

PRODUZIONI SOSTENIBILI, CIBO E SALUTE

MANUELA GIOVANNETTI

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali, Università di Pisa

**ISTITUTO ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE
"G .PENNA" ASTI
21 maggio 2016**

manuela.giovannetti@unipi.it

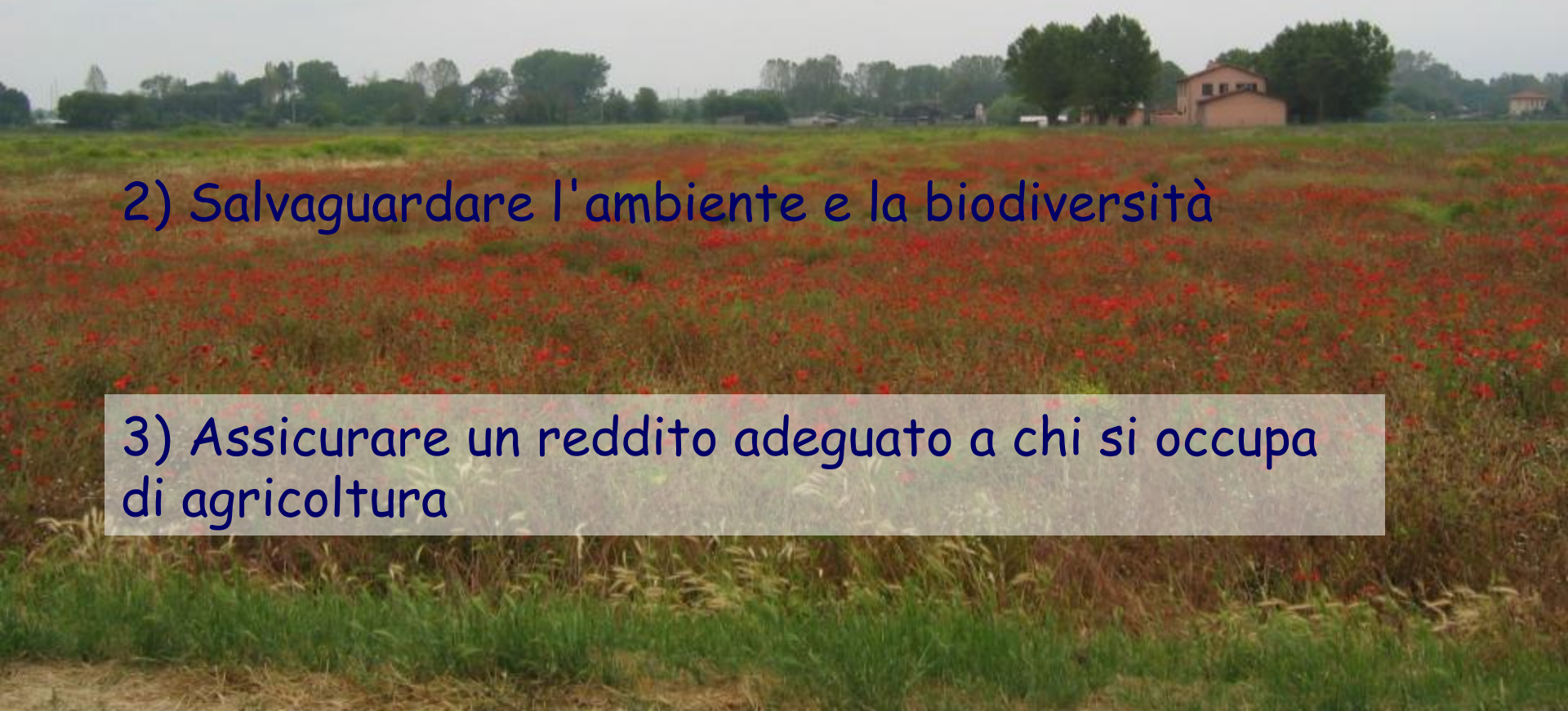


Le sfide dell'agricoltura del terzo millennio

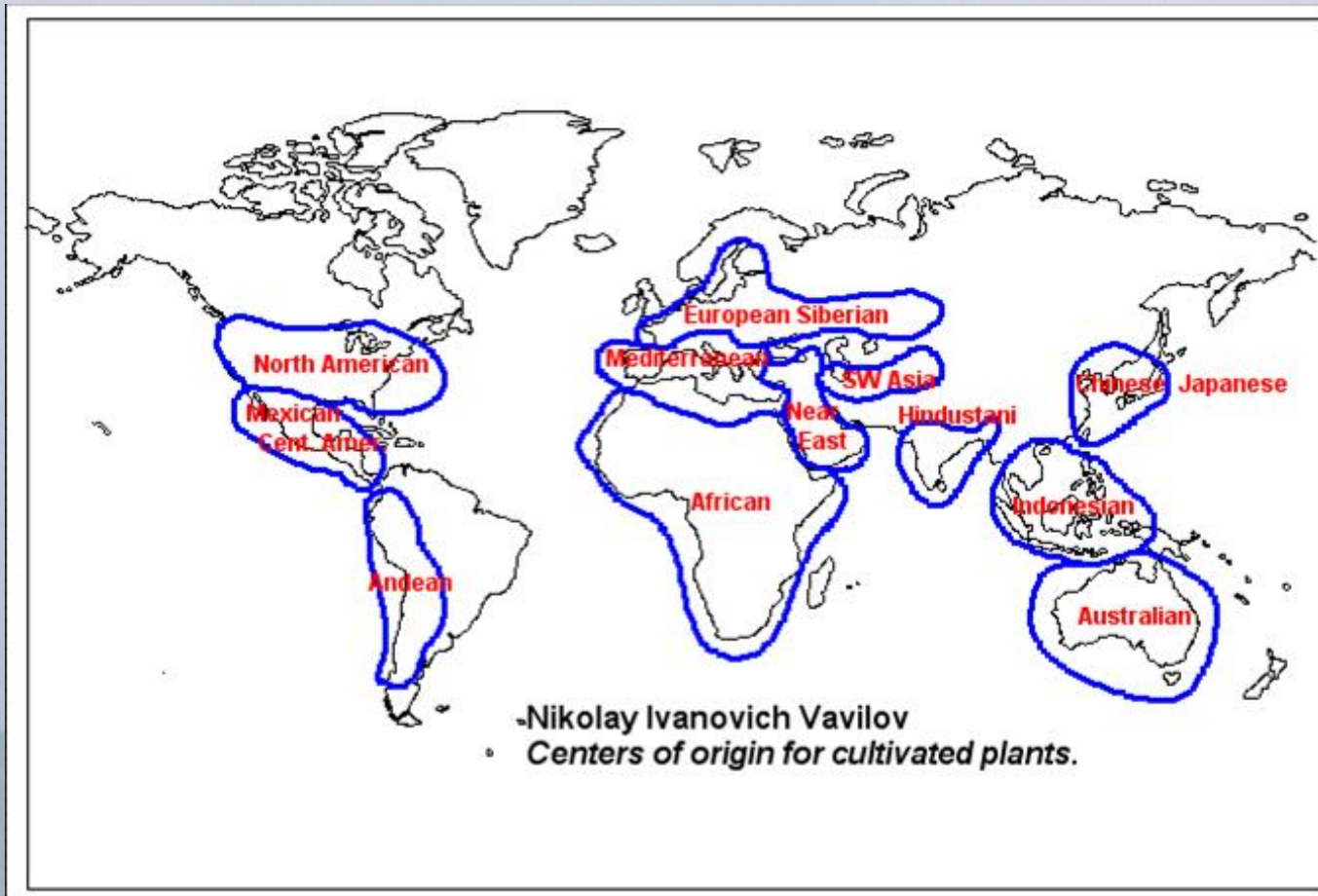
1) Assicurare a tutti gli esseri umani l'accesso al cibo, in quantità e qualità tali da permettere di condurre una vita sana ed attiva

2) Salvaguardare l'ambiente e la biodiversità

3) Assicurare un reddito adeguato a chi si occupa di agricoltura



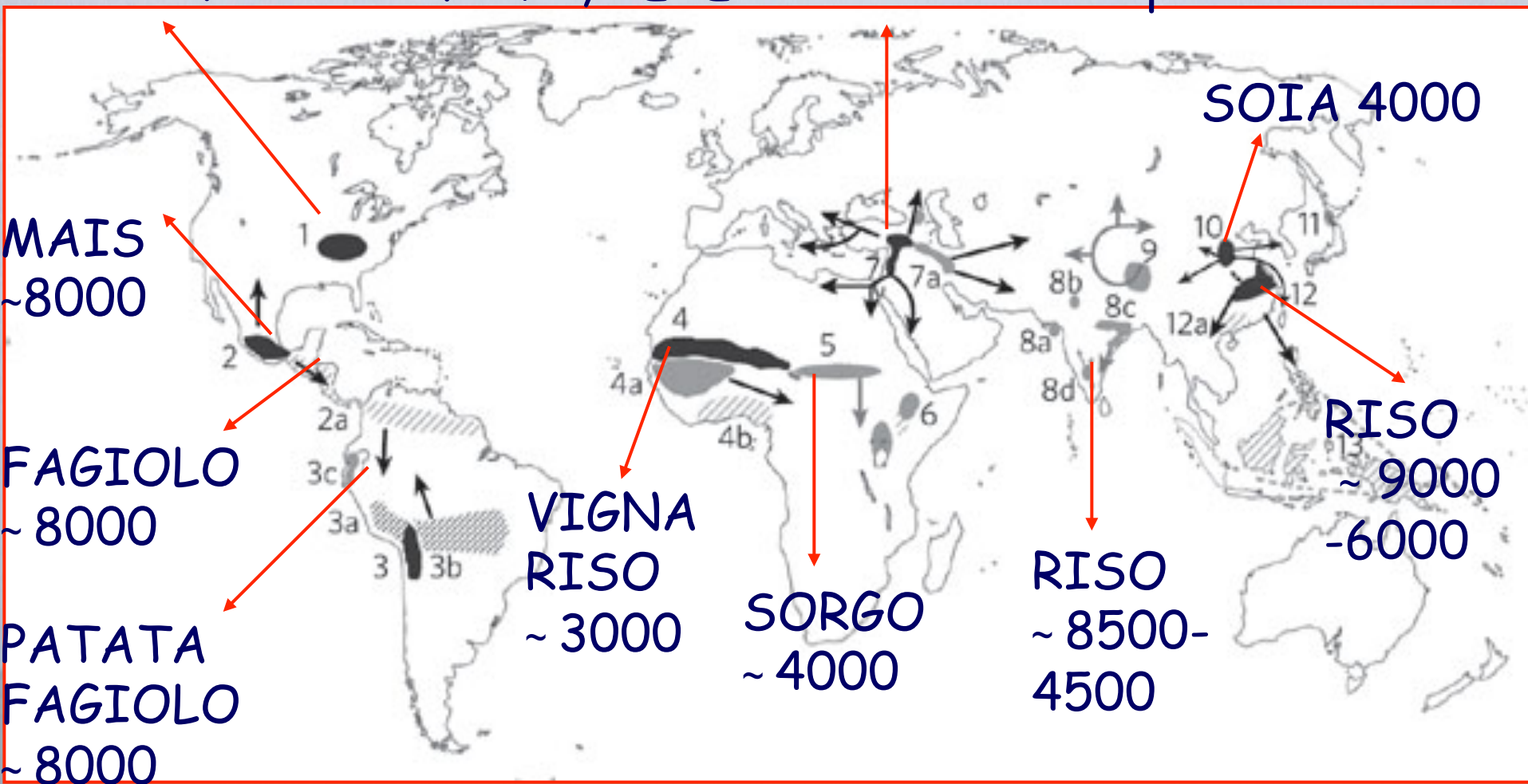
L' AGRICOLTURA E' NATA CIRCA 11.000 ANNI FA, INDIPENDENTEMENTE IN MOLTE PARTI DEL MONDO



