

La gestione sostenibile delle colture erbacee di pieno campo e i suoi effetti sul suolo
Il progetto PRINT (Primaverili Intelligenti)



Regione Toscana



Giornata
Mondiale
del Suolo



Coltiviamo Capolavori



PRINT
PROJECT

Gestione agroecologica dei seminativi e fertilità del suolo

Daniele Antichi

Centro di Ricerche Agro-ambientali «Enrico Avanzi»
Università di Pisa

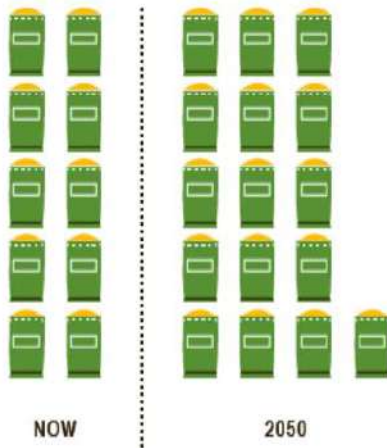
Sommario

- Agroecologia: aspetti generali e principi
- I pilastri dell'approccio agroecologico alla gestione dei seminativi
- Pratiche basate sulla diversificazione produttiva
 - Le richieste della politica comunitaria
 - Le buone pratiche agroecologiche
- Conclusioni

Sfide globali attuali

✓ Aumento della domanda cibo

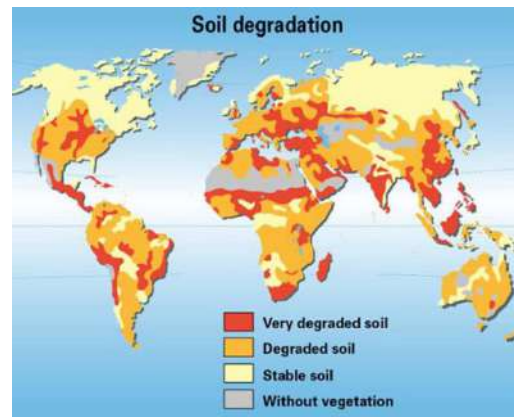
With current global trends in diets and population, **60% MORE FOOD** will be needed in 2050.



