

---

# Vantaggi agronomici dell'avvicendamento rispetto alla monosuccessione

---

## **fertilità fisica:**

- effetto residuo lavorazioni del terreno (diverse per modalità ed epoca)
- effetto sulla stabilità degli aggregati dell'apporto diversificato di S.O.

## **fertilità chimica:**

- diversa composizione dei residui e più equilibrata umificazione
- più equilibrato depauperamento (o arricchimento) elementi nutritivi (N)
- effetto positivo della S.O. sulla dotazione elementi nutritivi e pH
- minor rischio di accumulo sostanze tossiche (es. erbicidi ) e lisciviazione N

## **fertilità biologica:**

- contenimento e variazione carica semi infestanti (colture rinettanti, sfasamento cicli colturali, lavorazioni diverse, ecc.)
- minore specializzazione infestanti, patogeni e parassiti

## Vantaggi economico-organizzativi dell' avvicendamento rispetto alla monosuccessione

- migliore distribuzione dell' impiego di m.o. e macchine nel corso dell' anno
- differenziazione delle produzioni aziendali rispetto al mercato (minori rischi produttivi per eventuali decorsi stagionali negativi o altre avversità)
- più equilibrata distribuzione dei costi di produzione e dei ricavi aziendali nel corso dell' anno (minore anticipazione di capitale)

## Vantaggi economico-organizzativi della monosuccessione/omosuccessione

- consente lo sfruttamento “economico” del terreno con la coltura più “**vocata**” per l' ambiente agro-pedo-climatico considerato;
- riduce le spese per la meccanizzazione a livello aziendale;
- consente una maggiore specializzazione degli operatori impiegati in azienda





# Risks and opportunities of increasing yields in organic farming. A review

Ein Rööös<sup>1</sup>  & Axel Mie<sup>2</sup> & Maria Wivstad<sup>3</sup> & Eva Salomon<sup>4</sup> & Birgitta Johansson<sup>5</sup> & Stefan Gunnarsson<sup>5</sup> & Anna Wallenbeck<sup>5,6</sup> & Ruben Hoffmann<sup>7</sup> & Ulf Nilsson<sup>8</sup> & Cecilia Sundberg<sup>9</sup> & Christine A. Watson<sup>10,11</sup>

Accepted: 5 February 2018

# The Author(s) 2018. This article is an open access publication

## Abstract

Current organic agriculture performs well in several sustainability domains, like animal welfare, farm profitability and low pesticide use, but yields are commonly lower than in conventional farming. There is now a re-vitalized interest in increasing yields in organic agriculture to provide more organic food for a growing, more affluent population and reduce negative impacts per unit produced. However, past yield increases have been accompanied by several negative side-effects. Here, we review risks and opportunities related to a broad range of sustainability domains associated with increasing yields in organic agriculture in the Northern European context. We identify increased N input, weed, disease and pest control, improved livestock feeding, breeding for higher yields and reduced losses as the main measures for yield increases. We review the implications of their implementation for biodiversity, greenhouse gas emissions, nutrient losses, soil fertility, animal health and welfare, human nutrition and health and farm profitability. Our findings from this first-of-its-kind integrated analysis reveal which strategies for increasing yields are unlikely to produce negative side-effects and therefore should be a high priority, and which strategies need to be implemented with great attention to trade-offs. For example, increased N inputs in cropping carry many risks and few opportunities, whereas there are many risk-free opportunities for improved pest control through the management of ecosystem services. For most yield increasing strategies, both risks and opportunities arise, and the actual effect depends on management including active mitigation of side-effects. Our review shows that, to be a driving force for increased food system sustainability, organic agriculture may need to reconsider certain fundamental principles. Novel plant nutrient sources, including increased nutrient recycling in society, and in some cases mineral nitrogen fertilisers from renewable sources, and truly alternative animal production systems may need to be developed and accepted.



---

The aim is to manage and increase production in a sustainable and resilient way that will maintain and improve the natural capital in the long term.

### Ma con quali strumenti epistemologici ?

**Agroecologia** - Scienza che aiuta a sviluppare sistemi agricoli quanto meno possibile legati a input esterni (energia, agrochimici, acqua) enfaticando la complessità dei sistemi e quindi le interazioni, le sinergie e i meccanismi di regolazione (→ servizi) che a livello di agroecosistema possono emergere tra i componenti del sistema al fine di mantenere una adeguata produttività e redditività dello stesso (Altieri e Rosset, 1995).

The basic and common principle of Agroecology is to enhance **the services provided by living organisms taking the optimal advantage of natural resources, especially those that are abundant and free** (e.g. solar radiation, atmospheric carbon and nitrogen, rainfall).



# Diversità ecologica, resilienza, sostenibilità

*Gestire la diversità a livello aziendale è una grande sfida che implica più impegno, più incertezze, più rischi per l'imprenditore agricolo e sottintende maggiori conoscenze.*

*In ultima analisi, comunque, conoscendo le basi teoriche del ruolo della diversità all'interno dell'agroecosistema, e volendo trarre vantaggio dalla complessità piuttosto che combattere per eliminarla, **l'aumento della diversità a livello aziendale è l'unica strategia che conduce alla sostenibilità** (Gliessman, 2015)*

In genere al termine Biodiversità si associa il concetto di numerosità di specie diverse che formano comunità all'interno di aree sufficientemente omogenee.