LA DOMESTICAZIONE DELLE PIANTE

GIRASOLE
~4000 bp

ORZO, GRANO, LENTICCHIA, PISELLO,
FAVA, CECE ~ 13000-10000 bp



Purugganan & Fuller (2009). The nature of selection during plant domestication. *Nature* **457**, 843-848

1. *Chenopodium berlandieri*, *Iva annua*, ***Helianthus annuus***, 4,500–4,000 yr bp.
2. *Cucurbita pepo* 10,000 yr bp; ***Zea mays*** 9,000–7,000 yr bp. 2a. *Cucurbita moschata*, *Ipomoea batatas*, ***Phaseolus vulgaris***, tree crops, 9,000–8,000 yr bp.
3. *Chenopodium quinoa*, *Amaranthus caudatus*, 5,000 yr bp. 3a. ***Solanum tuberosum***, *Oxalis tuberosa*, *Chenopodium pallidicaule*, 8,000 yr bp. 3b. *Manihot esculenta*, ***Arachis hypogaea***, 8,000 yr bp. 3c. ***Phaseolus lunatus***, *Canavalia plagioperma*, *Cucurbita ecuadorensis*, 10,000 yr bp.
4. *Pennisetum glaucum*, 4,500 yr bp. 4a. ***Vigna unguiculata***, 3,700 yr bp; *Digitaria exilis*, ***Oryza glaberrima*** <3,000 yr bp). 4b. *Dioscorea rotundata*, *Elaeis guineensis*.
5. ***Sorghum bicolor***, >4,000 yr bp.
6. *Eragrostis tef*, *Eleusine coracana*, 4,000 yr bp.
7. Near East , ***Hordeum vulgare***, *Triticum* spp., ***Lens culinaris***, ***Pisum sativum***, ***Cicer arietinum***, ***Vicia faba***, 13,000–10,000 yr bp. 7a. Eastern fertile crescent (+ ***Hordeum vulgare*** + 9,000 yr bp, also goats).
- 8a. *Panicum sumatrense*, *Vigna mungo*, 5,000 yr bp. 8b. *Panicum sumatrense*, *Vigna radiata*, *Vigna aconitifolia*, 5,000 yr bp. 8c. ***Oryza sativa*** subsp. ***indica***, 8,500–4,500 yr bp. 8d. *Brachiaria ramosa*, *Vigna radiata*, *Macrotyloma uniflorum*, 5,000–4,000 yr.
9. *Fagopyrum esculentum*, 5,000 yr bp.
10. *Setaria italica*, *Panicum miliaceum*, 8,000 yr bp; ***Glycine max***, 4,500 yr bp.
11. *Echinochloa crusgalli*, 4,500 yr bp.
- 12, ***Oryza sativa*** subsp. ***japonica***, 9,000–6,000 yr bp. 12a. *Colocasia*, *Coix lachrymans*, 4,500 yr bp.
13. *Colocasia esculenta*, *Dioscorea esculenta*, *Musa acuminata*, 7,000 yr bp.

La domesticazione non è avvenuta in un giorno ed ha comportato grandi cambiamenti genetici



TEOSINTE



MAIS

La domesticazione: prima perdita di biodiversita'

250.000 specie vegetali



50.000 specie commestibili



250 specie coltivate



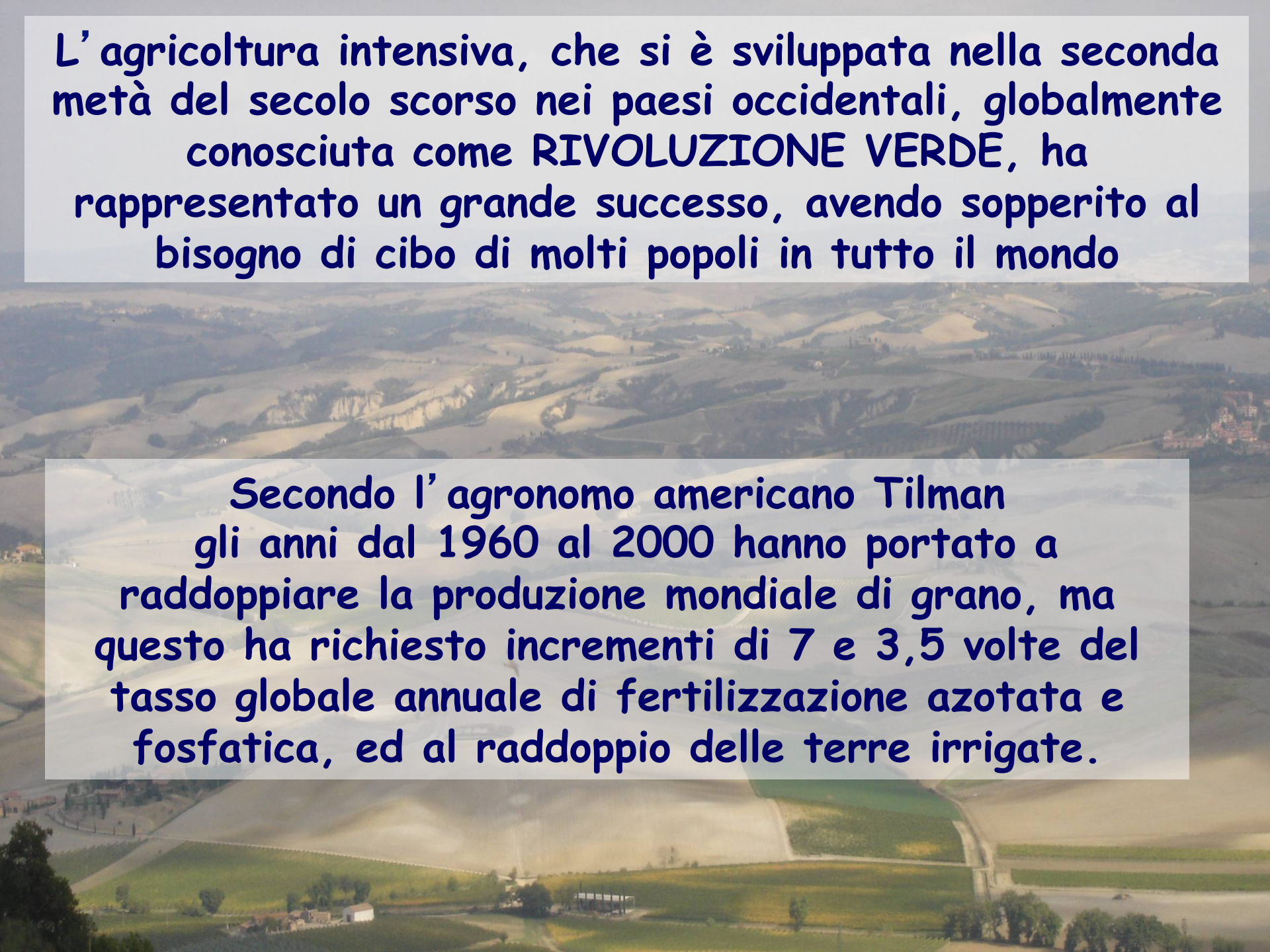
15 colture → 90 % calorie della dieta umana



3 colture (grano, riso e mais) → 60 % calorie



Le varietà coltivate di queste tre specie sono geneticamente uniformi

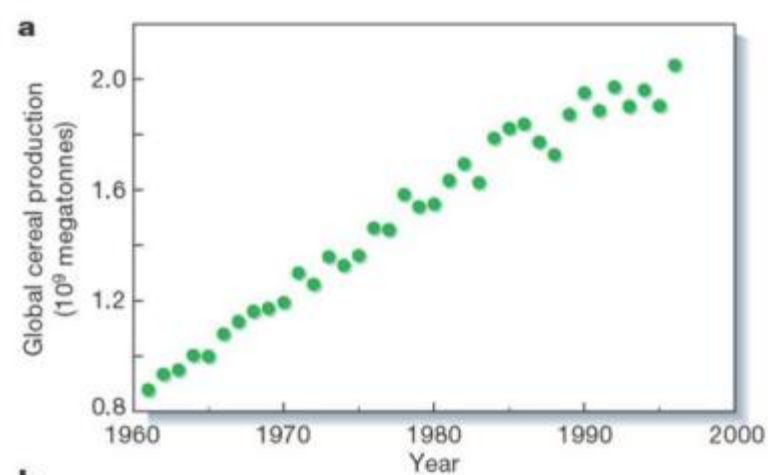


L'agricoltura intensiva, che si è sviluppata nella seconda metà del secolo scorso nei paesi occidentali, globalmente conosciuta come RIVOLUZIONE VERDE, ha rappresentato un grande successo, avendo sopperito al bisogno di cibo di molti popoli in tutto il mondo

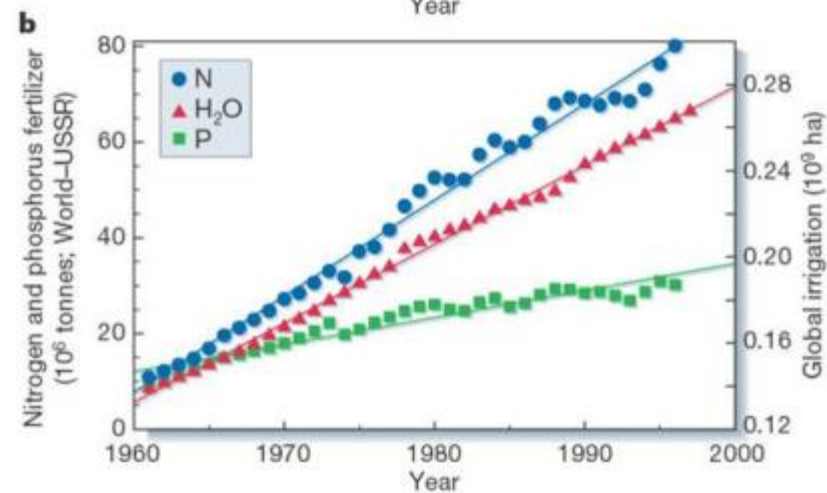
Secondo l'agronomo americano Tilman gli anni dal 1960 al 2000 hanno portato a raddoppiare la produzione mondiale di grano, ma questo ha richiesto incrementi di 7 e 3,5 volte del tasso globale annuale di fertilizzazione azotata e fosfatica, ed al raddoppio delle terre irrigate.