✓ Crescita economica e demografica



✓ Degradazione dei suoli

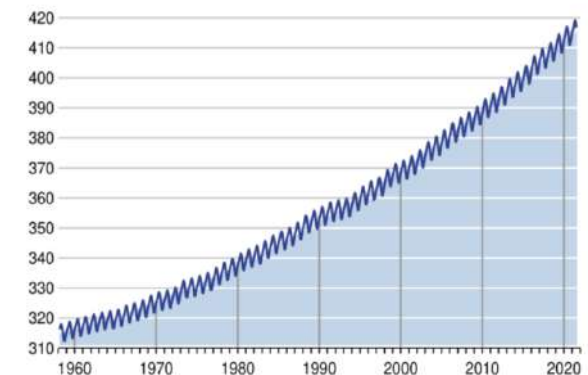


✓ Aumento della produzione dei rifiuti



✓ Aumento delle emissioni di CO2

Monthly Carbon Dioxide Concentration
parts per million



Impatto del Climate change sull'agricoltura mediterranea

E. Aguilera, et al.

Agricultural Systems 181 (2020) 102809

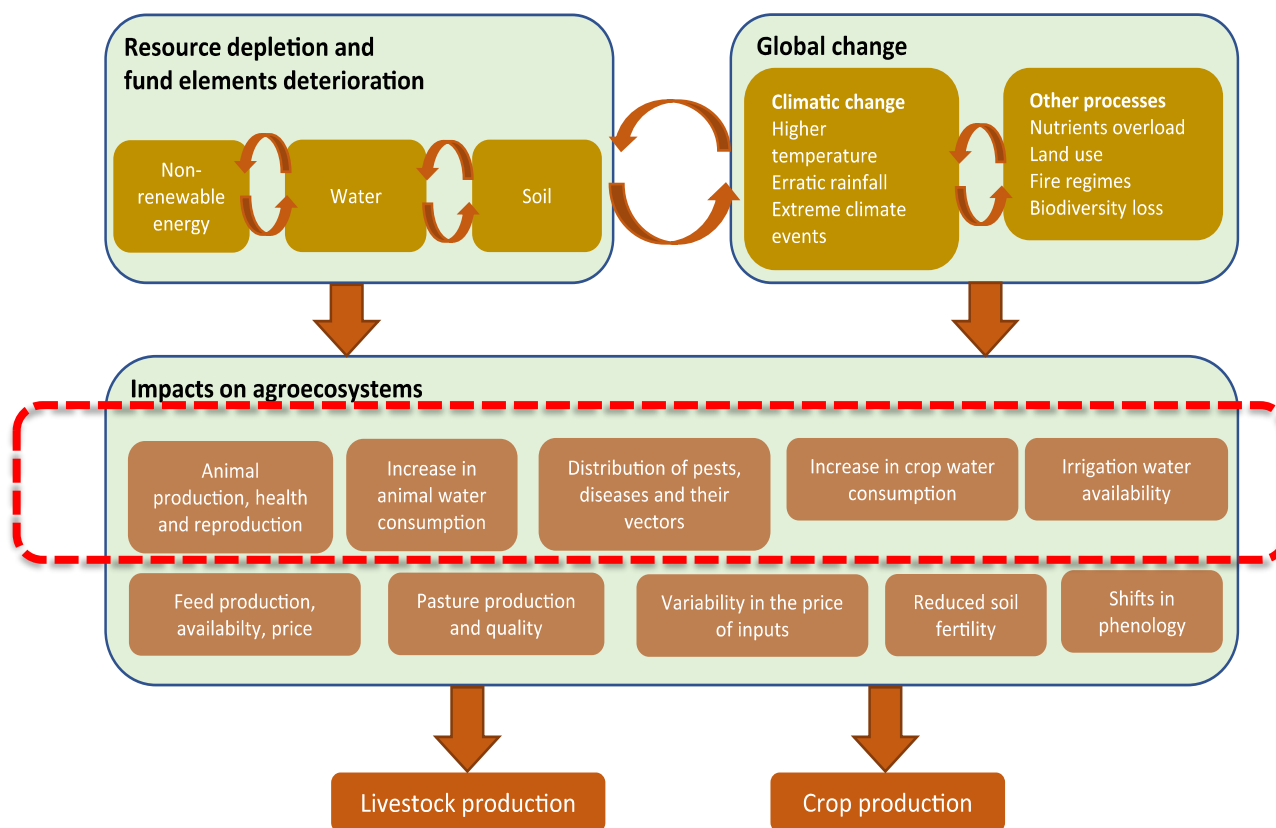


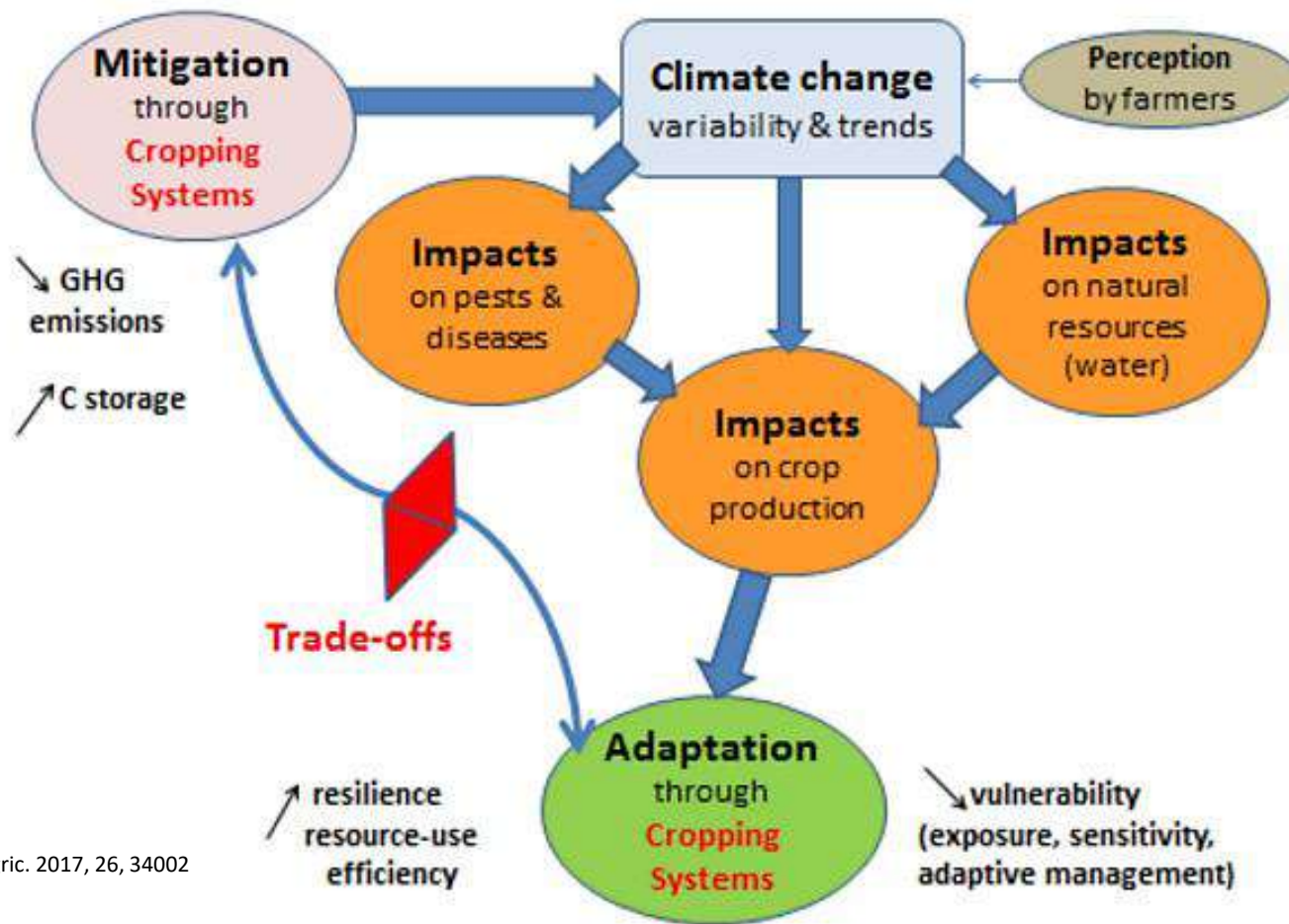
Fig. 4. Simplified representation of major impacts of resource depletion, climate change, and other global change processes on Mediterranean agroecosystems.

Come contrastare il riscaldamento globale

ADATTAMENTO: rendere il sistema agro-alimentare capace di continuare a produrre nel mutato contesto ambientale

MITIGAZIONE: trasformare il sistema agro-alimentare e cambiare le pratiche ordinarie per contrastare il riscaldamento globale (emissioni antropogeniche di GHG) ed alleviarlo in futuro

Mitigazione vs Adattamento?



Debaeke et al.: Cah. Agric. 2017, 26, 34002

A schematic representation of the main components of climate change problems and the way cropping systems could influence both adaptation and mitigation.

Esempi di pratiche di adattamento

P. Debaeke *et al.*: Cah. Agric. 2017, 26, 34002

Table 2. Technical options that could be combined to reduce the vulnerability of cropping systems and take advantage of new cropping opportunities. Different strategies can be applied concerning water and heat stresses: escape, avoidance (*via* crop rationing), tolerance, attenuation, resource conservation, resilience (recovery).