Ma negli ecosistemi gli elementi di diversità non sono rappresentati soltanto dalle specie ma anche dal loro arrangiamento spaziale, dalla loro capacità di svolgere funzioni diverse e di evolversi in tempi diversi →

Ecological diversity , Functional biodiversity

## **AGROECOLOGY & INTENSIFICAZIONE ECOLOGICA** (Etienne Hainzelin, 2014)

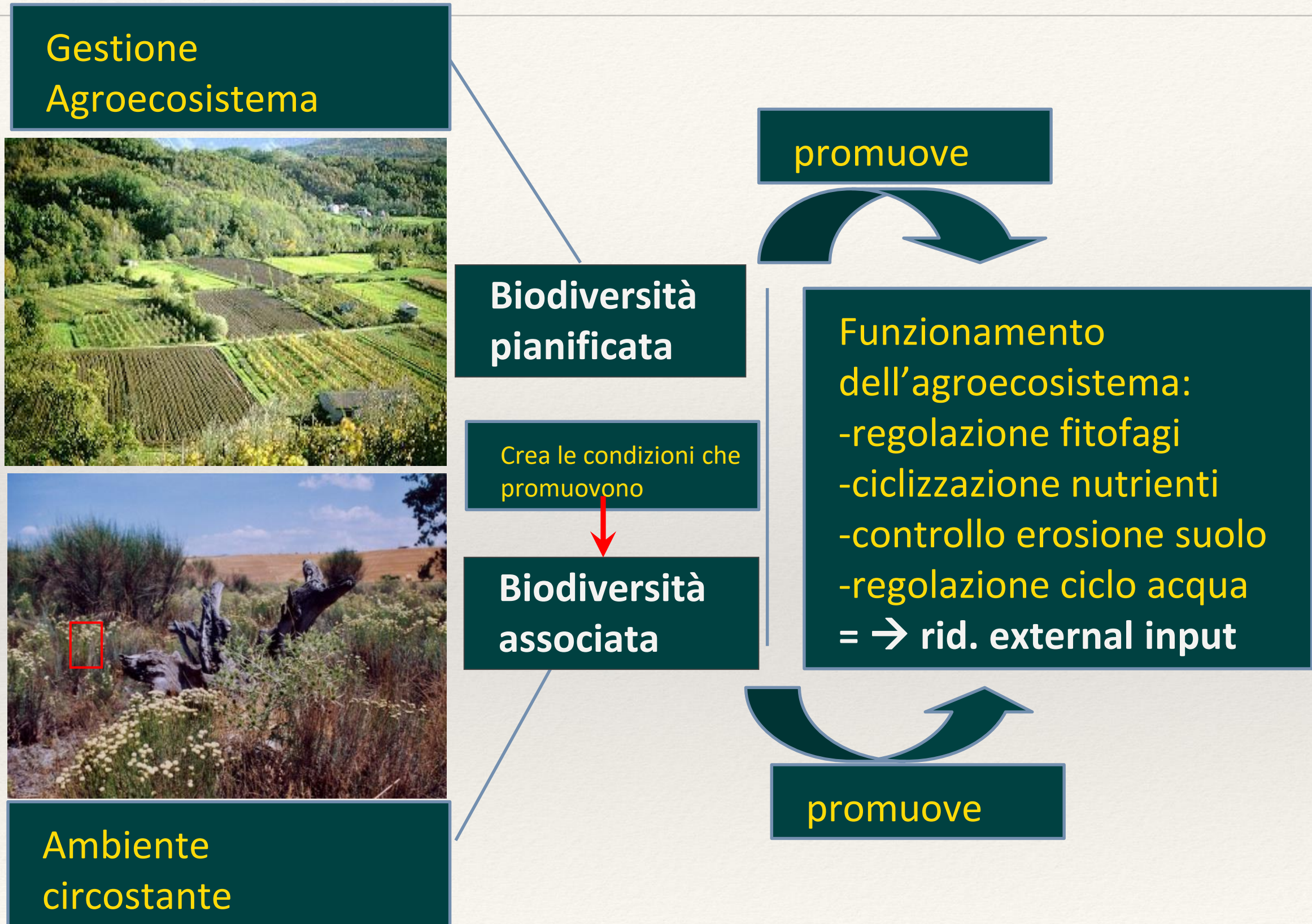
- 1 - Agroecology seeks to optimize functional biodiversity above-ground, at different scales over space and time, to intensify biological cycles for nutrients, water and energy** (Malézieux et al., 2009).  
The amplification of these cycles, each one of which is an ecosystem service, aims at **increasing biomass production** (ciclizzazione, solubilizzazione e traslocazione nutrienti, ecc.).
- 2 - Functional biodiversity is utilized also to limit the population of bio-aggressors like weeds, pests and soil-borne diseases that reduce the harvested crop biomass.** There are innumerable examples of the use of biological control, augmentation of pest predators and aggressors, allelopathic effects and stimulo-deterrent diversion techniques to control aggressors. Agroecology advocates building knowledge on how biological spatio-temporal stands and interactions, trophic chains and specific ecology, can enhance the fight against crop aggressors (Ratnadass et al., 2014).
- 3 - Agroecology manages functional biodiversity below-ground by amplifying biogeochemical cycles in the soil, recycling the nutrients from deep profiles and increasing microbial activities.** Agroecology does not exonerate the need to compensate nutrient exports, but as it provides a larger and more active soil space, and reduces nutrient losses, fertilizers are used in a more parsimonious way. (ciclizzazione, solubilizzazione e traslocazione nutrienti, ecc.)

[Because it is dealing with ecosystem services that are often mobilized at scales larger than plots, Agroecology has long been working on innovations at higher scales – farms, landscapes, watershed basins, value chains and ultimately, food systems.