1) Alta dipendenza da pesticidi, erbicidi e fertilizzanti chimici

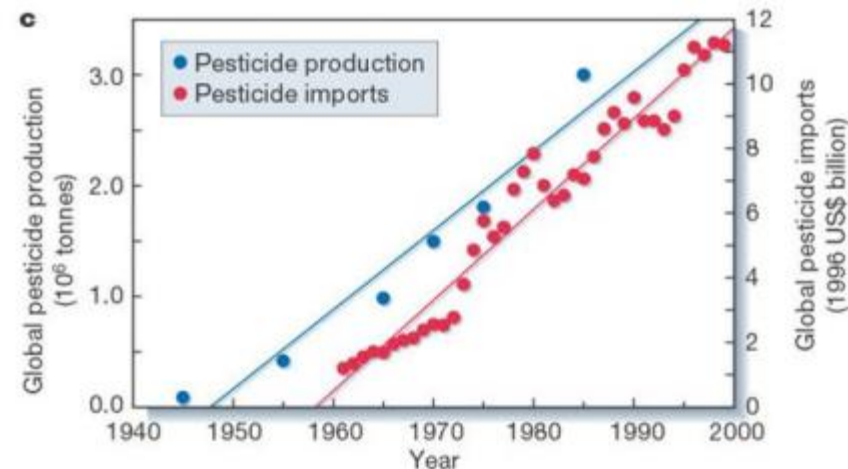
a) Produzione totale globale di cereali



b) Uso totale globale di fertilizzanti azotati e fosfatici e area delle terre globali irrigate



c) Produzione totale globale di pesticidi e importazioni globali di pesticidi



D. TILMAN, K. G. CASSMAN, P. A. MATSON, R. NAYLOR & S. POLASKY
Nature 418, 671 - 677, 2002.

Conseguenze su tutti gli ecosistemi terrestri e marini

- contaminazione delle acque
- rilascio di gas serra
- eutrofizzazione di laghi, fiumi, mari
- erosione dei suoli e desertificazione
- perdita di fertilità dei suoli

Emissioni di gas serra globali:

- 25% del rilascio totale umano di CO_2 ,
- 50% di metano
- 75% of N_2O

Essay

Fertilizing Nature: A Tragedy of Excess in the Commons

Allen G. Good, Perrin H. Beatty*

Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada

In his 1968 seminal paper, “The Tragedy of the Commons,” the late Garrett Hardin argued that individuals, acting in rational pursuit of their own self-interest, will sacrifice the long-term viability of a shared resource for short-term gain. “Ruin is the destination toward which all men rush, each pursuing his own best interest in a society that believes in the freedom of the commons.” In the case of pollution, he wrote, “Here it is not a question of taking something out of the commons, but of putting something in – sewage, or chemical wastes into water”. Perhaps one of the best examples of this “over-contribution” is nitrogen (N) fertilizers, where individual rational behaviour (i.e., applying high fertilizer rates to maximize short-term economic yield) can cause long-range harm to the environment.

Hardin G (1968) The tragedy of the commons. *Science* 162: 1243–1248

Essay

Fertilizing Nature: A Tragedy of Excess in the Commons

Allen G. Good, Perrin H. Beatty*

Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada

ABSTRACT. Globally, we are applying excessive nitrogen (N) fertilizers to our agricultural crops, which ultimately causes nitrogen pollution to our ecosystem. The atmosphere is polluted by N_2O and NO_x gases that directly and indirectly increase atmospheric warming and climate change. Nitrogen is also leached from agricultural lands as the water-soluble form NO_3^- , which increases nutrient overload in rivers, lakes, and oceans, causing “dead zones”, reducing property values and the diversity of aquatic life, and damaging our drinking water and aquatic-associated industries such as fishing and tourism.

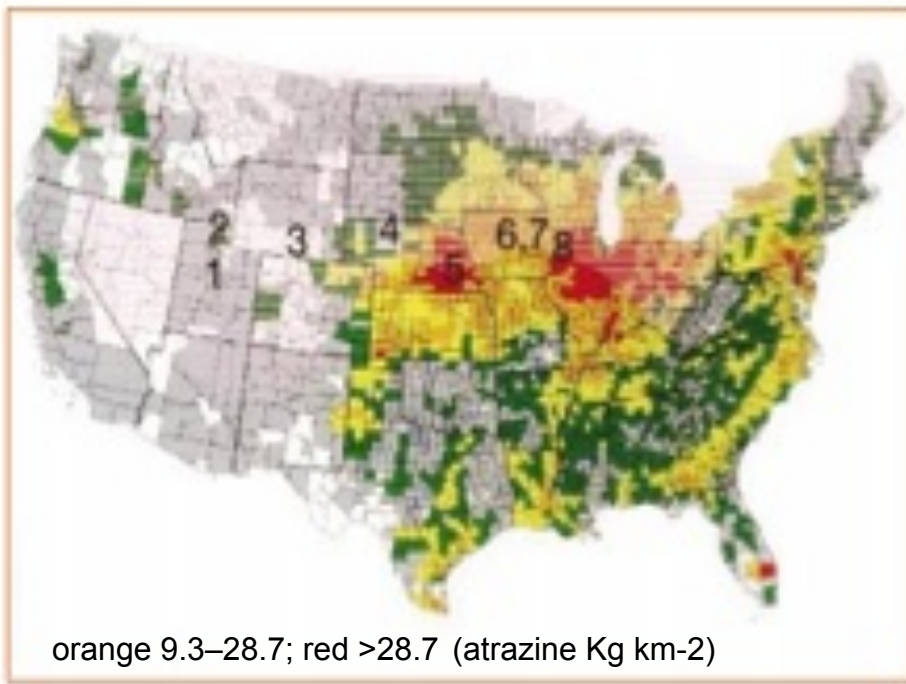
Why do some countries show reductions in fertilizer use while others show increasing use? What N fertilizer application reductions could occur, without compromising crop yields? And what are the economic and environmental benefits of using directed nutrient management strategies?

Feminization of male frogs in the wild

Water-borne herbicide threatens amphibian populations in parts of the United States.



Rana pipiens – Rana leopardo



US farmers use about 27,000 tonnes of atrazine each year to protect maize and other crops from weeds. So the compound gets into rain, groundwater, rivers and streams. The US Environmental Protection Agency has set a standard of 3 parts per billion (p.p.b.) as an acceptable level in drinking water. But concerns about atrazine's ability to disrupt sex hormones have led many European nations to ban it.

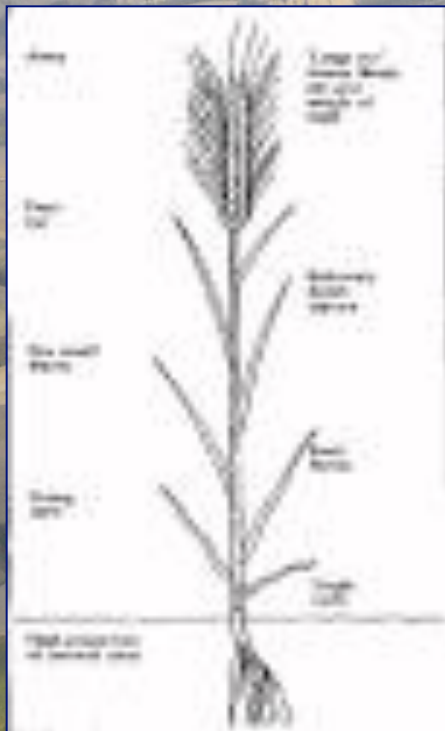
<http://www.nature.com/news/2002/021031/full/news021028-7.html>

Water-borne herbicide threatens amphibian populations in parts of the United States. Hayes et al (2002). *Nature* **419**, 895-896

ABSTRACT. Atrazine is the most commonly used herbicide in the United States and probably in the world. Here we investigate the effects of exposure to water-borne atrazine contamination on wild leopard frogs (*Rana pipiens*) in different regions of the United States and find that 10-92% of males show gonadal abnormalities such as retarded development and hermaphroditism. These results are supported by laboratory observations, which together highlight concerns over the biological effects of environmental atrazine on amphibians.

2) Alta dipendenza da varietà di piante ad alta resa delle principali colture alimentari come grano, riso, mais, selezionate sulla base di “ideotipi”

Il manifesto ideologico di questo nuovo tipo di varietà di piante coltivate: “The breeding of crop ideotypes”, Donald, Euphytica 1968



Semi grandi e
abbondanti

Foglie piccole, erette e spesse

Fusto corto e robusto

Apparato radicale misero e poco profondo

Grazie al lavoro dei genetisti, le nuove varietà hanno fornito raccolti elevati, facendo raddoppiare il raccolto del grano in 35 anni

Le nuove varietà:

- capaci di indirizzare più fotosintati verso la produzione di seme, aumentando i raccolti, a condizione di elevati inputs energetici (fertilizzanti chimici, pesticidi, erbicidi, acqua)
- prive di alcuni caratteri importanti e desiderabili: apparati radicali vigorosi e profondi; fusti solidi; capacità di competere con le erbe infestanti

Successo della rivoluzione genetica in agricoltura: nel 1972 il 71% del mais coltivato negli USA era costituito da sole 6 varietà.

Conseguenze

- 1) standardizzazione e semplificazione degli agroecosistemi, resi simili in tutto il mondo per ogni tipo di coltivazione
- 2) monoculture

Dobbiamo ridisegnare il sistema di produzione del cibo e dare più importanza alla sostenibilità che alla produzione.
Catherine Badgley, Nature 419, 777 (24 October 2002)

NATURE | VOL 396 | 19 NOVEMBER 1998 |

The greening of the green revolution

David Tilman

In comparison with conventional, high-intensity agricultural methods, 'organic' alternatives can improve soil fertility and have fewer detrimental effects on the environment. These alternatives can also produce equivalent crop yields to conventional methods.

Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead

PNAS | July 31, 2012 | vol. 109 | no. 31 | 12303

Prabhu L. Pingali¹

Bill & Melinda Gates Foundation, Agricultural Development, Seattle, WA 98102

Edited by William C. Clark, Harvard University, Cambridge, MA, and approved June 25, 2012 (received for review April 2, 2012)

A detailed retrospective of the Green Revolution, its achievement and limits in terms of agricultural productivity improvement, and its broader impact at social, environmental, and economic levels is provided. Lessons learned and the strategic insights are reviewed as the world is preparing a “redux” version of the Green Revolution with more integrative environmental and social impact combined with agricultural and economic development. Core policy directions for Green Revolution 2.0 that enhance the spread and sustainable adoption of productivity enhancing technologies are specified.