Tableau 2. Options techniques qui pourraient être combinées pour réduire la vulnérabilité des systèmes de culture et tirer parti des opportunités offertes par le changement climatique. Plusieurs stratégies peuvent être mises en œuvre pour faire face aux stress hydriques et thermiques : l'esquive, l'évitement (*via* le rationnement végétatif), la tolérance, l'atténuation, la conservation des ressources, la résilience (*recupération*).

Levers	Technical options
Crop species & varieties	(stress escape) more appropriate thermal time and vernalization requirements (stress tolerance) increased tolerance to heat shock, drought, waterlogging, low temperature, emergent pests and diseases...
Crop management	(stress avoidance) lower water needs, optimal water use pattern (escape) shifting sowing date to escape water and thermal stresses (avoidance) nutrient applications, planting density and spatial arrangements (<i>e.g.</i> skip row) adjusted to precipitation patterns and yield goals (attenuation) supplementary/deficit irrigation if available (conservation) soil tillage and residue management to maximize soil water storage, reduce evaporation, runoff and erosion
Cropping pattern	Diversify crops and cultivars to increase resilience (rotation, landscape); variety mixtures and intercropping; agroforestry; flexible systems; double and relay cropping
Information and decision system	Use seasonal weather forecasting; model-based decision support systems (DSS)

Step finale: abbandono...