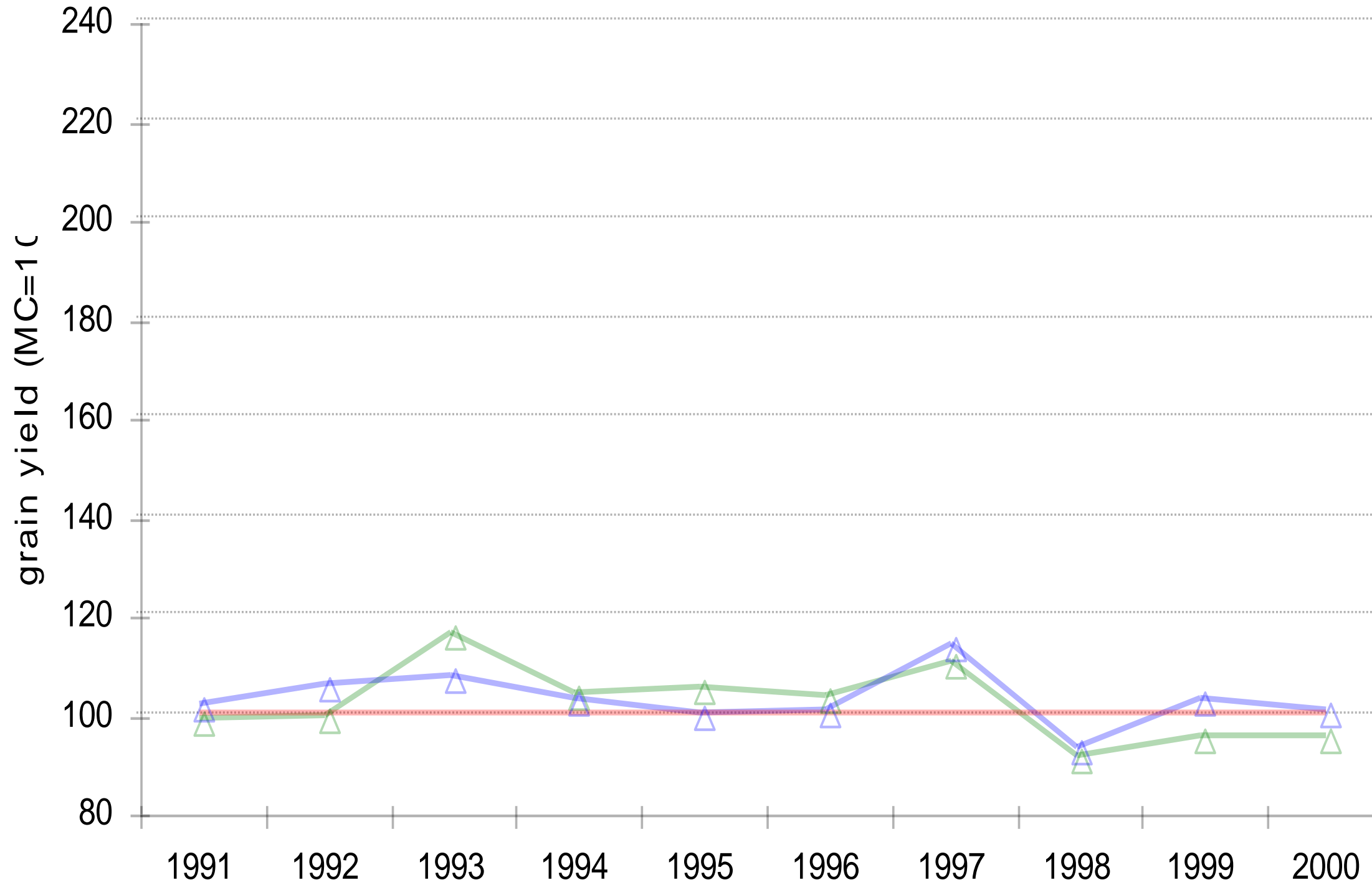
# Le componenti della biodiversità

(Vazzana; Vandermeer et al., 1998)