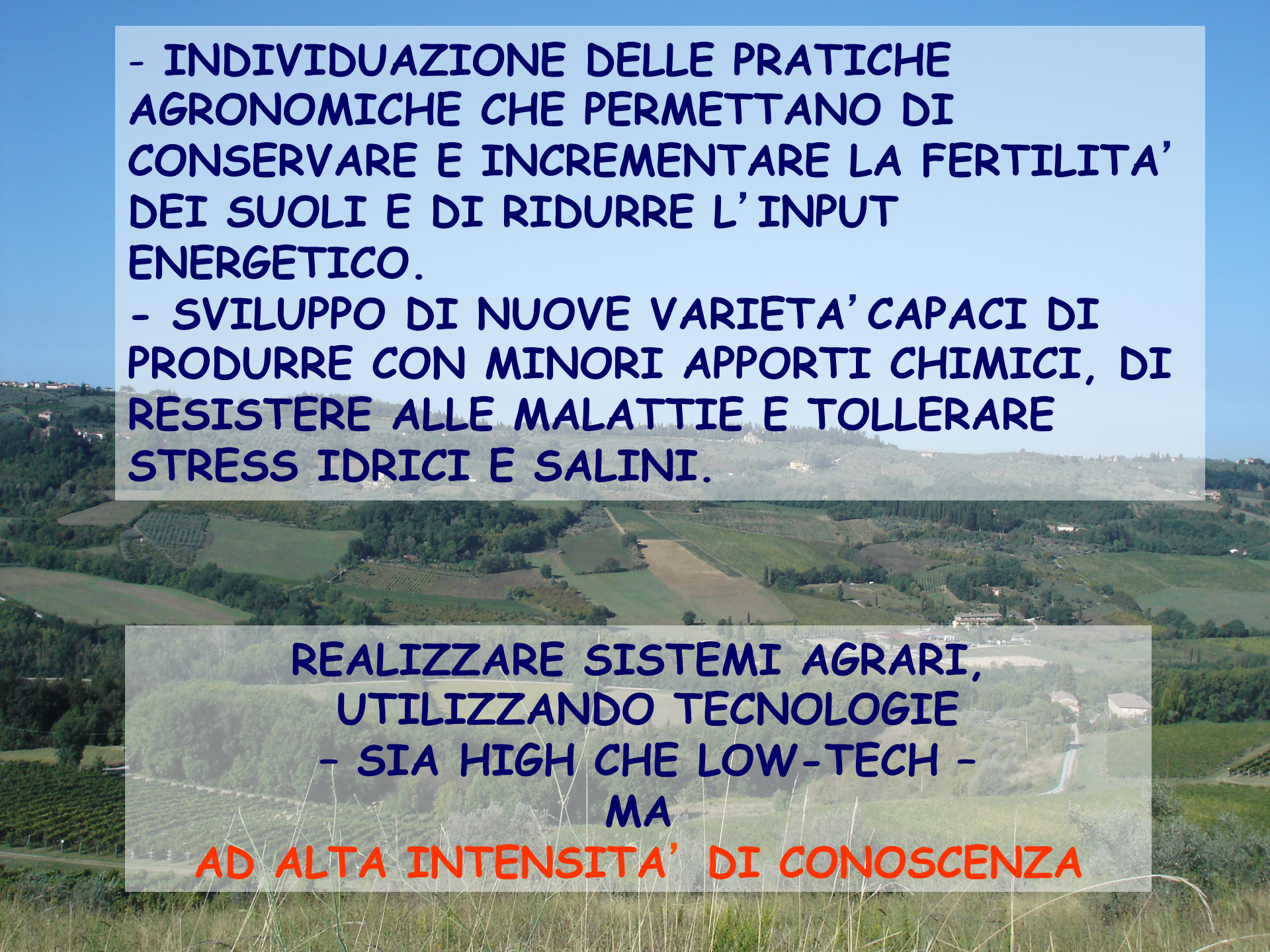
**La sfida dell'agricoltura nel terzo millennio ha come
fondamento la BIODIVERSITA'**

**Biodiversità dei genotipi, delle varietà e delle
razze, in grado di produrre con minori apporti
energetici e di tollerare gli stress ambientali**

**Biodiversità chimica delle piante
alimentari, per produrre cibo di alta
qualità, e con un alto valore aggiunto.**

Biodiversità dei sistemi agrari.



- 
- INDIVIDUAZIONE DELLE PRATICHE AGRONOMICHE CHE PERMETTANO DI CONSERVARE E INCREMENTARE LA FERTILITA' DEI SUOLI E DI RIDURRE L'INPUT ENERGETICO.
 - SVILUPPO DI NUOVE VARIETA' CAPACI DI PRODURRE CON MINORI APPORTI CHIMICI, DI RESISTERE ALLE MALATTIE E TOLLERARE STRESS IDRICI E SALINI.

REALIZZARE SISTEMI AGRARI,
UTILIZZANDO TECNOLOGIE

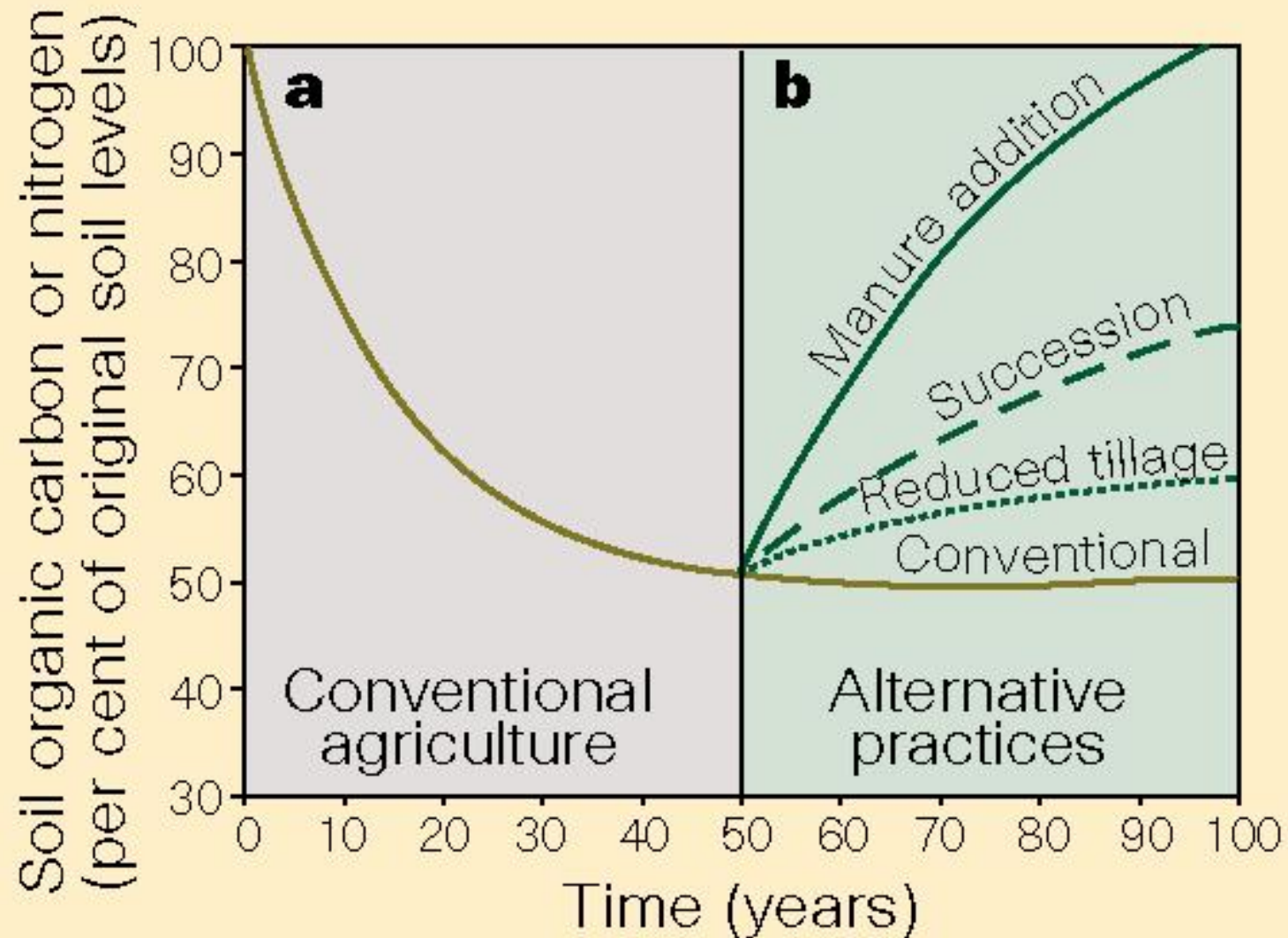
- SIA HIGH CHE LOW-TECH -
MA

AD ALTA INTENSITA' DI CONOSCENZA

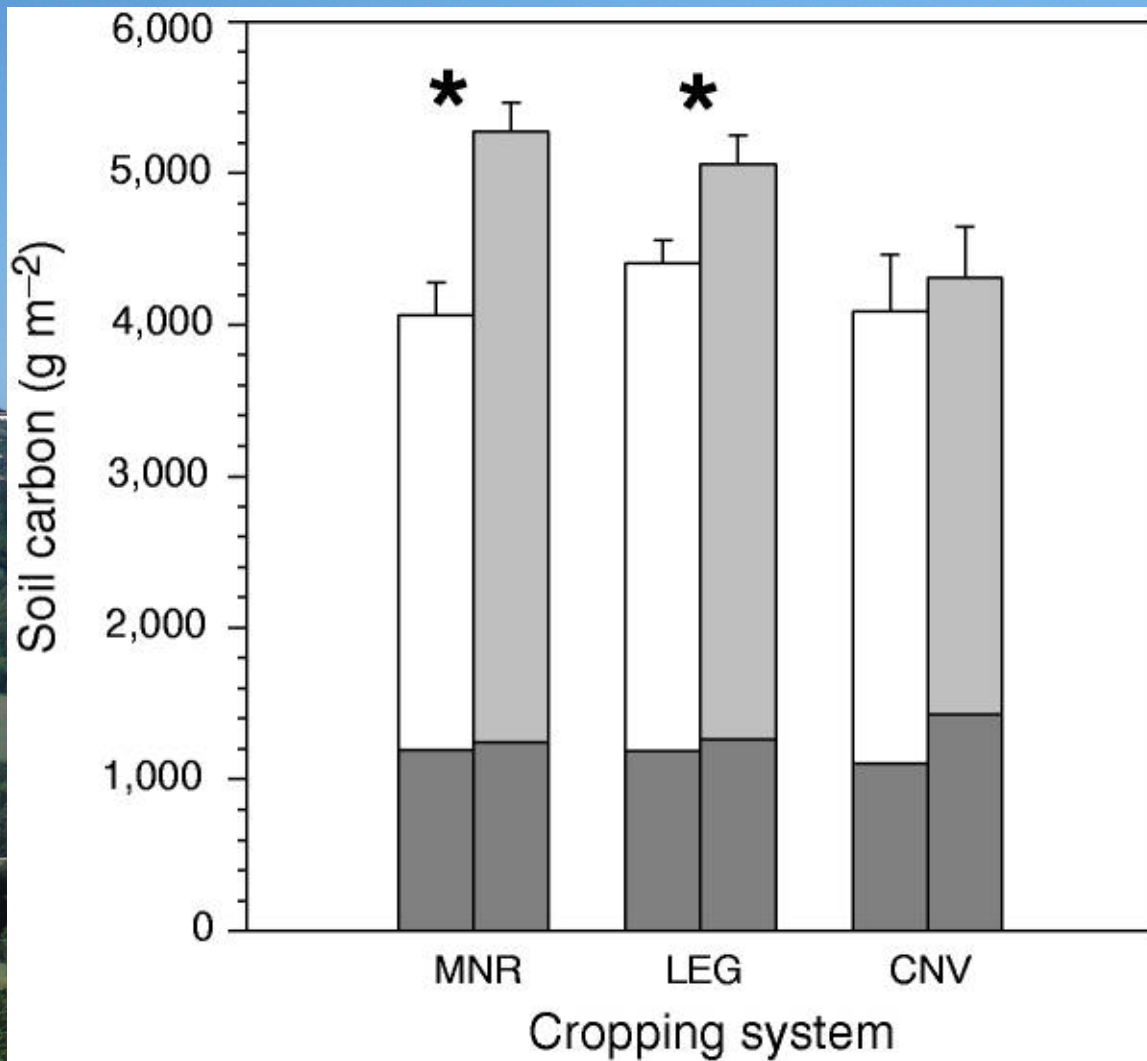
COME?

