



Paolo Sequi

Il suolo, il nodo  
degli equilibri ambientali

Roma, 13 maggio 2008



## Justus von Liebig

Darmstadt 1803 – Monaco di Baviera 1873

Autore di studi molto avanzati per l'epoca:

- in chimica organica: struttura formaldeide, alcuni composti organoclorurati, acidi, ammidi, ecc.
- nelle industrie agrarie: la possibilità di produrre e conservare le sostanze alimentari (estratti di carne)



## Justus von Liebig

Darmstadt 1803 – Monaco di Baviera 1873

Autore di studi molto avanzati per l'epoca:

- in chimica organica: (struttura formaldeide, alcuni composti organoclorurati, acidi, ammidi, ecc.)
- nelle industrie agrarie: la possibilità di produrre e conservare le sostanze alimentari (farine di carne)

La scoperta: le piante si nutrono di elementi chimici



## Justus von Liebig

Darmstadt 1803 – Monaco di Baviera 1873

La scoperta: le piante si nutrono di elementi chimici

Thomas Robert Malthus, 1766-1834

La prima edizione del Saggio sul principio della popolazione è del 1798



## Justus von Liebig

Darmstadt 1803 – Monaco di Baviera 1873

La scoperta: le piante si nutrono di elementi chimici

**PRI MA RI VOLUZIONE I N AGRI COLTURA:  
L'USO DEI CONCIMI PER NUTRI RE LE PIANTE**



## Justus von Liebig

Darmstadt 1803 – Monaco di Baviera 1873

Le profezie:

- lo sviluppo delle industrie agroalimentari;
- l'obbligo dell'adozione di tecnologie di riciclo e recupero in tutte le attività dell'uomo.



## LE SCOPERTE DI:

Justus von Liebig (Darmstadt 1803 – Monaco di Baviera 1873)

Le piante si nutrono di elementi chimici

Padre Eugenio Barsanti (Pietrasanta, 1821 – Liegi, 1864)

Felice Matteucci (Lucca, 1808 – 1887)

Un combustibile può produrre movimento

Gregor Mendel (Heinzendorf, Slesia, 1822 – Bruna, Moravia, 1884)

I caratteri sono ereditari



# LE TRE RIVOLUZIONI IN AGRICOLTURA

LE SCOPERTE DI:

- ❖ Justus von Liebig (1803–1873)

Le piante si nutrono di elementi chimici

## CHIMICA

- ❖ P. Eugenio Barsanti (1821–1864), Felice Matteucci (1808–1887)

Si può sfruttare lo scoppio di un combustibile in ambiente confinato per produrre movimento

## MECCANIZZAZIONE

- ❖ Gregor Mendel (1822–1884)