Esempi di pratiche di mitigazione

Table 1. Some agricultural practices have been assessed for their performance in reducing nitrous oxides, methane and CO₂ emissions and storing C in soils or biomass ; main options are considered here, in a qualitative way. N₂O can be reduced by more legumes in crop rotations and a better adjustment of N fertilization; C storage can be increased by no-till, residue management, introduction of cover crops, and more trees in agrosystems (from [Pellerin et al., 2014](#)).

Tableau 1. Certaines pratiques agricoles ont été évaluées quant à leur capacité à réduire les émissions de protoxyde d'azote (N₂O), de méthane (CH₄) et de gaz carbonique (CO₂) et à stocker du carbone dans les sols et la biomasse ; les principales options sont considérées ici. Les émissions de N₂O peuvent être réduites par une plus forte introduction de légumineuses dans la rotation et par un ajustement de la fertilisation azotée ; le stockage du carbone peut augmenter via le non-travail du sol, la gestion des résidus de culture, l'introduction de cultures intermédiaires, et la plantation d'arbres dans les agrosystèmes (d'après [Pellerin et al., 2014](#)).

Levers	Technical options	Expected effect
N fertilization	More legumes in crop rotations Adjust N mineral fertilizer application rates, make better use of organic fertilizer, adjust application dates, use nitrification inhibitors, incorporate fertilizers (to reduce losses)	↘ N ₂ O
Soil tillage	Reduce tillage (direct seeding, occasional tillage, surface tillage)	↘ CO ₂ ↗ C storage
Cover crops and residue management	More cover crops in arable cropping systems, in vineyards and orchards Grass buffer strips	↗ C storage ↘ N ₂ O
Agroforestry and hedges	Agroforestry Hedges around fields	↗ C storage
Paddy rice management	Promote aeration of rice-growing soil to reduce fermentation reactions: reduce the depth of paddy fields, empty them several times per year	↘ CH ₄

Un nuovo concetto di resilienza

- Rispetto alla tradizionale percezione statica, in ecologia si fa oggi riferimento alla resilienza come proprietà dinamica degli ecosistemi (*'bouncing forward'*)
- La resilienza mira a conservare **capacità e potenzialità** di un ecosistema
- **Può essere considerata una proprietà emergente di un sistema che compare insieme ad uno shock**
- Copre tre dimensioni:
 - *Potere tampone*
 - *Capacità adattiva*
 - *Capacità trasformativa*

European Review of Agricultural Economics Vol **41** (3) (2014) pp. 461–484
doi:10.1093/erae/jbu012
Advance Access Publication 11 June 2014

Resilience and why it matters for farm management

Ika Darnhofer*

Prove e lezioni della storia...



Ecologia La guerra in Ucraina e la crisi alimentare globale

Per l'aumento dei prezzi del grano, l'invasione dell'Ucraina avrà gravi conseguenze sulle scorte di cibo mondiali, già minacciate dalla crisi climatica.



Ucraina: un campo di grano deserto a un campo di grano. (A. T. / Contrasto)

Mulini italiani a rischio stop

"L'industria molitoria italiana non sarà più in grado di garantire la produzione di farine di frumento tenero nei volumi richiesti dal mercato laddove non dovesse essere ritirata con urgenza la **sciagurata decisione ungherese di applicare restrizioni all'esportazione di grano** anche nei riguardi dei Paesi aderenti all'Unione europea". Così **Italmopa-Associazione Industriali Mugnai d'Italia (Federalimentare-Confindustria)** in merito al decreto emanato dall'**Ungheria che introduce un sistema di limitazione dell'export di cereali**, e quindi di grano, considerati "derrate agricole strategiche". **"La misura adottata dall'Ungheria** costituisce una chiara violazione del principio della libera circolazione dei beni nel mercato interno europeo e rimette in discussione i valori fondamentali enunciat i nei Trattati Ue" sottolinea **Emilio Ferrari, presidente Italmopa** "una decisione inaccettabile che rischia di compromettere il corretto approvvigionamento in materia prima dell'industria molitoria italiana a frumento tenero il cui fabbisogno totale, pari complessivamente a **5,5 milioni di tonnellate di grano**, è garantito in misura del 65 per cento dalle importazioni, da Paesi comunitari o Paesi terzi, del quale oltre il 30 per cento è costituito da grano ungherese".