Utilizzando pratiche basate sulle **proprietà intrinseche del suolo e delle sue risorse naturali** - completamente ignorate dalle tecniche adottate dall'agricoltura intensiva - come i **microrganismi biofertilizzanti**, capaci di fissare l'azoto atmosferico, di aumentare l'assorbimento di fosforo, azoto e di altri minerali fondamentali per la crescita delle piante, di proteggere le piante dagli attacchi dei patogeni e di ristabilire, mantenere ed accrescere la fertilità del suolo.





DAVID TILMAN. *The greening of the green revolution*. *Nature* 396, 211 - 212, 1998



Soil carbon levels in 1981 (left-hand bars) and 1995 (right-hand bars); means s.e.m. are shown. MNR, manure as N source; LEG, N directly from legumes; CNV, conventional system (see text).

Asterisks indicate significant differences in 1995 mean soil carbon levels compared with 1981 levels, ANOVA, $P < 0.05$.

DRINKWATER, WAGONER & ARRANTONIO

Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses.

Nature 396, 262 - 265 (19 November 1998)

Un esempio molto significativo: risultati di ricerche che hanno messo a confronto tecniche di coltivazione convenzionali ad alto input di pesticidi e fertilizzanti chimici con sistemi organici dove l'azoto è fornito da microrganismi azotofissatori associati alle radici di piante leguminose (200 Kg di azoto per ettaro per anno, Drinkwater et al., 1998).

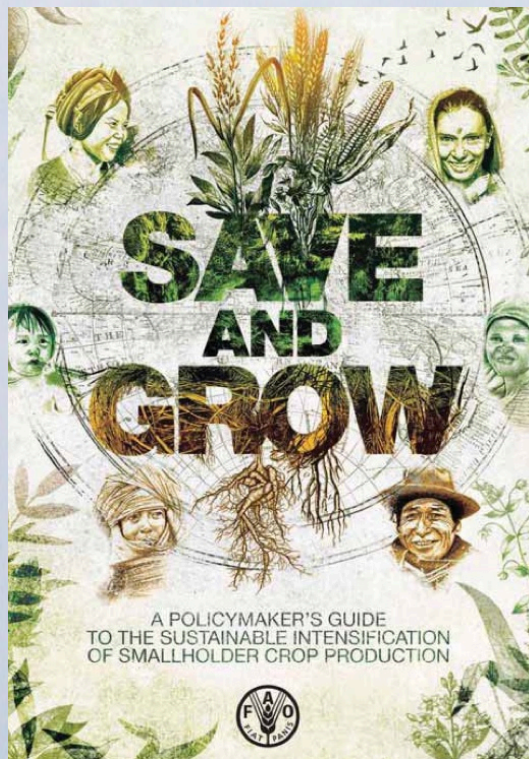
Dopo 10 anni il raccolto medio di mais differisce di meno dell'1%, ma i sistemi convenzionali fanno registrare un impatto ambientale molto più elevato: il 60% in più di nitrati è dilavato e finisce nelle acque.

Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming
Mäder et al., SCIENCE 2002, 296, 1694-1697.

21 anni di ricerche su performance agronomica ed ecologica di sistemi biodinamici, biologici e convenzionali in Europa Centrale.

Raccolti: 20% più bassi nei sistemi biologici, ma input energetici ridotti del 53% e uso pesticidi ridotto del 97%.

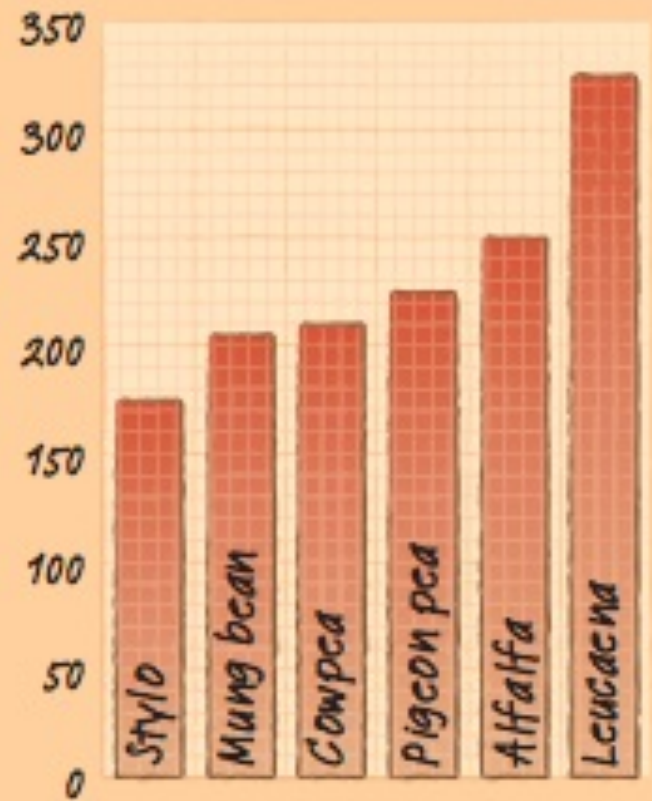
Aumenta fertilità del suolo e biodiversità, che rende i sistemi biologici più resilienti e meno dipendenti da inputs esterni.



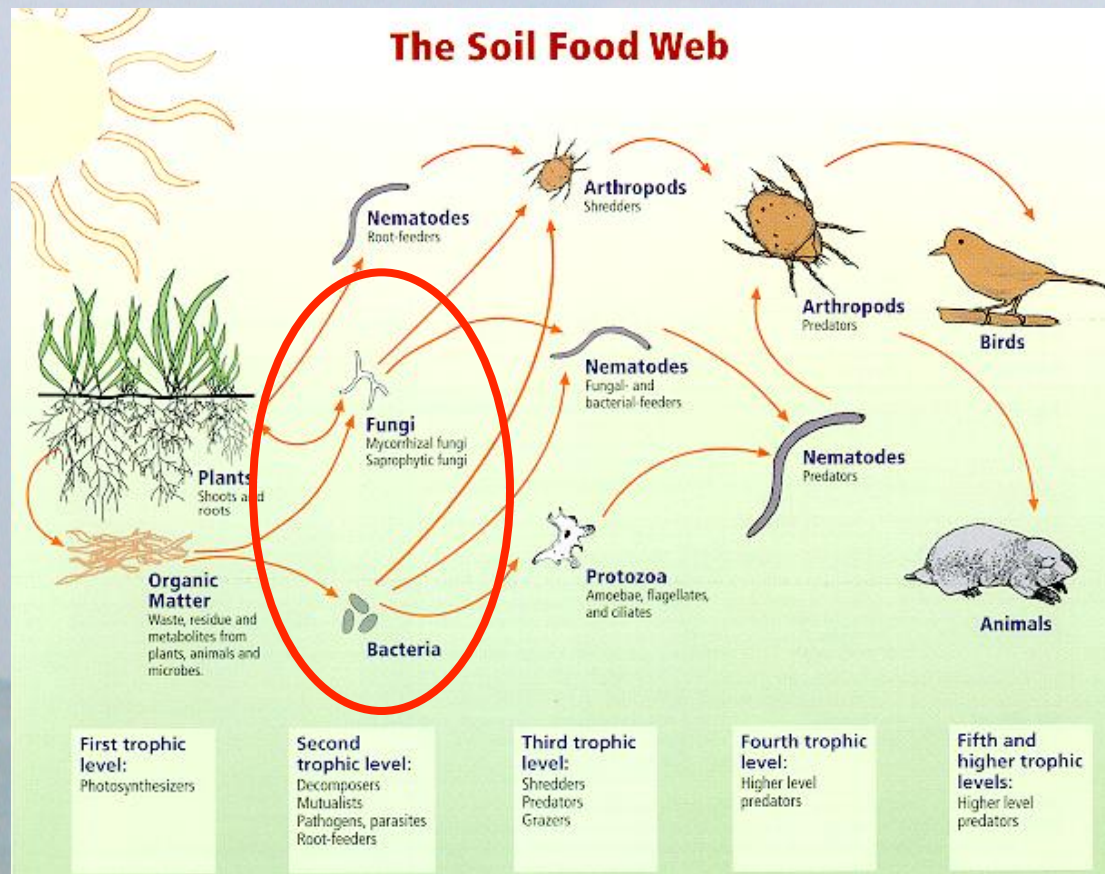
Soil health

Agriculture must, literally, return to its roots by rediscovering the importance of healthy soil, drawing on natural sources of plant nutrition, and using mineral fertilizer wisely

Average amounts of nitrogen fixed by various legumes
(kg N/ha/yr)



SUOLO, essenza di tutta la vita sulla terra.
Qualità del suolo: implica capacità di presiedere a importanti e numerose funzioni dell'ecosistema: produttività primaria, moderazione del clima, purificazione delle acque, biodegradazione degli inquinanti, nutrizione delle piante, cicli biogeochimici.



1 g di suolo: contiene 10^9 - 10^{10} cellule batteriche, circa 50 μg di DNA (lunghezza 1.598 km) e un totale di 4×10^{12} geni batterici (Trevors, 2010).

Microorganisms	Estimated numbers (per g dry weight)	Effective genome size (Mb)
Viruses	Log. 10	
Bacteria	Log. 6 aerobic heterotrophs ^a to Log. 10 total	4.7 for bacteria and 6.3 for total sample ^b
Actinomycetes	Log. 8	
Fungi	Log. 6	
Algae	Log. 6	
Protozoa	Log. 5	
Nematodes	Log. 2	

Global Economic value of ES by soil biodiversity

Activity	Associated biodiversity involved	Economic benefits (x US\$10 ⁹ /yr)
Waste recycling	Saprophytic, litter feeding invertebrates (detritivores), fungi, bacteria, actinomycetes and other micro-organisms	760
Pollination	Many pollinators may have edaphic phase in their lifecycle	200
Biocontrol of pests	Soil provide microhabitats for natural enemies of pest, soil biota (e.g. mycorrhizas) contribute to host plant resistance and plant pathogens control.	160
Bioremediation of chemicals	Maintaining biodiversity in soils and water is imperative to continued and improved effectiveness of bio-treatment.	121
Nitrogen fixation	Biological nitrogen fixation by diazotroph bacteria	90
Soil formation	Diverse soil biota facilitate soil formation, e.g. earthworms, termites, fungi, etc.	25
Biotechnology	Soils provide nearly half of the current economic benefit of biotechnology related to agriculture: nitrogen fixing bacteria, pharmaceutical industry, etc.	6
Other wild food	For example mushrooms, earthworms, small arthropods	180
Total	<i>by Pimentel et al. 1997</i>	1,542

In agricoltura biologica, la fertilità del suolo e la produttività sono basate sui processi biologici governati dai microrganismi benefici del suolo, che influenzano la salute, la produttività e la biodiversità delle piante.