I caratteri sono ereditari: si trasmettono dai genitori ai figli

## MIGLIORAMENTO GENETICO



## Evoluzione dell'agricoltura moderna - è in funzione di:

dal 1850

chimica

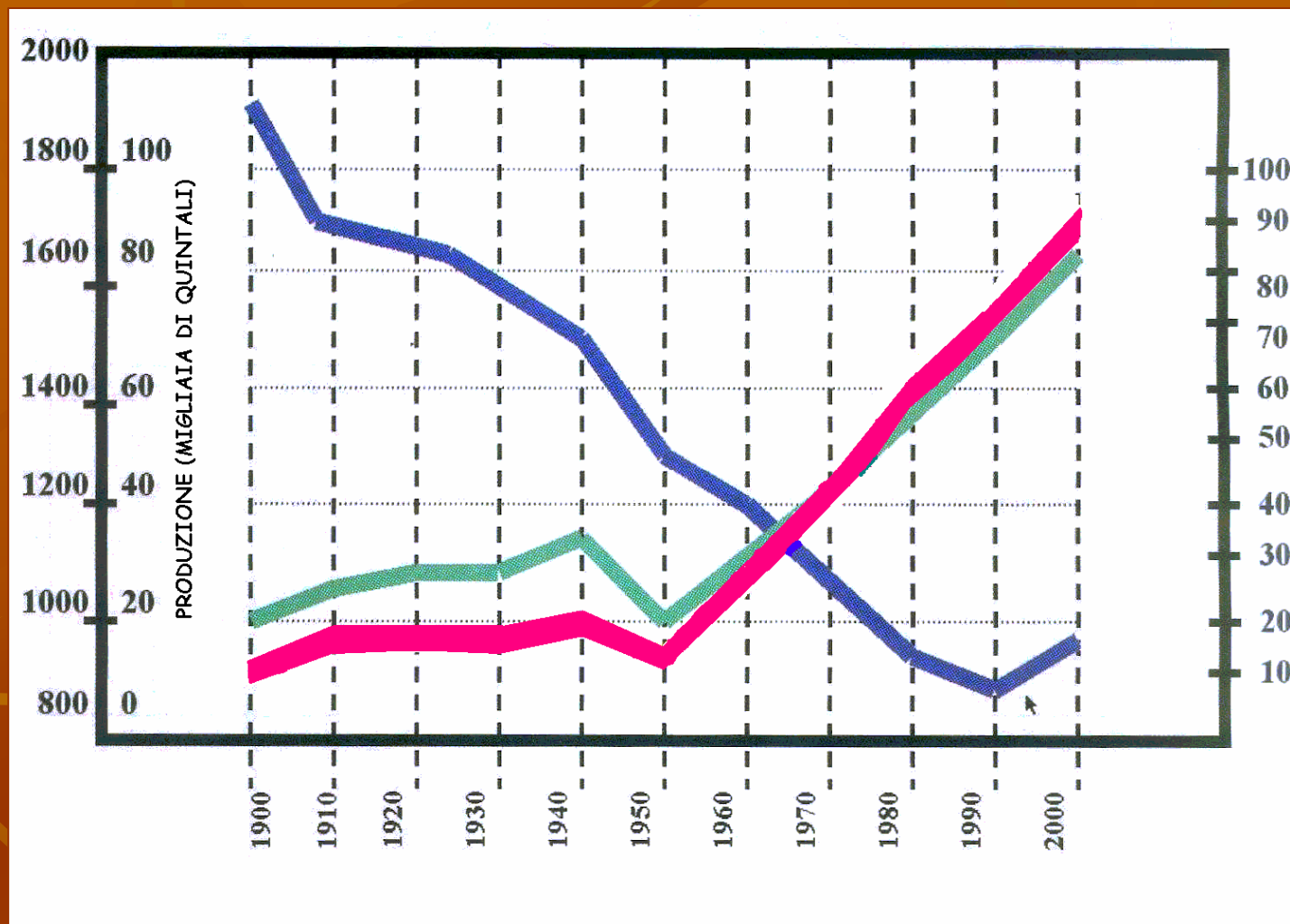
dal 1900

anche meccanizzazione

dal 1950

anche genetica

(circa)

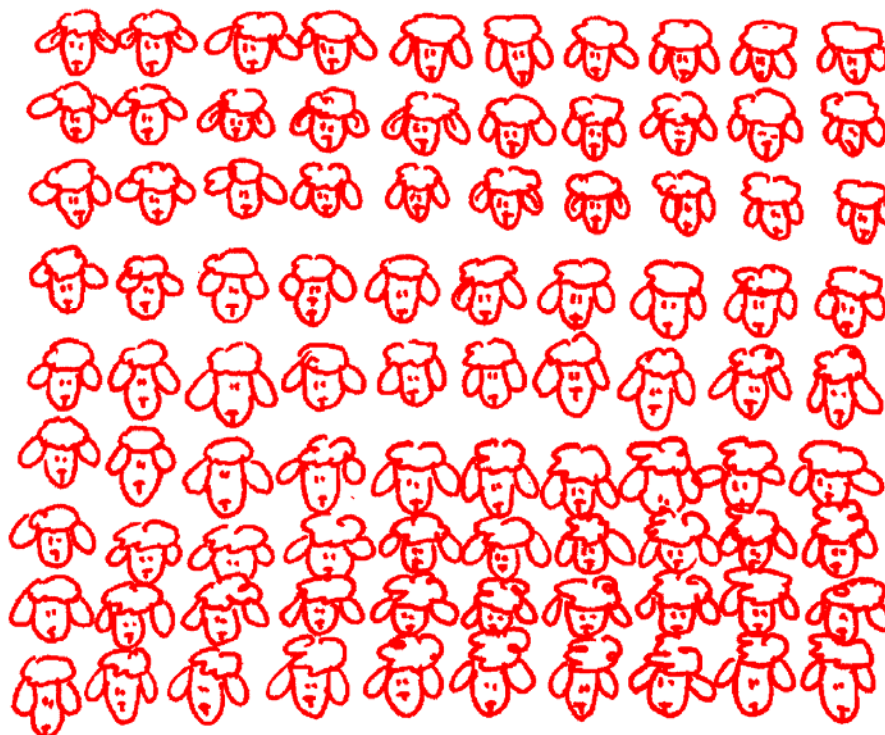


Superficie investita a mais e produzione totale e per unità di superficie in Italia dal 1900 al 2000. *Da Casati e Maggiore (2001).*