# Better efficiency in agro-ecosystem resources utilization

## N300



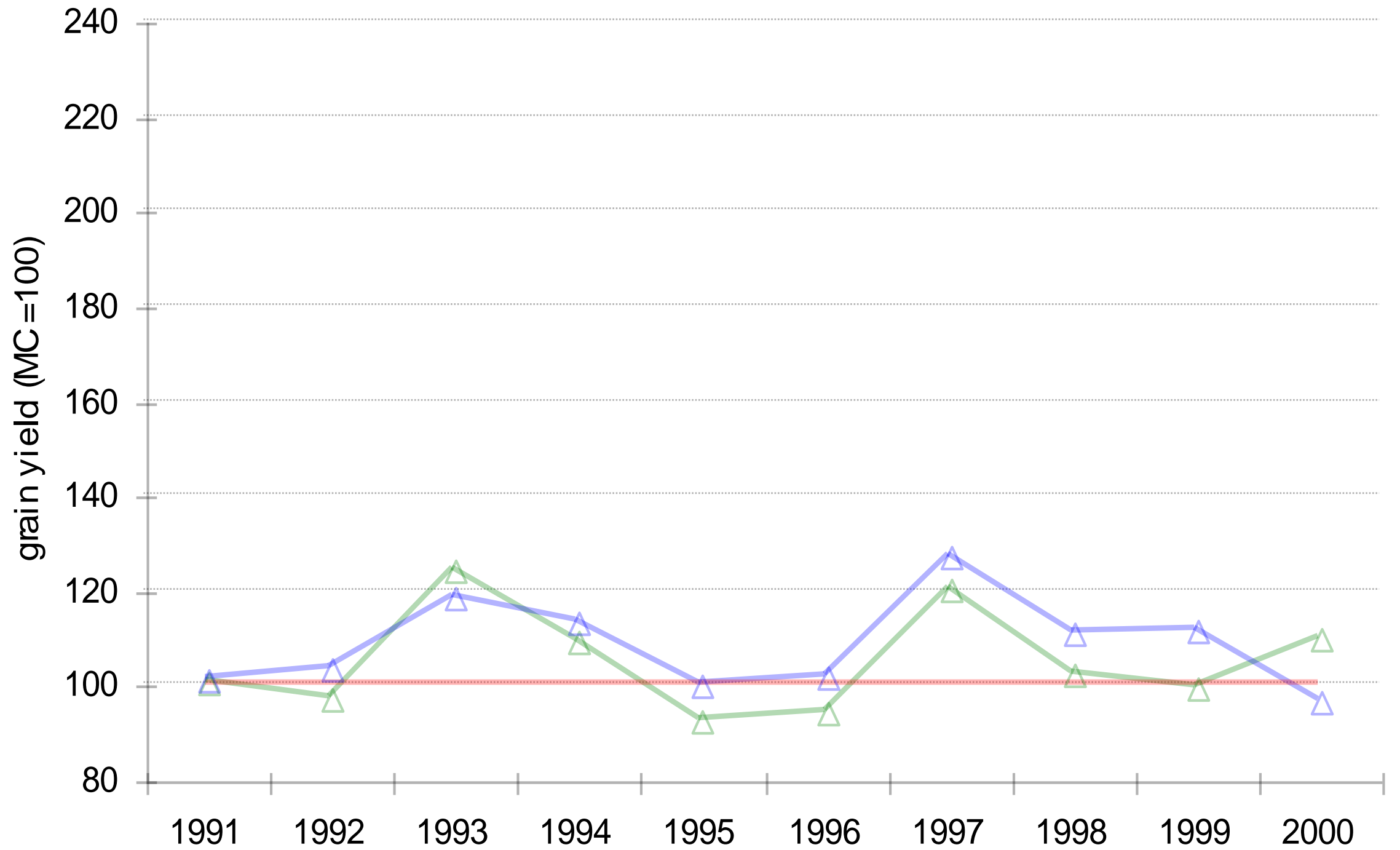
—△— Maize following Durum wheat

—△— Maize following Soybean

— Maize continuous crop



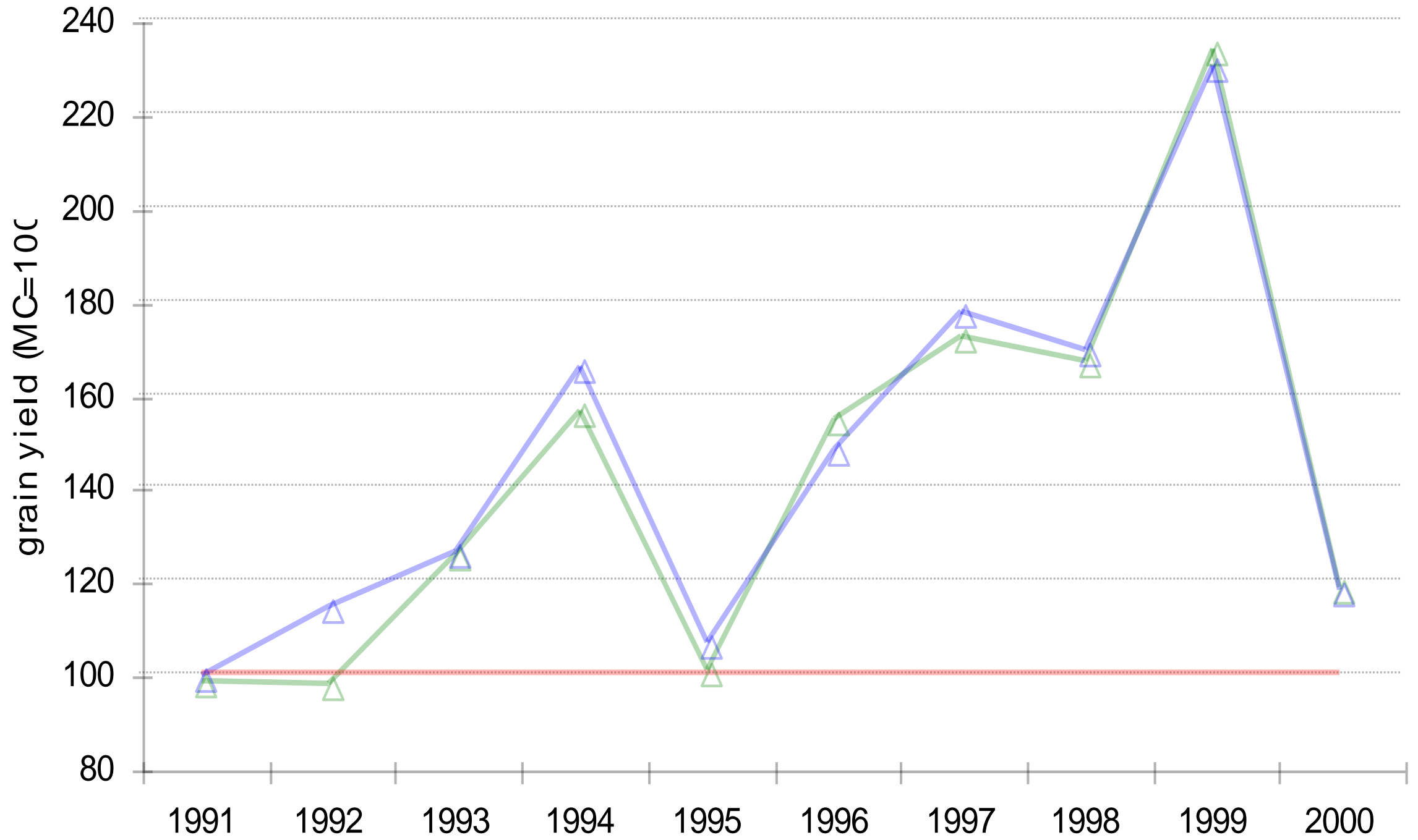
# N200



—△— Mayze following Durum wheat    —△— Mayze following Soybean    — Mayze continuous crop