Are microbes at the root of a solution to world food production?

Rational exploitation of interactions between microbes and plants can help to transform agriculture

John P. Morrissey, J. Maxwell Dow, G. Louise Mark & Fergal O'Gara



Nature, 466, 2010

AN UNDERGROUND REVOLUTION



Plant breeders are turning their attention to roots to increase yields without causing environmental damage. **Virginia Gewin** unearths some promising subterranean strategies.

"Roots are the key
to a second green
revolution."

BIOMASSA ORGANISMI DEL SUOLO

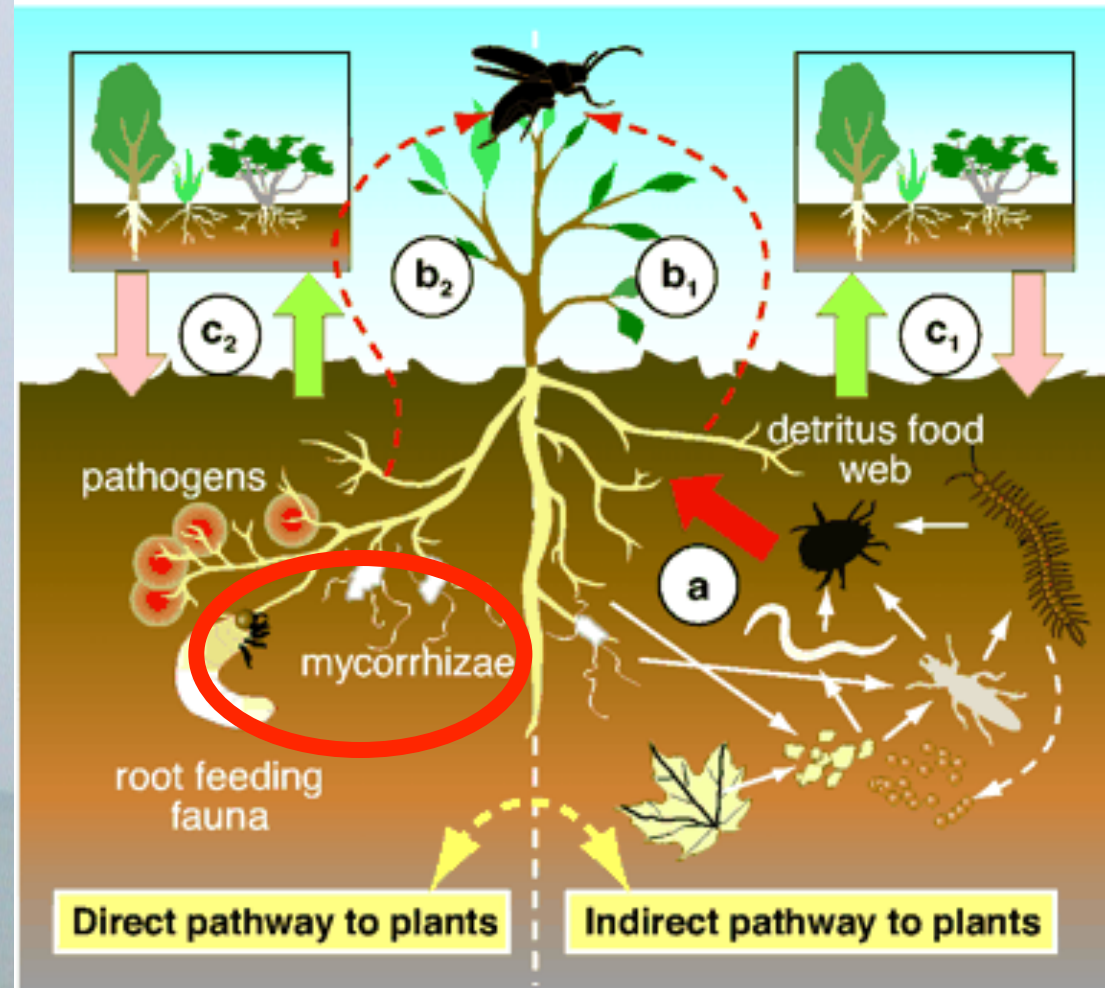
Organismi	biomassa (g/m ²)
BATTERI	30-500
FUNGHI	60-100
ALGHE	0,5-10
PROTOZOI	5-20
NEMATODI	0,1-0,3
ARTROPODI	0,2-0,5
ANELLIDI	0,5-200

Andrè et al, 2001, Nature, 409, 761.

Conoscenza della complessa rete di interazioni che regola il funzionamento degli agroecosistemi.

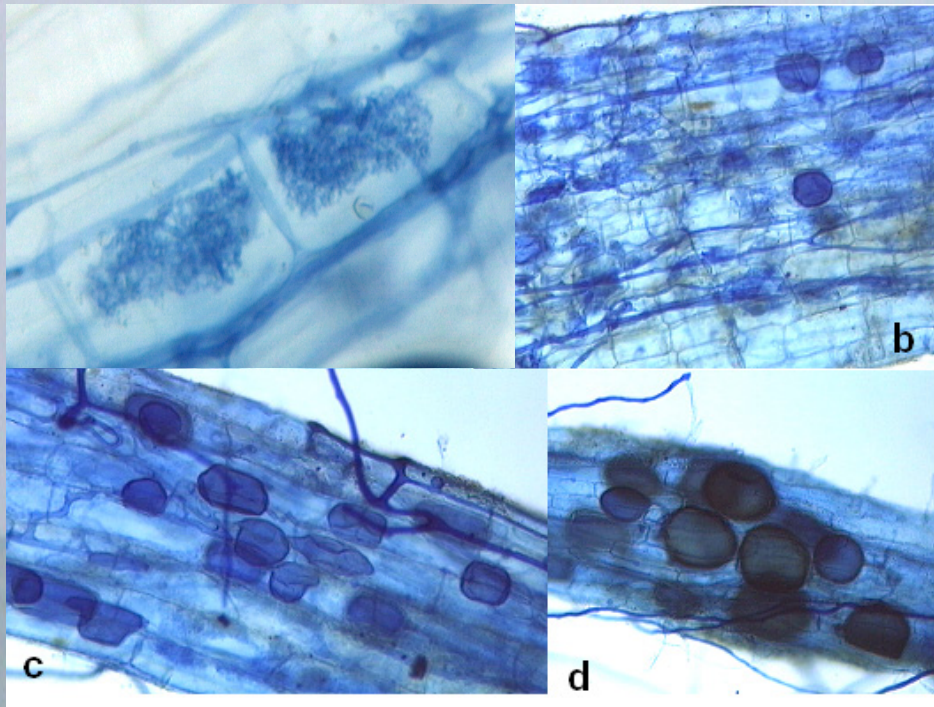
How Belowground Biota Drives the Aboveground Subsystem. Ecological Linkages Between Aboveground and Belowground Biota. Wardle et al., Science, 304, 5677, 1629-1633, 2004

“I meccanismi attraverso cui la produttività primaria è regolata dalle interazioni che avvengono nel suolo sono ben conosciuti. Per esempio, i simbionti mutualistici come i funghi micorrizici possono aumentare l'accesso ai nutrienti limitanti, con un feedback positivo sulla produttività vegetale.

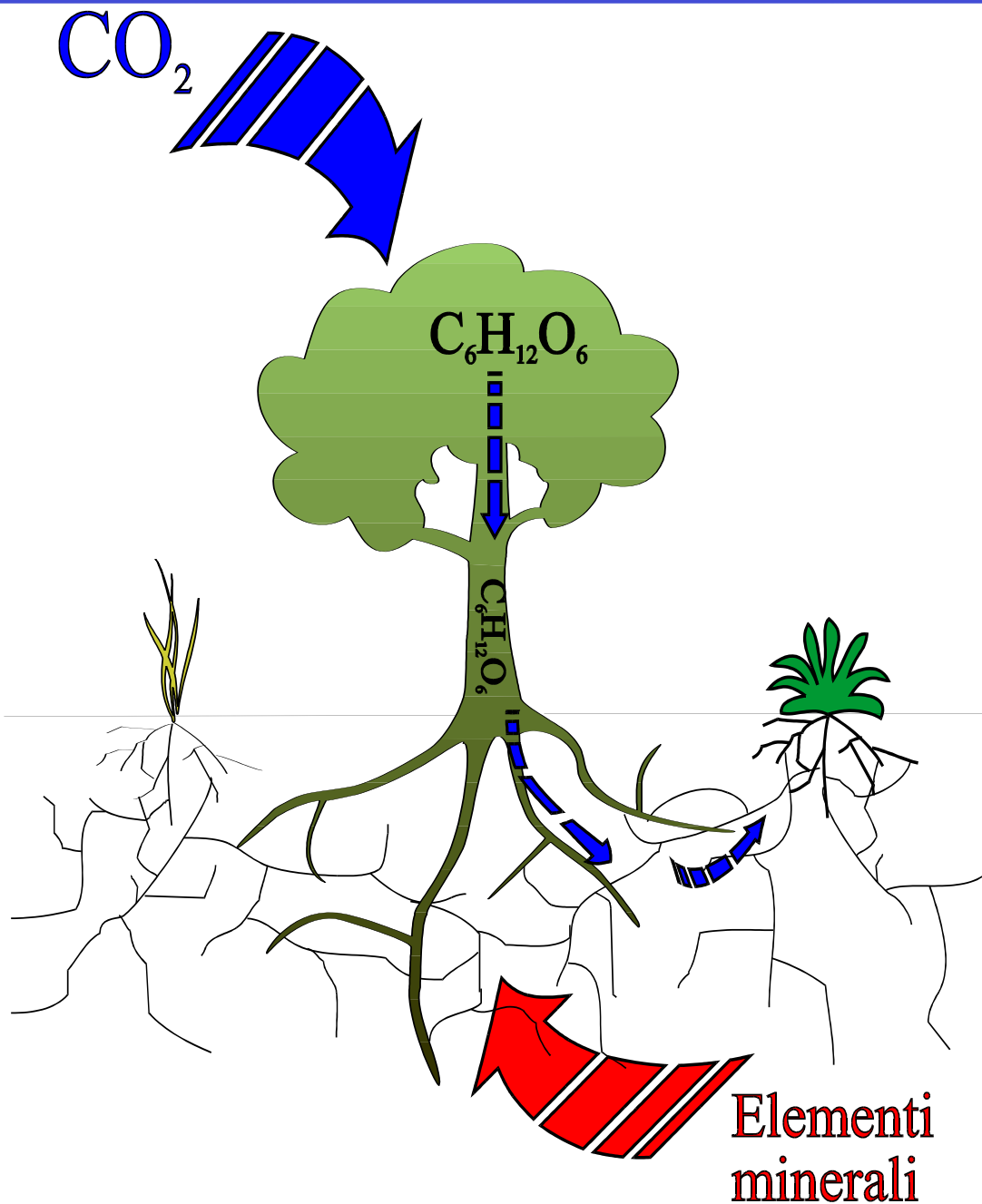


Funghi micorrizici: instaurano simbiosi tra funghi e piante

Le micorrize sono associazioni simbiotiche mutualistiche prodotte dalla associazione tra funghi che vivono nel terreno e la maggior parte delle piante terrestri, circa il 90%: queste simbiosi coinvolgono circa 6000 specie di funghi e 240.000 specie vegetali