{ BATTERI E FUNGHI  
ATTINOMICETI  
ALGHE  
MICRO E MESOFAUNA  
→ UOMO

500 - 5000 Kg ha<sup>-1</sup>  
500 - 3000 Kg ha<sup>-1</sup>  
50 - 500 Kg ha<sup>-1</sup>  
500 - 2000 Kg ha<sup>-1</sup>  
100 Kg ha<sup>-1</sup>





**CATTURA  
DELL'ENERGIA  
SOLARE**

UOMO 0,25

ANIMALI SUPERIORI 0,7

**RISERVA  
IMMEDIATA DI  
CARBONIO PER  
LA FOTOSINTESI**

**CONSERVAZIONE  
DELL'ENERGIA**

**UTILIZZAZIONE E  
TRASFORMAZIONE  
DI RESIDUI E  
RIFIUTI**

(1) produzione primaria di 25-100 q (jenkinson)

(2) valori da 170 (savana umida) a 770 (Rothamsted) secondo jenkinson

(3) quantità teorica nell'atmosfera sovrastante l'ettaro, considero da 7.10 t quella su tutto il pianeta



Ciclo del carbonio all'equilibrio



# Sostenibilità

Comporta tre requisiti simultanei:

- 1 - la sostenibilità delle risorse
- 2 - la sostenibilità della salute
- 3 - la sostenibilità economica



# Sostenibilità

- 1 - La sostenibilità delle risorse  
= *la produttività deve essere garantita su una base permanente*  
= *non deve comportare la perdita di materiali o energia non rinnovabili*
- 2 - **Sostenibilità della salute**
- 3 - **Sostenibilità economica**



# Sostenibilità

- 1 - Sostenibilità delle risorse
- 2 - **Sostenibilità della salute**  
*devono essere garantite condizioni adeguate:*
  - di sicurezza per l'operatore
  - igienico-sanitarie per l'utilizzatore
- 3 - Sostenibilità economica



# Sostenibilità

- 1 - Sostenibilità delle risorse
- 2 - Sostenibilità della salute
- 3 - Sostenibilità economica

L'attività deve garantire un reddito agli operatori =  
l'operatore deve poter contare su produzioni economicamente convenienti



# Sostenibilità

- 1 - Sostenibilità delle risorse
- 2 - **Sostenibilità della salute**
- 3 - Sostenibilità economica

L'attività deve garantire un reddito agli operatori

- senza distorsioni economiche per la società (sussidi e agevolazioni particolarmente pesanti);
- senza frodi nei confronti dell'utilizzatore.



# AGRI COLTURA MULTIFUNZIONALE

1. Chiusura dei cicli degli elementi nutritivi
2. Riequilibrio del bilancio del carbonio (anche nell'atmosfera)
3. Difesa del territorio



## P DEIEZIONI

0,6 Kg P/ abitante · anno  
(1,2 – 1,4 Kg  $P_2O_5$  /abitante · anno)

= 80.000 t  $P_2O_5$  / anno Italia  
(160 – 200 t  $P_2O_5$  / anno Italia)

= 4 milioni di quintali di perfosfato 19%



## P DEIEZIONI ANIMALI

4 - 500.000 t  $P_2O_5$  / anno in Italia

16 - 20 milioni di quintali di perfosfato 19%



# AGRICOLTURA MULTIFUNZIONALE

## 1. Chiusura dei cicli degli elementi nutritivi

USO DI FERTILIZZAZIONE DA RIFIUTI

SOSTENIBILITA' DELLE RISORSE:

*evita l'impiego di risorse non rinnovabili*

*evita dispendi energetici*

SOSTENIBILITA' DELLA SALUTE

*evita ai rifiuti una destinazione impropria*

SOSTENIBILITA' ECONOMICA

*basso costi, vantaggio per gli agricoltori*

*necessità obbligata per la comunità civile*



# AGRI COLTURA MULTIFUNZIONALE

1. Chiusura dei cicli degli elementi nutritivi
2. Riequilibrio del bilancio del carbonio (anche nell'atmosfera)
3. Difesa del territorio



## COLTURE ENERGETICHE

Aspetti negativi - Quanta energia serve per la loro produzione?