# NO

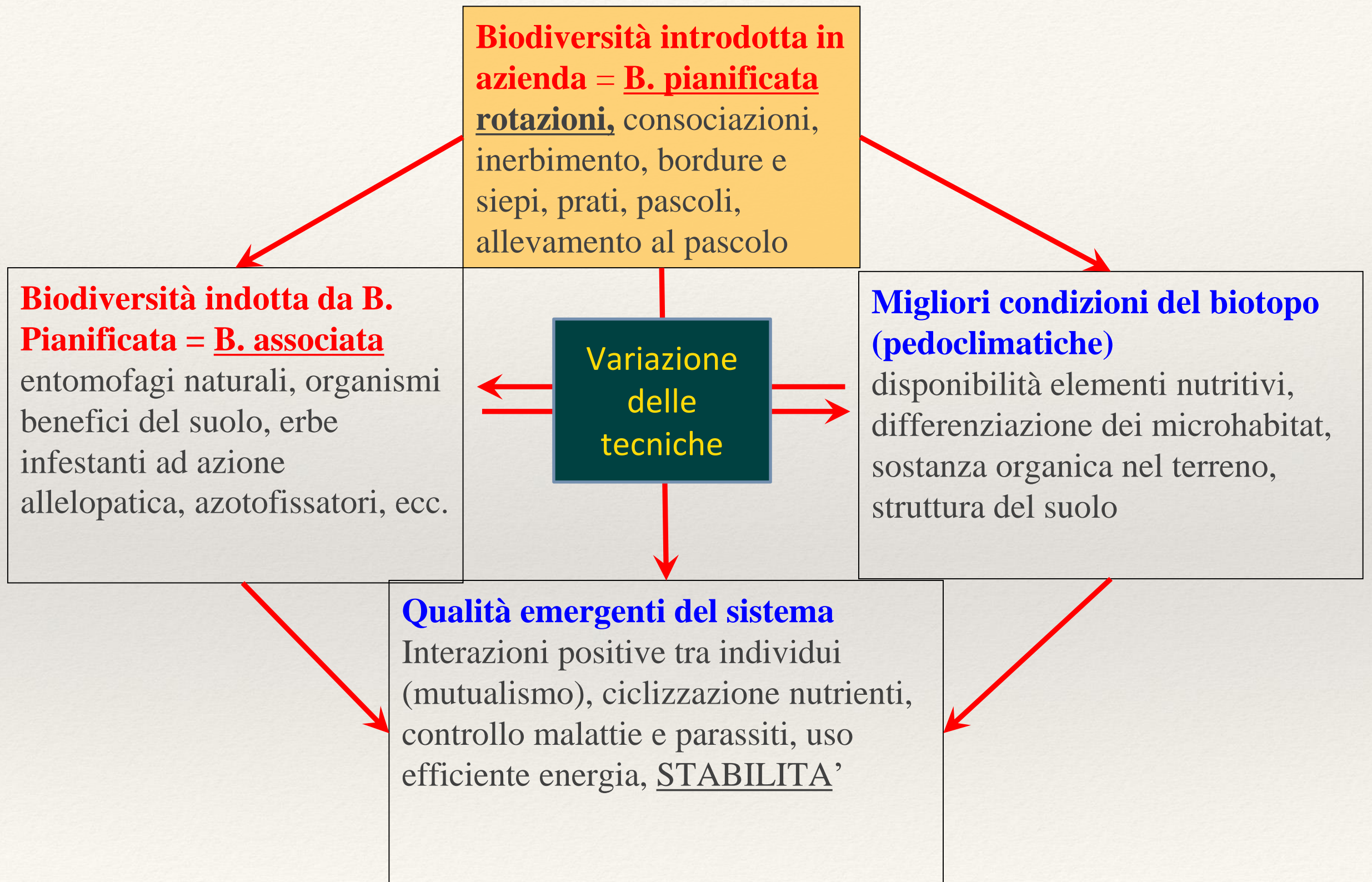


—△— Maize following Durum wheat    —△— Maize following Soybean    — Maize continuous crop



# Biodiversità nei sistemi complessi

(modificato da Gliessman, 2015 e Vazzana, 2014)





# Sistemi di gestione favorevoli all'incremento della diversità ecologica all'interno dell'Agroecosistema

Method	Dimensions of Ecological Diversity Affected							
	Species	Genetic	Vertical	Horizontal	Structural	Functional	Temporal	
Intercropping	•	0	•	•	•	•	0	5
Strip cropping	•	0	0	•	0	0	0	
Hedgerows and buffers	•	0	•	•	0	0	•	4
Covercropping	•	0	•	•	•	•	0	5
Rotations	0	0			0	0	•	
Fallows	0	0			0	0	•	
Minimum tillage	•	0			0	•	0	
High inputs of organic matter	•	0			0	•		
Reduction of chemical use	0	0			0	•		
Integration of livestock	•	0		0	0	•	0	

- direct or primary effect
  - 0 indirect, secondary, or potential effect
- Empty cells denote little or no effect

*(Gliessman, 2015)*



## **Criteri per programmare una successione colturale**

- **scelta delle specie** - adatte all' indirizzo produttivo dell'azienda e all'ambiente di coltivazione da effettuarsi sulla base di: (i) analisi agronomica (potenzialità produttive in rapporto ad eventuali fattori limitanti superabili e non); (ii) analisi economica (reddito lordo delle colture delle colture in rapporto alla struttura aziendale ed ai prezzi di vendita attuali e potenziali)

- **durata dell'avvicendamento** - non esistono al riguardo indirizzi precisi anche se secondo Vereijken (1994) essa dovrebbe essere di almeno 6 anni (4 anni per i sistemi agricoli integrati)

- **organizzazione della successione** - in base:

- (i) agli effetti prodotti dalla specie considerata su quella direttamente in successione in termini di disponibilità di nutrienti, riduzione della flora infestante potenziale, epoca di raccolta e quindi di lavorazione del terreno per la coltura in successione, ecc.; (sopra e nel suolo)
- (ii) alla capacità di copertura del terreno durante l'anno con particolare riferimento ai periodi autunnali e invernali;
- (iii) alla capacità di strutturazione del terreno connessa alla conformazione dell'apparato radicale ed all'epoca di raccolta;
- (iv) alla frequenza delle lavorazioni principali all'interno dell'intero avvicendamento;
- (v) alla capacità di conservazione del contenuto in sostanza organica del terreno;
- (vi) all'influenza esercitata sul ciclo biogeochimico dell'azoto

**- verifica della rispondenza degli avvicendamenti ipotizzati**  
(comprese le agrotecniche ad essi collegate)

**BILANCIO DELLA S.O. IN UNA AZIENDA ZOOTECNICA (ha 24, 24 UBA)**

	apporti (q/ha/anno)	ha- UBA	S.S. (%)	K <sub>1</sub>	S.O. q/ha	S.O.
medica (radici + foglie) (9 ha per 3 anni)	50.0	9.0	100.0	0.20	10.0	90.0
a frumento d. (paglie raccolte --> radici + stoppie)	31.0	3.0	100.0	0.15	4.7	14.0
b girasole (radici + foglie + stocchi)	50.1	3.0	100.0	0.20	10.0	30.0
d avena (paglie raccolte --> radici + stoppie)	15.5	3.0	100.0	0.15	2.3	7.0
e favino da granella (residui + radici)	35.0	3.0	100.0	0.25	8.8	26.2
c orzo (paglie raccolte --> radici + stoppie)	21.7	3.0	100.0	0.15	3.3	9.8
UBA (n°) (produzione letame/capo)	60.0	24.0	20.0	0.35	4.2	100.8
<b><u>apporti di S.O. nell'azienda (q di humus/anno)</u></b>						<b>277.8</b>

Esempio su terreno medio impasto

densità apparente	1.300
tasso S.O. 1.5%	0.015
K <sub>2</sub> 2.0%	0.020
peso terreno (q/ha)	39000
peso S.O. (q/ha)	585
perdita S.O. (q/ha/anno)	11.7