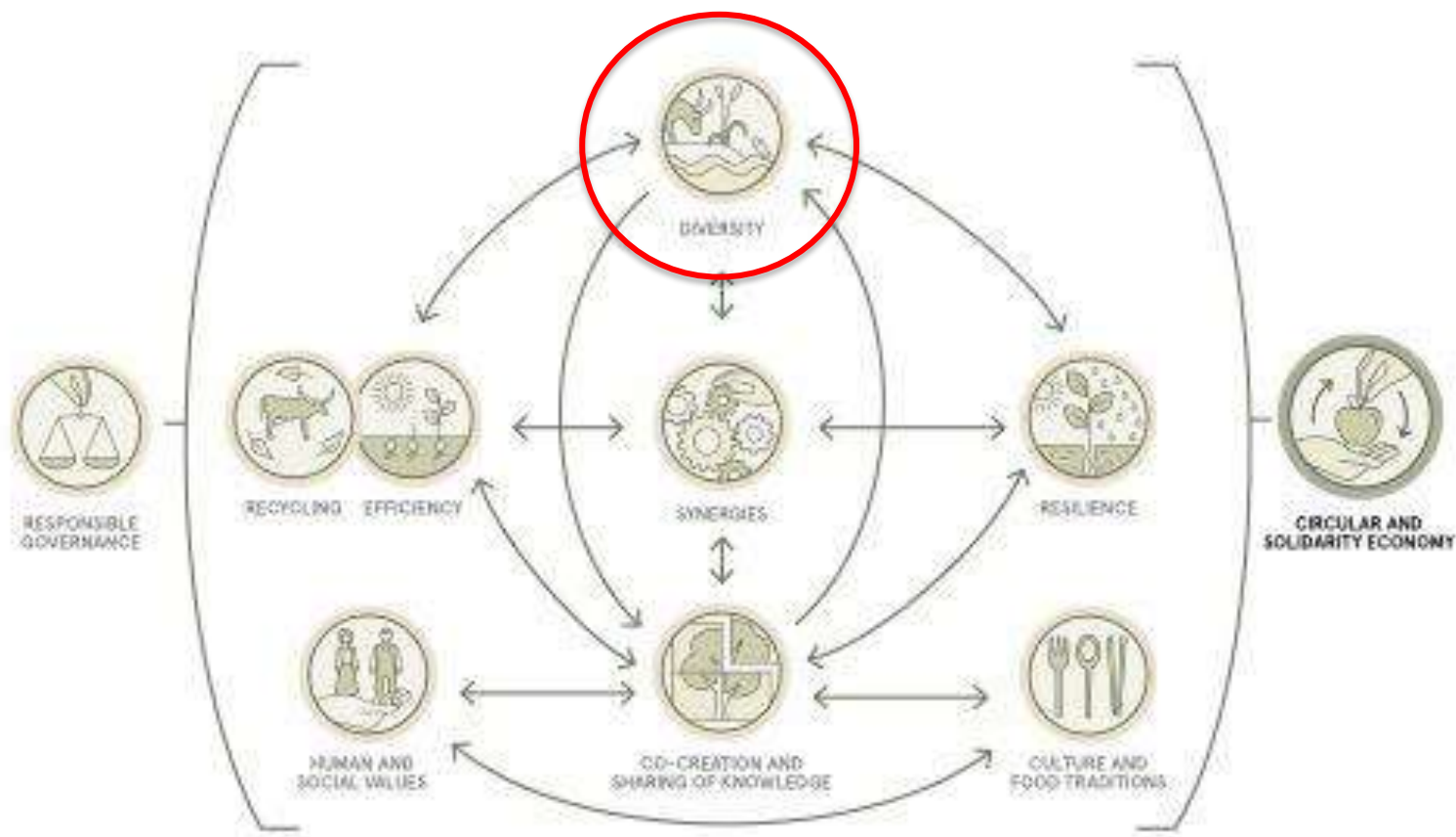


Approccio Agroecologico

- **Non definito** da disciplinari
- **Rigenerativo**: sinergia tra adattamento e mitigazione
- **Connettivo**: unisce locale a globale, rafforza le comunità locali ed i rapporti città-campagna (**CONNECTEDNESS**) -> Coerenza tra scelte aziendali e territoriali, cittadinanza del cibo
- **TRASFORMATIVO**: include aspetti umani, culturali, socio-economici e partecipativi
- Spinge alla **riprogettazione** dei sistemi agro-alimentari (Redesign (R)) -> approccio **OLISTICO**, sistemico