Lavorazioni

Operazioni meccaniche

Fertilizzanti

Fitofarmaci

Erbicidi

Aspetti positivi - Quanta energia si può ricavare dal loro utilizzo?

Pianta completa

Prodotto ottenuto (es. bioetanolo)

Residuo



## COLTURE ENERGETICHE

Aspetti negativi - Quanta energia serve per la loro produzione?

Lavorazioni

Operazioni meccaniche

Fertilizzanti

Fitofarmaci

Erbicidi

Aspetti positivi - Quanta energia si può ricavare dal loro utilizzo?

Pianta completa

Prodotto particolare (bioetanolo, ETBE)

Residuo

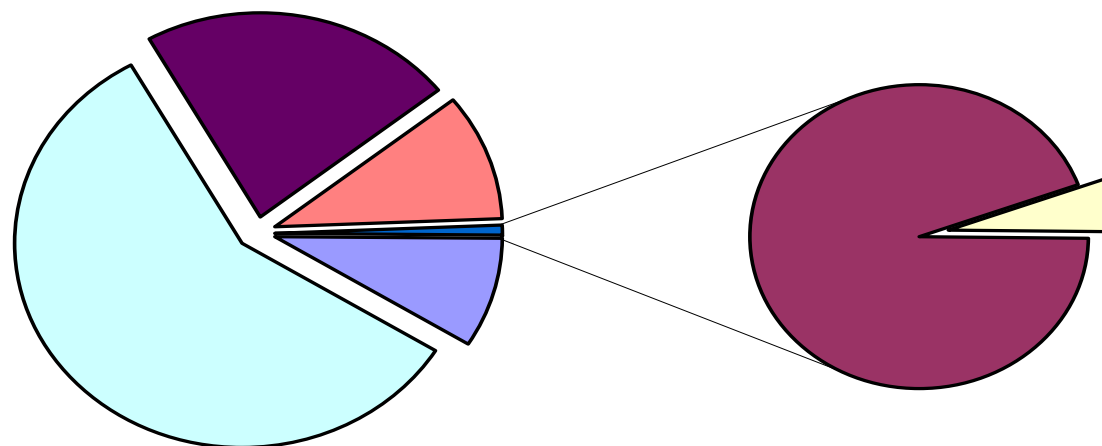
E' UN BILANCIO ANCORA MONCO SE NON SI  
CONSIDERA IL SUOLO



# RI SERVE DI CARBONIO ORGANICO SULLA TERRA

## Carbonio

(Pg=Peta-grammi=  $10^{15}$  g= miliardi di tonnellate)



- Piante
- Organismi del suolo
- Animali (uomo compreso)
- Fossili
- Sostanza organica del terreno
- Atmosfera