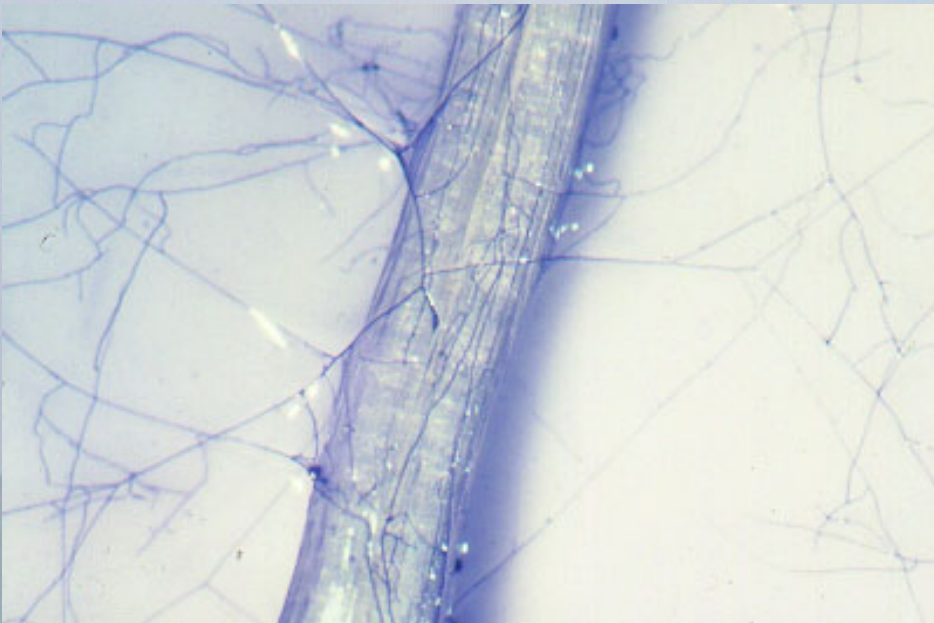
**In natura
il 90% delle
piante
non possiede
radici, ma
MICORRIZE**



Interazione mutualistica: I funghi assorbono nutrienti minerali dal suolo e li traslocano alla pianta, ricevendo in cambio zuccheri.

Il micelio extraradicale rappresenta la struttura chiave per il miglioramento della struttura del suolo e per l'assorbimento dei nutrienti minerali (P, N, Cu, Zn, K, Ca, S, acqua).

Connette piante diverse e ridistribuisce le risorse all'interno della comunità vegetale: è stato definito dalla rivista Nature "wood wide web"



Le piante micorrizate presentano un maggiore tasso di crescita ed un'elevata tolleranza agli stress biotici ed abiotici, così da garantire un benessere generale maggiore rispetto alle piante prive di simbionti



Il micelio extraradicale rappresenta la struttura chiave per l'assorbimento dei nutrienti dal suolo.

Connette piante diverse e ridistribuisce le risorse all'interno della comunità vegetale: è stato definito dalla rivista Nature "wood wide web"



Lunghezza micelio:
3-10 metri per grammo
di suolo

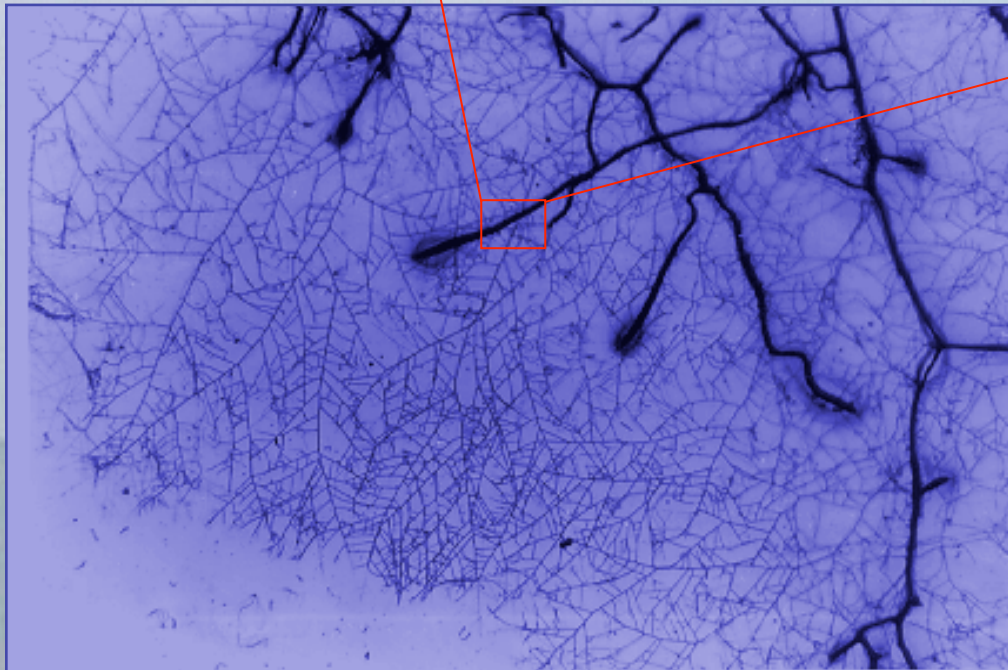
In 7 giorni, la lunghezza della rete micorrizica variava da 5167 a 7471 mm (circa 1 m/giorno).

The occurrence of anastomosis formation and nuclear exchange in intact arbuscular mycorrhizal networks

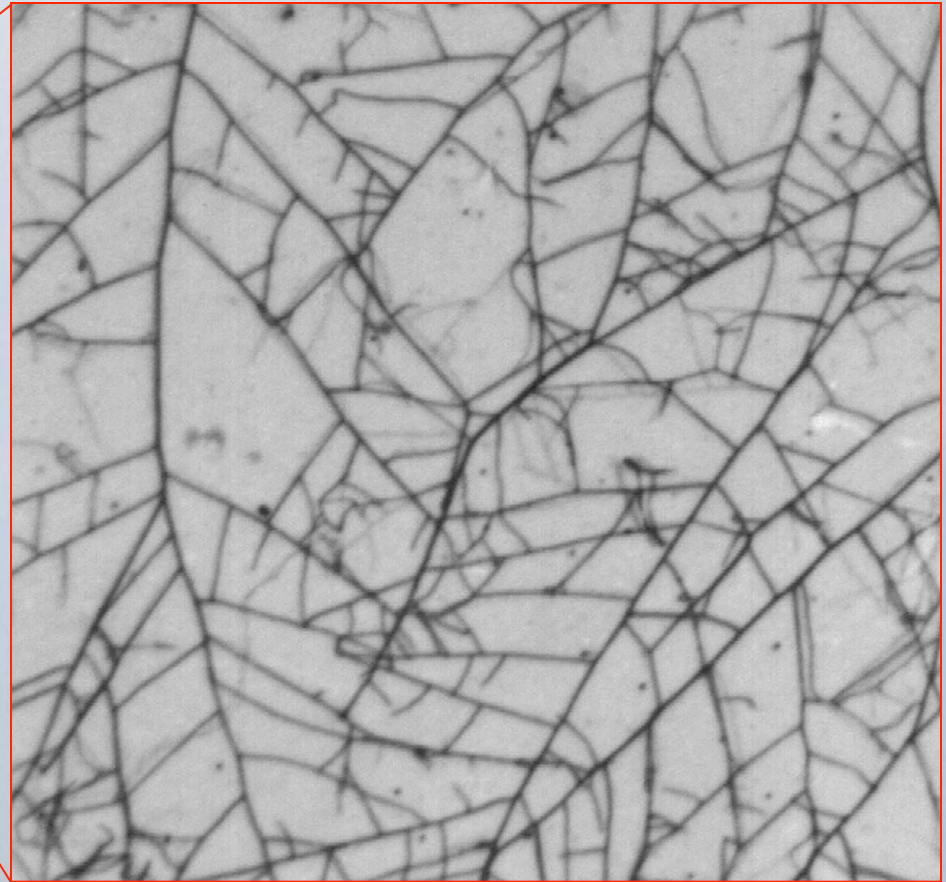
In 7 giorni, la lunghezza della rete micorrizica variava da 5167 a 7471 mm (circa 1 m/giorno).

Giovannetti et al., 2001, *New Phytologist*, 151:717-724.

La wood wide web
visualizzata in vivo
usando un sistema
bidimensionale
(Giovannetti et al., *New
Phytologist*, 2001)

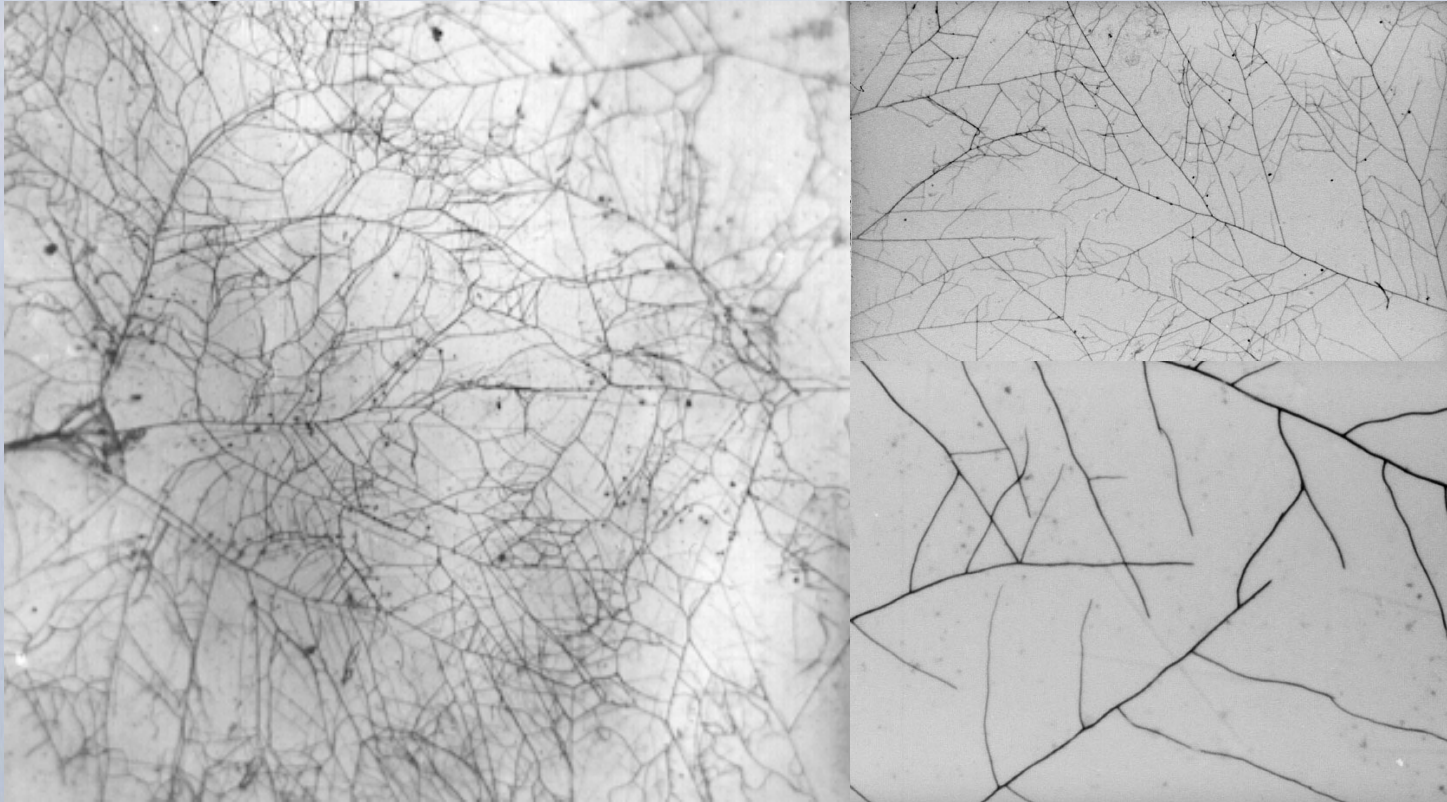


La rete micorrizica è interconnessa per mezzo di fusioni ifali (anastomosi)