L'agroecologia secondo la FAO



Source: FAO

Table 1 Consolidated set of 13 agroecological principles, their scale of application and correspondence to FAO elements of agroecology. *FI*, field; *FA*, farm; agroecosystem; *FS*, food system

Principle	Scale of application	Correspondence to FAO elements
1. <i>Recycling</i> . Preferentially use local renewable resources and close as far as possible resource cycles of nutrients and biomass.	FI, FA	Recycling
2. <i>Input reduction</i> . Reduce or eliminate dependency on purchased inputs and increase self-sufficiency.	FA, FS	Efficiency
3. <i>Soil health</i> . Secure and enhance soil health and functioning for improved plant growth, particularly by managing organic matter and enhancing soil biological activity.	FI	Reflected in diversity, synergies and resilience
4. <i>Animal health</i> . Ensure animal health and welfare.	FI, FA	Reflected in resilience
5. <i>Biodiversity</i> . Maintain and enhance diversity of species, functional diversity and genetic resources and thereby maintain overall agroecosystem biodiversity in time and space at field, farm and landscape scales.	FI, FA	Part of diversity
6. <i>Synergy</i> . Enhance positive ecological interaction, synergy, integration and complementarity amongst the elements of agroecosystems (animals, crops, trees, soil and water).	FI, FA	Synergies
7. <i>Economic diversification</i> . Diversify on-farm incomes by ensuring that small-scale farmers have greater financial independence and value addition opportunities while enabling them to respond to demand from consumers.	FA, FS	Parts of diversity as well as circular and solidarity economy
8. <i>Co-creation of knowledge</i> . Enhance co-creation and horizontal sharing of knowledge including local and scientific innovation, especially through farmer-to-farmer exchange.	FA, FS	Co-creation and sharing of knowledge
9. <i>Social values and diets</i> . Build food systems based on the culture, identity, tradition, social and gender equity of local communities that provide healthy, diversified, seasonally and culturally appropriate diets	FA, FS	Human and social values Culture and food traditions
10. <i>Fairness</i> . Support dignified and robust livelihoods for all actors engaged in food systems, especially small-scale food producers, based on fair trade, fair employment and fair treatment of intellectual property rights.	FA, FS	Part of human and social values
11. <i>Connectivity</i> . Ensure proximity and confidence between producers and consumers through promotion of fair and short distribution networks and by re-embedding food systems into local economies.	FA	Part of circular and solidarity economy
12. <i>Land and natural resource governance</i> . Strengthen institutional arrangements to improve, including the recognition and support of family farmers, smallholders and peasant food producers as sustainable managers of natural and genetic resources.	FA, FS	Responsible governance
13. <i>Participation</i> . Encourage social organisation and greater participation in decision-making by food producers and consumers to support decentralised governance and local adaptive management of agricultural and food systems.	FS	Part of human and social values

Text in italics show the titles of the respective principle

Agroecologia e diversificazione

- L'agroecologia tende all'**ottimizzazione della biodiversità funzionale sopra-suolo**, a diverse scale spazio-temporali, al fine di potenziare i cicli biologici ed i loro effetti su acqua, nutrienti ed energia
- L'agrobiodiversità funzionale è impiegata per **limitare le popolazioni degli organismi nocivi** (es. infestanti, parassiti e patogeni terricoli) in grado di ridurre le produzioni agricole.
- L'agroecologia mira a gestire la **biodiversità funzionale del suolo** al fine di amplificare i **cicli biogeochemici e il riciclo** dei nutrienti, compresi quelli dei profili più profondi, e incrementare l'attività microbiologica del suolo.