**perdite S.O. nell'azienda (q di humus/anno)**

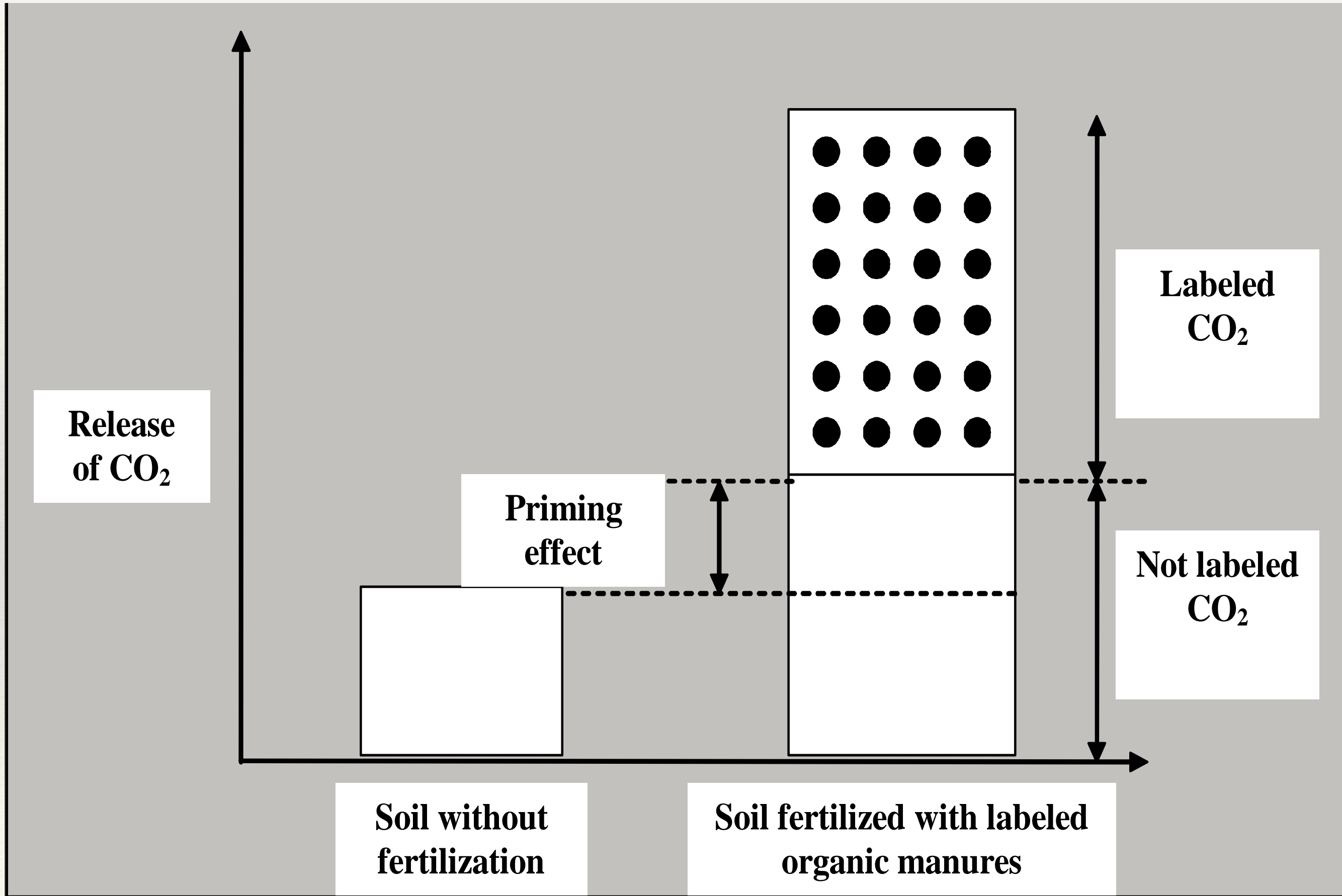
**280.8**

**DIFFERENZA APPORTI - PERDITE**

**-3.0**



# “Priming Effect”



**BILANCIO DELLA S.O. IN UNA AZIENDA ZOOTECNICA (ha 24, 24 UBA)**

con 2 sovesci nell'avvicendamento ottennale

	apporti (q/ha)	ha UBA	S.S. (%)	K <sub>1</sub>	S.O. q/ha	S.O.
medica (radici + foglie) (9 ha per 3 anni)	50.0	9.0	100.0	0.20	10.0	90.0
a frumento d. (paglie raccolte --> radici + stoppie)	31.0	3.0	100.0	0.15	4.7	14.0
sovescio di trifoglio traseminato	40.0	3.0	100.0	0.25	10.0	30.0
b girasole (radici + foglie + stocchi)	50.1	3.0	100.0	0.20	10.0	30.0
d avena (paglie raccolte --> radici + stoppie)	15.5	3.0	100.0	0.15	2.3	7.0
sovescio di trifoglio traseminato	40.0	3.0	100.0	0.25	10.0	30.0
e favino da granella (residui + radici)	35.0	3.0	100.0	0.25	8.8	26.3
c orzo (paglie raccolte --> radici + stoppie)	21.7	3.0	100.0	0.15	3.3	9.7
UBA (n°) (produzione letame/capo)	60.0	24.0	20.0	0.35	4.2	100.8
<b><u>apporti di S.O. nell'azienda (q di humus/anno)</u></b>						<b>337.8</b>

Esempio su terreno medio impasto

densità apparente	1.300	
tasso S.O. 1.5%	0.015	
K <sub>2</sub> 2.0%	0.020	
peso terreno (q/ha)	39000	
peso S.O. (q/ha)	585	
perdita S.O. (q/ha/anno)	11.7	
<b><u>perdite di S.O. nell'azienda (q di humus/anno)</u></b>		<b>280.8</b>
<b><u>DIFFERENZA APPORTI - PERDITE</u></b>		<b>57.0</b>