The occurrence of anastomosis formation and nuclear exchange in intact arbuscular mycorrhizal networks

Le reti micorriziche sono sede di flussi di nutrienti tra piante diverse tra loro interconnesse



New
Phytologist

New Phytologist (2004) **164**: 175–181

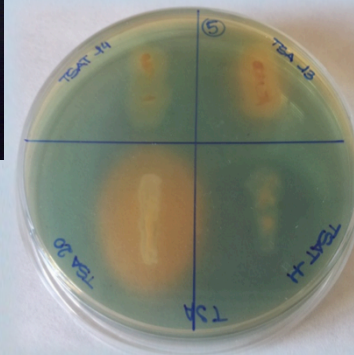
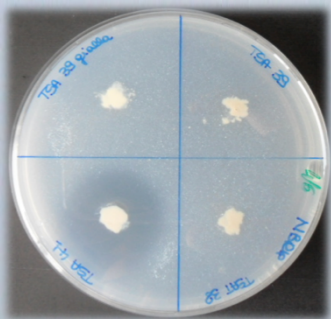
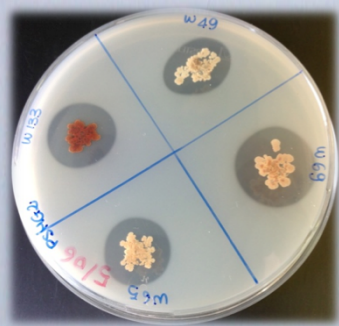
Research

Patterns of below-ground plant interconnections
established by means of arbuscular mycorrhizal networks

Manuela Giovannetti¹, Cristiana Sbrana^{2*}, Luciano Avio² and Patrizia Strani^{1,*}

La micorrizosfera è ricchissima di microrganismi benefici: P-solubilizing, PGPR, produttori di siderofori, di acido indolacetico, di antibiotici, chitinolitici.

La caratterizzazione funzionale dei batteri associati a spore di AMF ha evidenziato la presenza di batteri fosfatolitici, azotofissatori, produttori di ormoni, siderofori, esopolisaccaridi e antibiotici



Multifunctionality and diversity of culturable bacterial communities strictly associated with spores of the plant beneficial symbiont *Rhizophagus intraradices*

Microbiological Research 183 (2016) 68–79

Fabio Battini, Caterina Cristani, Manuela Giovannetti, Monica Agnolucci *

Department of Agriculture, Food and Environment, University of Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italy

La simbiosi AM induce cambiamenti citologici e metabolici: proliferazione di plastidi, attivazione del ciclo di Krebs, aumento della produzione di acidi grassi, apocarotenoidi, aminoacidi come la tirosina, che, con la fenilalanina e il triptofano, è il principale precursore dei polifenoli (Peipp et al., 1997; Fester et al., 2001; Hans et al., 2004; Lohse et al., 2005).



Cambiamenti biochimici indotti dagli AMF che incrementano in contenuto in metaboliti secondari con proprietà salutistiche

enhanced total
antioxidant capacity

Allium cepa
bulbs

accumulation of
antioxidant compounds
and essential oils

Ocimum basilicum shoots,
Foeniculum vulgare seeds

enhanced content of
phytotherapeutic
compounds

Coleus forskohlii, *Echinacea*
purpurea, *Hypericum*
perforatum

carotenoid
accumulation

Triticum spp.,
Zea mays

anthocyanins
accumulation

Solanum spp.

Increase in glucose,
fructose, malate

Fragaria vesca

Contiene polifenoli e antiossidanti, inulina, acido clorogenico, luteolina. Ipocolesterolemico

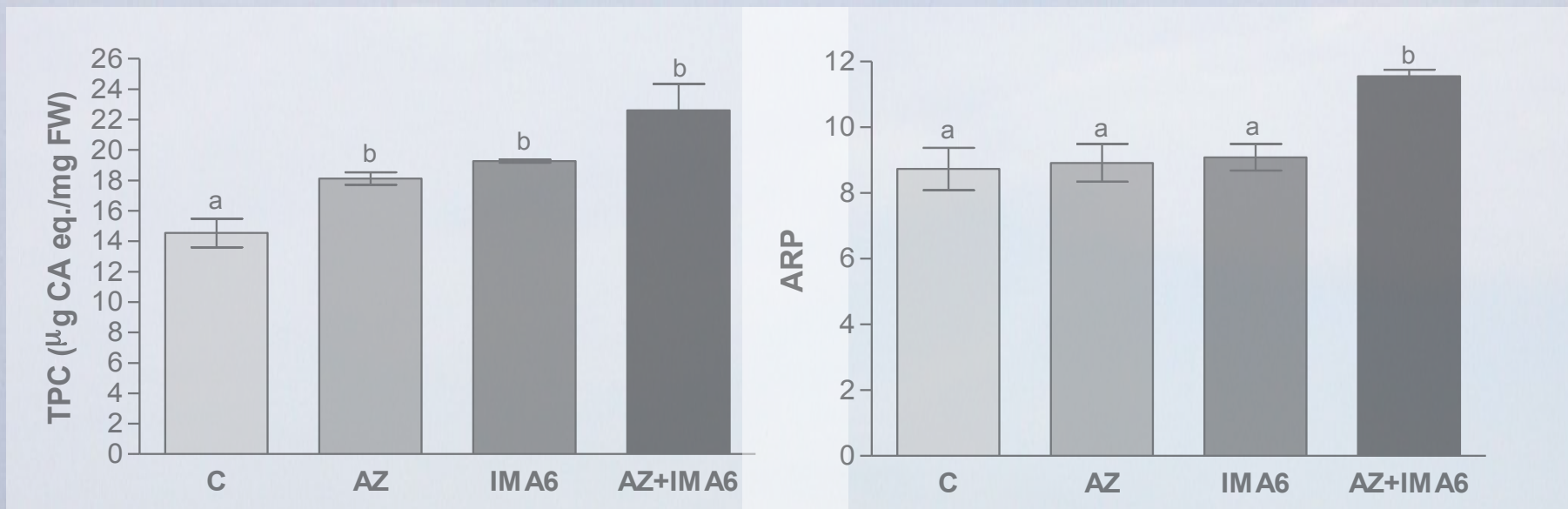
Globe artichoke as a functional food

**Nello Ceccarelli • Maurizio Curadi •
Piero Picciarelli • Luca Martelloni •
Cristiana Sbrana • Manuela Giovannetti**



Alto contenuto di polifenoli nella parte commestibile carciofo può proteggere da danno ossidativo mediato dai radicali liberi e interferire con processi molecolari che inducono la trasformazione tumorale (Miccadei et al, Nutr Cancer).

TPC (Total Phenolic Content) ($\mu\text{g CA mg FW}^{-1}$) and ARP (Antiradical Power) of artichoke main and secondary head extracts during the second year in open field.



Plant Soil
DOI 10.1007/s11104-010-0417-z

REGULAR ARTICLE

Mycorrhizal colonization impacts on phenolic content and antioxidant properties of artichoke leaves and flower heads two years after field transplant

Nello Ceccarelli • Maurizio Curadi •
Luca Martelloni • Cristiana Sbrana •
Piero Picciarelli • Manuela Giovannetti



Valore nutraceutico del cibo derivato da filiera micorrizata: attività nutraceutiche e potere antiestrogenico del pomodoro micorrizato.

POMODORI PRODOTTI DA PIANTE MICORRIZATE

CALCIO	+15%
POTASSIO	+18%
FOSFORO	+59%
ZINCO	+27%
LICOPENE	+18,5%



Nutraceutical value and safety of tomato fruits produced by
mycorrhizal plants

British Journal of Nutrition (2012), **107**, 242–251

M. Giovannetti^{1*}, L. Avio², R. Barale³, N. Ceccarelli¹, R. Cristofani⁴, A. Iezzi¹, F. Mignolli¹,
P. Picciarelli¹, B. Pinto⁴, D. Reali⁴, C. Sbrana² and R. Scarpato³

Fruit and Soil Quality of Organic and Conventional Strawberry Agroecosystems. Reganold et al., 2010



PLOS one

September 2010 | Volume 5 | Issue 9 | e12346

Organic strawberries had higher antioxidant activity and concentrations of ascorbic acid and phenolic compounds. The organically farmed soils had more total carbon and nitrogen, greater microbial biomass and activity, and higher concentrations of micronutrients. Organically farmed soils also exhibited greater N° of endemic genes and greater functional gene abundance and diversity for several biogeochemical processes, such as nitrogen fixation and pesticide degradation.

Frutti fragola organica

Acido ascorbico	+9.7%
-----------------	-------

Antocianine	+6.8%
-------------	-------

Suolo organico

MicC (% of total C)	+66%
---------------------	------

Micorrizzazione	+17%
-----------------	------

N° geni	+44%
---------	------

Geni N ₂ -fix	+36%
--------------------------	------



LA SFIDA DEL TERZO MILLENNIO *REALIZZARE AGROECOSISTEMI UTILIZZANDO TECNOLOGIE AD ALTA INTENSITA' DI CONOSCENZA*

Capire come le tecniche agronomiche, i microrganismi benefici e i processi ecologici del suolo influenzino la composizione e la qualità delle colture alimentari, e la concentrazione di molecole funzionali e ad alto valore salustistico.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

L'orto della salute

Il valore nutraceutico
di frutta e ortaggi



a cura di Manuela Giovannetti

Edizioni ETS



Manuela Giovannetti

Microbi domestici e addomesticati

Come l'uso consapevole
e inconsapevole dei microrganismi
ha cambiato la nostra vita



Edizioni ETS



K.G. Ramawat, J.M. Mérillon (eds.), *Natural Products*,
DOI 10.1007/978-3-642-22144-6_187, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Improvement of Nutraceutical Value of Food by Plant Symbionts

85

Manuela Giovannetti, Luciano Avio, and Cristiana Sbrana