**ENHANCING THE FUNCTION
AND PROVISIONING OF ECOSYSTEM
SERVICES IN AGRICULTURE:
AGROECOLOGICAL PRINCIPLES**

Etienne Hainzelin

INRAE, UR1213, Systèmes d'Élevage et de Production Végétale, 33173 Villenave d'Ornon, France

ECOLOGY

Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield

Giovanni Tamburini^{1,2*}, Riccardo Bommarco¹, Thomas Cherico Wanger^{1,3†}, Claire Kremen^{4,5}, Marcel G. A. van der Heijden^{6,7}, Matt Liebman⁸, Sara Hallin⁹

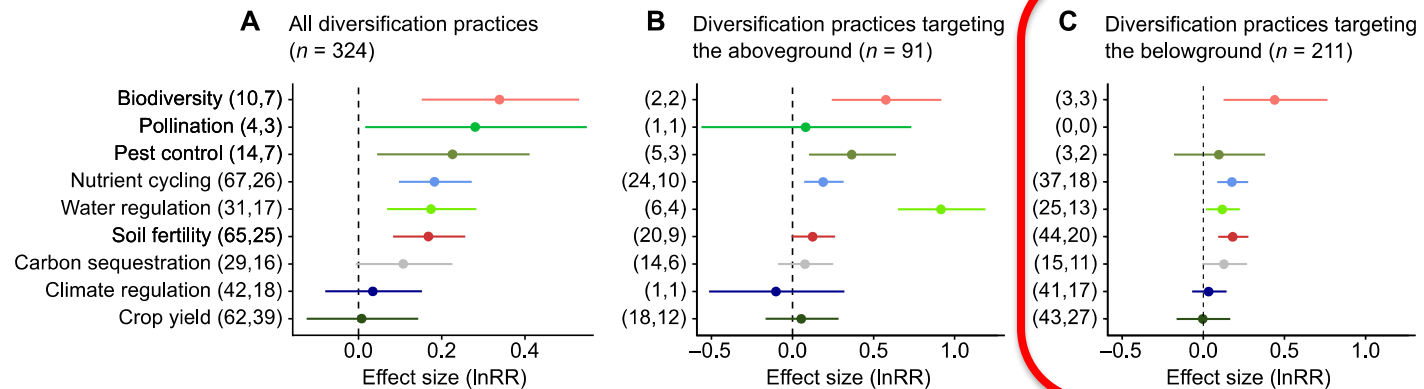


Fig. 2. Second-order meta-analysis shows how agriculture diversification promotes biodiversity and ecosystem services without compromising crop yield when compared with cropping systems without these practices. (A) All diversification practices included (324 effect sizes and 69 meta-analyses, based on 5160 original studies with 41,946 comparisons). **(B)** Diversification practices targeting the aboveground environment (crop and noncrop diversity; 91 effect sizes and 24 meta-analyses). **(C)** Diversification practices targeting the belowground environment (organic amendment, reduced tillage, and inoculation; 211 effect sizes and 55 meta-analyses). Note the difference in scale of the x axes when comparing (A) with (B) and (C). Organic farming is included only in the global model (A) since it often includes practices targeting both above- and belowground environments. The number of effect sizes and meta-analyses included in each category are displayed in parentheses. Ecosystem service categories are classified following (13, 14, 27) (table S2). Error bars represent 95% CIs.

The ecological role of biodiversity in agroecosystems

Miguel A. Altieri *

Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California, 201 Wellman, Berkeley, CA 94720, USA

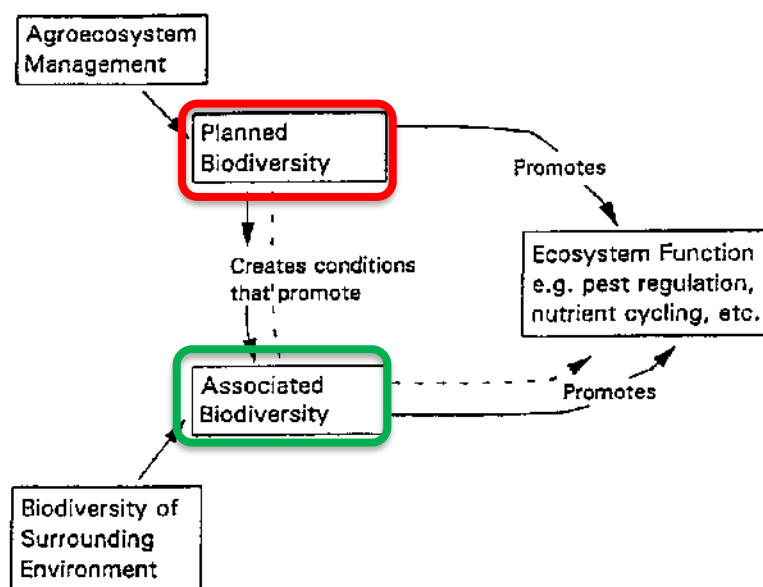


Fig. 2. The relationship between planned biodiversity (that which the farmer determines, based on management of the agroecosystem) and associated (that which colonizes the agroecosystem after it has been set up by the farmer) and how the two promote ecosystem function (modified from Vandermeer and Perfecto, 1995).