## MCR method (Vereijken, 1994 et 1995; Vazzana et al., 1997)

**Copertura (0) + Struttura (>1) (rad.+compat.) + Necessità N (<1) (assorbim.- rilasci)**

	specie	gruppo	VALUTAZIONE ASPETTI FISICI				VALUTAZIONE ASPETTO CHIMICO		
			cop.(1)	rad.(2)	comp.(3)	stru.(4)	ass.(5)	tras. (6)	neces. (7)
(1)	copertura del terreno	-4	assenza di copertura in autunno o in inverno						
		-2	assenza di copertura in primavera o in estate						
		0	in tutti gli altri casi compreso i sovesci						
(2)	radicazione	3	foraggere						
		2	cereali e tutti gli altri casi						
		1	colture da radice, tubero e bulbo						
(3)	compattazione	-2	raccolta in estate di specie da radice, tuberi e bulbo						
		-4	raccolta in autunno di specie da radice, tuberi e bulbo						
		-1	raccolta in estate di altre specie						
		-2	raccolta in autunno di altre specie						
(4)	struttura		radicazione + compattazione						
(5)	assorbimento di N suolo (riferita alla coltura in raccolta)	0	leguminose						
		1	da 25 a 50 kg/ha						
		2	da 50 a 100 kg/ha						
		3	da 100 a 150 kg/haecc.						
(6)	rilascio di N alla coltura in	1	< 50 kg/ha						
		2	da 50 a 100 kg/ha						
		3	da 100 a 150 kg/ha						
(7)	necessità di N	=	differenza assorbimenti (5) - trasferimenti (6)						

VALUTAZIONE  
ASPETTI FISICI

VALUTAZIONE  
ASPETTO CHIMICO

	specie	gruppo	VALUTAZIONE ASPETTI FISICI				VALUTAZIONE ASPETTO CHIMICO		
			cop.(1)	rad.(2)	comp.(3)	stru.(4)	ass.(5)	tras. (6)	neces. (7)
1	barbabietola	chen.	-4	1	-2	-1	3	1	2.0
2	frumento duro	cer.	-2	2	-1	1	3	1	2.0
3	girasole	comp.	-4	2	-1	1	3	1	2.0
4	frumento duro	cer.	-2	2	-1	1	3	1	2.0
<b>MEDIA COLTURE</b>			<b>-3.0</b>	<b>1.8</b>	<b>-1.3</b>	<b>0.5</b>	<b>3.0</b>	<b>1.0</b>	<b>2.0</b>
	Share*	0.50							
<b>VALORI DI RIFERIMENTO</b>			<b>0</b>			<b>&gt;1</b>			<b>&lt;1</b>

(1)	copertura del terreno	-4	assenza di copertura in autunno o in inverno
		-2	assenza di copertura in primavera o in estate
		0	in tutti gli altri casi compreso i sovesci
(2)	radicazione	3	foraggiere
		2	cereali e tutti gli altri casi
		1	colture da radice, tubero e bulbo
(3)	compattazione	-2	raccolta in estate di specie da radice, tuberi e bulbo
		-4	raccolta in autunno di specie da radice, tuberi e bulbo
		-1	raccolta in estate di altre specie
		-2	raccolta in autunno di altre specie
(4)	struttura		radicazione + compattazione
(5)	assorbimento di N suolo (riferita alla coltura in raccolta)	0	leguminose
		1	da 25 a 50 kg/ha
		2	da 50 a 100 kg/ha
		3	da 100 a 150 kg/haecc.
(6)	rilascio di N alla coltura in	1	< 50 kg/ha
		2	da 50 a 100 kg/ha
		3	da 100 a 150 kg/ha
(7)	necessità di N	=	differenza assorbimenti (5) - trasferimenti (6)



	specie	gruppo	VALUTAZIONE ASPETTO FISICO				VALUTAZIONE ASPETTO CHIMICO		
			cop.(1)	rad.(2)	comp.(3)	stru.(4)	ass.(5)	tras. (6)	neces. (7)
	erba medica tras.	leg.	0	3	-1	2	0	1	-1.0
1	erba medica	leg.	0	3	-1	2	0	1	-1.0
2	erba medica	leg.	0	3	-1	2	0	1	-1.0
3	erba medica	leg.	0	3	-1	2	0	2	-1.0
4	frumento duro	cer.	0	2	-1	1	3	1	1.0
	sovescio di trif. tras.	leg.	0	3		3	0	2	-1.0
5	girasole	comp.	0	2	-1	1	3	1	1.0
6	avena	cer.	0	2	-1	1	2	1	1.0
	sovescio di trif. tras.	leg.	0	3		3	0	2	-1.0
7	favino da granella	leg.	-2	2	-1	1	0	2	-2.0
8	orzo	cer.	0	2	-1	1	2	1	0.0
	<b>MEDIA COLTURE</b>		<b>-0.2</b>	<b>2.5</b>	<b>-1.0</b>	<b>1.7</b>	<b>0.9</b>	<b>1.4</b>	<b>-0.5</b>
	Share*	0.50							
	<b>VALORI DI RIFERIMENTO</b>		<b>0.0</b>			<b>&gt;1</b>			<b>&lt;1</b>

# Conventional Agriculture Rotation

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1 <sup>st</sup> year				Red	Red	Red	Red	Red		Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	sugar beet
2 <sup>nd</sup> year	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue						soft wheat
3 <sup>rd</sup> year				Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Light Purple	Light Purple	Light Purple	sunflower
4 <sup>th</sup> year	Light Purple	Light Purple	Light Purple	Light Purple	Light Purple	Light Purple				Blue	Blue	Blue	pigeon bean
5 <sup>th</sup> year	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue						durum wheat