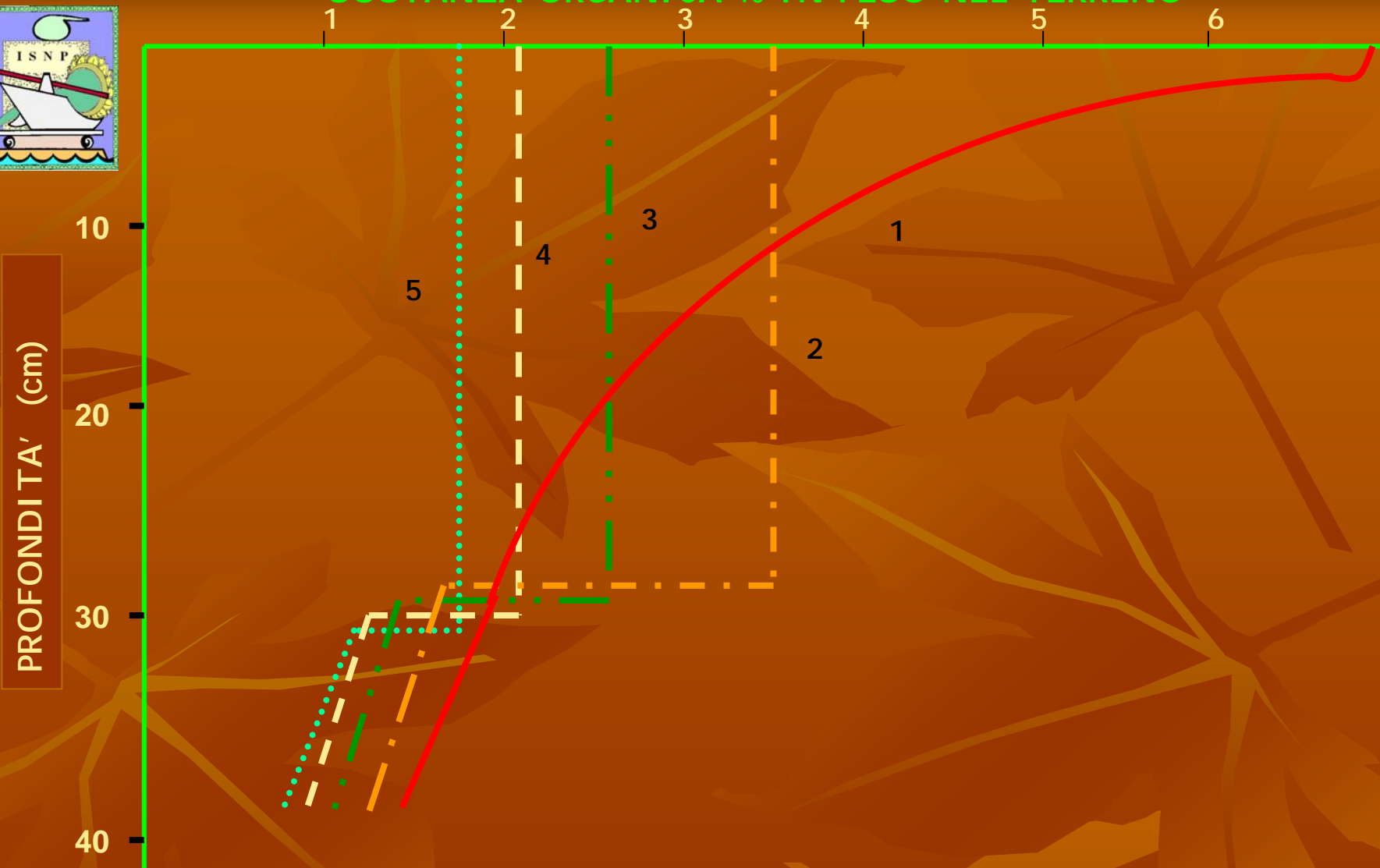
## Distribuzione del carbonio sulle terre emerse

Riserva	C (Pg)
Piante	600
Organismi viventi del suolo	50
Uomini ed animali	3
Fossili	4.000
Sostanza organica del suolo	1.550
Atmosfera	700

Pg =  $10^{15}$  g, ossia 1 miliardo di tonnellate



## SOSTANZA ORGANICA % IN PESO NEL TERRENO



Variazione del contenuto in sostanza organica con la lavorazione del terreno. Così si può presentare, tipicamente, la situazione in un terreno a prato-pascolo che venga investito a mais: 1, situazione preesistente; 2, dopo la prima lavorazione; 3, dopo cinque anni di lavorazione; 4, dopo dieci anni di lavorazione; 5, dopo quindici anni di lavorazione (da Sequi, 1979)



1 ha =  $5 \times 10^6$  Kg di suolo

SAU in Italia =  $15 \times 10^6$  ha

se nel suolo il C varia dello 0,1%  
( $5 \times 10^3$  Kg di C, ossia  $18,3 \times 10^3$  Kg di  $\text{CO}_2$ )

la variazione calcolata a livello nazionale diviene  
di

$275 \times 10^9$  Kg (275.000 Gg)



Emissioni di CO<sub>2</sub> in Italia provocate  
dalla combustione dei fossili (dati 1998)

459.461 Gg

Riduzione del 6,5% pattuita a Marrakech  
(scenario al 2008 - 2012)

29.865 Gg

variazione di uno 0,1% di C nei suoli agricoli

275.000 Gg

# Fattori che regolano la velocità di degradazione dei residui organici nel suolo

## Fattori

Consistenza fisica

Caratteristiche chimiche

Tipo di attacco microbico prevalente

Condizioni ambientali

## Esempi

Tessuti più o meno solidi e rigidi

Residui ricchi di sostanze resinose e acide

Sostanze fitotossiche prodotte dalle paglie

Condizioni ossidoriduttive

Influenza delle condizioni ossidoriduttive sui prodotti di degradazione dei residui organici

