05	2.590E-09	5.449E-05	2.207E-05
HTc	2.549E-05	6.452E-07	2.078E-07	5.617E-07	1.866E-07
HTnc	5.981E-04	2.637E-04	4.234E-04	5.158E-04	3.053E-04
A	1.050E+01	4.082E+00	8.643E+00	6.828E+00	4.530E+00
PM	1.027E+00	3.052E-01	7.461E-01	6.893E-01	4.013E-01
ET	2.560E+03	2.064E+03	2.442E+02	1.818E+03	2.426E+02
I	1.436E+03	4.340E+02	1.340E+00	2.780E+02	4.065E+01
POF	8.066E+00	3.855E+00	8.458E+00	7.084E+00	4.717E+00
TE	5.698E+01	4.387E+01	3.321E+01	7.896E+01	5.023E+01
FE	2.221E+00	2.213E+00	8.724E-03	7.262E-01	7.207E-01
ME	7.995E+00	8.072E+00	7.381E-01	1.419E+01	8.929E+00
LU	8.658E+02	2.040E+02	2.739E+02	3.427E+02	1.994E+02
RDw	4.379E-01	3.779E-03	1.968E-01	1.228E-01	-8.436E-04
RD	8.528E-03	1.304E-03	1.976E-04	1.978E-02	1.889E-02

	% variation compared to minimum value per row				
	CONV	NT	ORG	HQ	RRD
	-6	-4	-32	-22	0
	209	168	0	286	185
	-6	-4	-34	-19	0
	-27	0	-41	-37	-22
	2097651	2132015	0	2103537	851957
	13563	246	11	201	0
	127	0	61	96	16
	157	0	112	67	11
	237	0	144	126	31
	955	751	1	649	0
	107118	32300	0	20650	2935
	109	0	119	84	22
	72	32	0	138	51
	25354	25264	0	8224	8161
	983	994	0	1823	1110
	334	2	37	72	0
	-52007	-548	-23425	-14655	0
	4217	560	0	9914	9461

Per resa (rosso è meglio)

absolute values						% variation compared to minimum value per row					
	CONV	NT	ORG	HQ	RRD		CONV	NT	ORG	HQ	RRD
GWPt	-6.216E+00	-6.256E+00	-6.572E+00	-6.115E+00	-6.157E+00		-5	-5	0	-7	-6
GWPf	3.218E-01	2.728E-01	1.519E-01	4.731E-01	2.751E-01		112	80	0	211	81
GW Pb	-6.537E+00	-6.529E+00	-6.724E+00	-6.588E+00	-6.432E+00		-3	-3	0	-2	-4
GWPlu	-1.768E-01	-2.361E-01	-2.086E-01	-1.781E-01	-1.743E-01		-25	0	-12	-25	-26
OD	1.111E-08	1.104E-08	7.732E-13	1.313E-08	4.180E-09		1437009	1428417	0	1698017	540504
HTc	5.212E-09	1.290E-10	6.202E-11	1.353E-10	3.533E-11		14653	265	76	283	0
HTnc	1.223E-07	5.274E-08	1.264E-07	1.243E-07	5.782E-08		132	0	140	136	10
A	2.148E-03	8.164E-04	2.580E-03	1.645E-03	8.579E-04		163	0	216	102	5
PM	2.100E-04	6.105E-05	2.227E-04	1.661E-04	7.600E-05		244	0	265	172	25
ET	5.235E-01	4.129E-01	7.290E-02	4.381E-01	4.595E-02		1039	798	59	853	0
I	2.937E-01	8.680E-02	3.999E-04	6.698E-02	7.700E-03		73352	21608	0	16650	1826
POF	1.650E-03	7.711E-04	2.525E-03	1.707E-03	8.934E-04		114	0	227	121	16
TE	1.165E-02	8.773E-03	9.914E-03	1.903E-02	9.513E-03		33	0	13	117	8
FE	4.541E-04	4.425E-04	2.604E-06	1.750E-04	1.365E-04		17338	16894	0	6619	5141
ME	1.635E-03	1.614E-03	2.203E-04	3.420E-03	1.691E-03		642	633	0	1452	668
LU	1.771E-01	4.080E-02	8.175E-02	8.258E-02	3.777E-02		369	8	116	119	0
RDw	8.955E-05	7.558E-07	5.874E-05	2.959E-05	-1.598E-07		-56146	-573	-36863	-18618	0
RD	1.744E-06	2.609E-07	5.897E-08	4.767E-06	3.577E-06		2857	342	0	7983	5966

Attuali limiti della sostenibilità agricola (1)

- MITIGAZIONE DELLE PERDITE
- INCREMENTO DELLE RESE per unità di risorse e unità di impatto (sustainable intensification)
- INTEGRAZIONE CON ALTRI SISTEMI (es. urbani, infrastrutture, economici e sociali)



Developed in collaboration with TROLLBÄCK + COMPANY | TheGlobalGoals@trollback.com | +1.212.529.1010
For queries on usage, contact: dpcampaign@un.org

Attuali limiti della sostenibilità (2)

- Informazione sui flussi, processi e modelli di stima!



- *internet*

+ *cabernet*





Sergio SAIA

Agricoltura sostenibile nel terzo millennio

Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria-Centro di ricerca per la cerealicoltura e le colture industriali (CREA-CI), Foggia,

&

Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche (UNIVPM), Ancona

sergio.saia@crea.gov.it

<http://it.linkedin.com/in/sergiosaia>

https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Saia

Grosseto, 20 Maggio 2019