# O.M. BALANCE FOR A CONVENTIONAL FARMING SYSTEM (10 ha)

	Supplies (q/ha)	ha	D.M. (%)	K1	humus (q/ha)	humus
1 Sugar beet (roots + tops plowed in)	369,0	2,0	16	0,25	14,8	29,5
2 Durum Wheat (stubbles + roots plowed in; straws removed)	32,6	2,0	100	0,15	4,9	9,8
3 Sunflower (roots + residues plowed in)	59,9	2,0	100	0,20	12,0	23,9
4 Pigeon bean (residues plowed in + roots)	52,0	2,0	100	0,25	13,0	26,0
5 Durum Wheat (stubbles + roots plowed in; straws removed)	32,6	2,0	100	0,15	4,9	9,8
<b>Total O.M. supply (q humus/ year)</b>						<b>99,0</b>
O.M. loss in 0-30 cm layer						
Bulk density		1,300				
D.M. contents = 1.5%		0,015				
K2 = 2%		0,018				
Soil weight (q/ha)		39000				
O.M. weight (q/ha)		585				
O.M. loss (q/ha/year)		10,5				
<b>Total O.M. loss (q humus / year)</b>						<b>105,3</b>
<b>DIFFERENCE BETWEEN SUPPLIES AND LOSSES</b>						<b>- 6,3</b>

## Conventional Agriculture Rotation

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1 <sup>st</sup> year				Red	Red	Red	Red	Red		Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	sugar beet
2 <sup>nd</sup> year	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue						soft wheat
3 <sup>rd</sup> year				Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Light Purple	Light Purple	Light Purple	sunflower
4 <sup>th</sup> year	Light Purple	Light Purple	Light Purple	Light Purple	Light Purple	Light Purple				Blue	Blue	Blue	pigeon bean
5 <sup>th</sup> year	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue						durum wheat

## Organic Agriculture Rotation

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1 <sup>st</sup> year	Green	Green		Red	Red	Red	Red	Red		Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	sugar beet
2 <sup>nd</sup> year	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Green	Green	Green	Green	Green	common w.
			Green	Green	Green	Green	Green						red clover
3 <sup>rd</sup> year	Green	Green		Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Light Purple	Light Purple	Light Purple	sunflower
4 <sup>th</sup> year	Light Purple	Light Purple	Light Purple	Light Purple	Light Purple	Light Purple				Blue	Blue	Blue	pigeon bean
5 <sup>th</sup> year	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Green	Green	durum w.
			Green	Green	Green	Green	Green						red clover







# O.M. BALANCE FOR AN ORGANIC FARMING SYSTEM (10 ha)

	Supplies (q/ha)	ha	D.M. (%)	K1	humus (q/ha)	humus
1 Sugar beet (roots + tops plowed in)	243,0	2,0	16	0,25	9,7	19,4
2 Durum Wheat (straws + stubbles + roots plowed in)	21,1	2,0	100	0,15	3,2	6,3
Clover as interseeded cover crop	30,0		100	0,25	7,5	15,0
3 Sunflower (roots + residues plowed in)	49,2	2,0	100	0,20	9,8	19,7
4 Pigeon bean (residues plowed in + roots)	52,0	2,0	100	0,25	13,0	26,0
5 Durum Wheat (straws + stubbles + roots plowed in)	21,0	2,0	100	0,15	3,2	6,3
Clover as interseeded cover crop	30,0		100	0,25	7,5	15,0
<b>Total O.M. supply (q humus/ year)</b>						<b>107,8</b>

O.M. loss in 0-30 cm layer

Bulk density

1,300

D.M. contents = 1.5%

0,015

K2 = 2%

0,018

Soil weight (q/ha)

39000

O.M. weight (q/ha)

585

O.M. loss (q/ha/year)

10,5

**Total O.M. loss (q humus / year)**

**105,3**

**DIFFERENCE BETWEEN SUPPLIES AND LOSSES**

**2,5**







# Dimensions of Ecological Diversity in an Ecosystem

<b>Dimension</b>	<b>Description</b>
Species	Number of different species in the system
Genetic	Degree of variability of genetic information in the system (within each species and among different species)
Vertical	Number of distinct horizontal layers or levels in the system
Horizontal	Pattern of spatial distribution of organisms in the system
Structural	Number of “locations” (niches, trophic roles) in the system organization
Functional	Complexity of interaction, energy flow, and material cycling among system components
Temporal	Degree of heterogeneity of cyclical changes (daily, seasonal, etc.) in the system



# Il valore della **diversità ecologica** nell'agroecosistema

- **Differenziazione microhabitat** – possibilità di collocazione di specie diverse in ambiente a loro più adatti ; coesistenza più probabile tra specie vegetali e non,
- **Diversificazione dei parassiti** (degli erbivori) di cui solo una parte rappresenta un rischio per le colture;
- **Occupazione diversificata degli spazi e delle nicchie ecologiche** con minore opportunità di insediamento di organismi indesiderati (weed, parassiti, ecc.)
- **Aumento della complementarità** (anche di funzioni .....
- **Aumento della diversità a livello territoriale** (integrazione tra aziende → bio-distretti; paesaggio)
- **Riduzione dei rischi di impresa** sotto l'aspetto economico



# Organic carbon increase in the top 30 cm of soil as related to crop rotation types (after West and Post, 2002).

- (1) Except maize monoculture vs soybean monoculture.
- (2) CT (conventional tillage); except maize monoculture vs maize-soybean rotation.
- (3) NT (no tillage); except maize monoculture vs maize-soybean rotation.
- (4) Except maize monoculture vs maize-soybean rotation.
- (5) Except wheat-fallow vs wheat monoculture.

	<b>length of the experiments (years )</b>	<b>Carbon sequestration (t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>)</b>
<b>Crop rotations</b>	<b>25</b>	<b>0,20</b>
<b>Crop rotations</b> <sup>(1)</sup>	<b>26</b>	<b>0,30</b>
<b>Crop rotations under CT</b> <sup>(2)</sup>	<b>28</b>	<b>0,23</b>
<b>Crop rotations under NT</b> <sup>(3)</sup>	<b>15</b>	<b>0,31</b>
<b>Crop rotation with maize</b>	<b>30</b>	<b>0,07</b>
<b>Crop rotation with maize</b> <sup>(4)</sup>	<b>34</b>	<b>0,26</b>
<b>Maize as monoculture vs maize-soya</b>	<b>21</b>	<b>- 0,02</b>
<b>Crop rotation with wheat</b>	<b>24</b>	<b>0,43</b>
<b>Crop rotation with wheat</b> <sup>(5)</sup>	<b>20</b>	<b>0,77</b>
<b>Wheat-fallow vs. wheat as monoculture</b>	<b>25</b>	<b>0,09</b>
<b>Crop rotation with soybean</b>	<b>11</b>	<b>0,31</b>