## Residuo organico

Aerobiosi

Anaerobiosi

CO<sub>2</sub> 60%

CO<sub>2</sub>  
20%

CH<sub>4</sub>  
5%

Cellule microbiche e  
prodotti di accumulo  
40%

Cellule microbiche  
5%

Intermedi organici  
70%





# AGRICOLTURA MULTIFUNZIONALE

1. Chiusura dei cicli degli elementi nutritivi
2. Riequilibrio del bilancio del carbonio (anche nell'atmosfera)
3. Difesa del territorio



## L'AGRI COLTURA

- ❖ ha strappato terre all'ambiente
  - al mare con le dighe
  - alla collina e alla montagna con le sistemazioni
- ❖ le ha difese, ma non solo assicurando il reticolo idrografico superficiale (14 processi di degradazione ambientale)
- ❖ ha instaurato rapporti corretti di convivenza delle colture con le condizioni pedoclimatiche



## IL CASTAGNO

pianta originaria dell'Asia minore, fornisce

- ❖ alimenti
- ❖ materiale da costruzione
- ❖ combustibile



## Il castagno, a fustaia

- ❖ non deve superare un'altezza incompatibile con il tipo di suolo



## Il castagno, a fustaia

- ❖ non deve superare un'altezza incompatibile con il tipo di suolo
- ❖ necessita di un suolo curato, che non si eroda



## Il castagno, a fustaia

- ❖ non deve superare un'altezza incompatibile con il tipo di suolo
- ❖ necessita di un suolo curato, che non si eroda
- ❖ necessità di un suolo pulito, senza competizioni radicali



## Il castagno, a fustaia

- ❖ non deve superare un'altezza incompatibile con il tipo di suolo
- ❖ necessita di un suolo curato, che non si eroda
- ❖ necessità di un suolo pulito, senza competizioni radicali
- ❖ uno dei peggiori nemici è l'edera



## Il castagno, a fustaia

- ❖ non deve superare un'altezza incompatibile con il tipo di suolo
- ❖ necessita di un suolo curato, che non si eroda
- ❖ necessità di un suolo pulito, senza competizioni radicali
- ❖ uno dei peggiori nemici è l'edera

Versilia, 19 giugno 1996



## Il castagno, a ceppaia

❖ per definizione dovrebbe essere curato



## Il castagno, a ceppaia

- ❖ per definizione dovrebbe essere curato
- ❖ la ceppaia non può superare determinate dimensioni su suoli potenzialmente viscidi



## Il castagno, a ceppaia

- ❖ per definizione dovrebbe essere curato
- ❖ la ceppaia non può superare determinate dimensioni su suoli potenzialmente viscidi

Sarno, 5 maggio 1998



## L'agricoltore moderno

- ❖ è obbligato a garantire la conservazione della salute
- ❖ per garantirsi un reddito deve assicurare una multifunzionalità della sua attività
- ❖ la multifunzionalità rappresenta ormai forse l'unica via per la conservazione delle risorse
- ❖ la multifunzionalità esige professionalità moderna non più assicurata da una tradizione rurale che purtroppo è al tramonto



La conoscenza del suolo, oggi, è snobbata. Ed il suolo è il nodo degli equilibri ambientali.

Le classificazioni del suolo più usate nel mondo sono quella della FAO e ancor più quella dell'USDA

Speriamo nell'Europa? Trasferiremo ai paesi in via di sviluppo competenze ambientali non scollegate dal suolo?



Perfino in Italia, oggi,  
il suolo si studia quasi solo  
nelle scienze agrarie



In un paese in via di sviluppo  
è ancora più importante che l'esodo  
dell'uomo dalla pratica  
dell'agricoltura  
non si trasformi in un esodo  
dell'uomo dall'ambiente che lo  
circonda



Il controllo dei flussi di carbonio rappresenta la cerniera essenziale di ogni pratica di agricoltura sostenibile



L' agricoltura sostenibile è la  
chiave di volta di una civiltà  
sostenibile



(BATTERI E FUNGHI	500 - 5000 Kg ha <sup>-1</sup>
ATTINOMICETI	500 - 3000 Kg ha <sup>-1</sup>
ALGHE	50 - 500 Kg ha <sup>-1</sup>
MICRO E MESOFAUNA	500 - 2000 Kg ha <sup>-1</sup>
→ UOMO	100 Kg ha <sup>-1</sup>



GRAZIE  
DELL'ATTENZIONE

E ARRIVEDERCI