Diversificazione sistemi colturali

Le pratiche di diversificazione delle colture includono una maggiore eterogeneità all'interno delle specie e il modo in cui vengono coltivate su scala spaziale e temporale:

- **sullo stesso appezzamento** (es., consociazioni a file alterne, consociazioni a strisce, colture miste, consociazioni a staffetta e sistemi agroforestali);
- **sulla stessa superficie durante una stagione di crescita** (colture multiple, comprese le colture di copertura durante i periodi di maggese);
- **sulla stessa superficie in stagioni vegetative successive** (rotazione delle colture).

La diversificazione delle colture può anche includere una **maggiore eterogeneità** all'interno delle cultivar delle colture (cioè la diversificazione genetica) e/o una miscela di cultivar

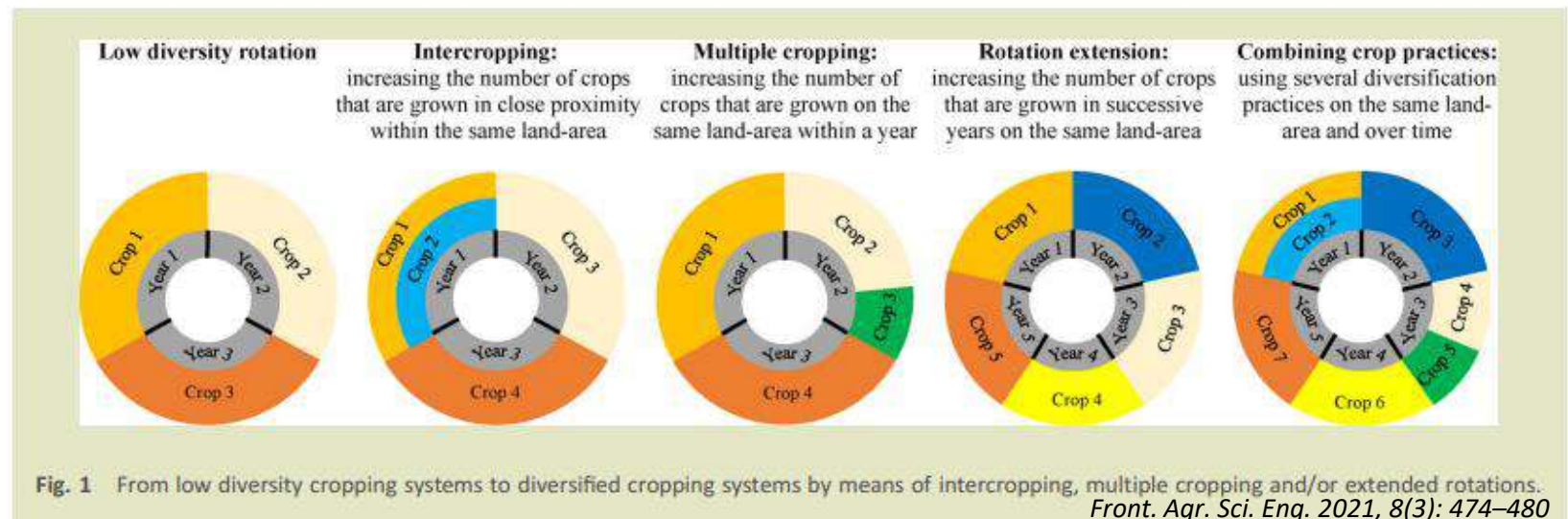


Table 1 Measures of crop diversification, its characterisation, list of search terms applied and number of hits by measure of crop diversification (17th of June 2018)

Measure of crop diversification	Characterisation	Search terms applied (connected with 'or')	Number of Hits
Temporal crop diversification			19,305
Crop rotation	Growing of two or more different crops in consecutive growing seasons	'crop ^b rotation', 'crop ^b sequence', 'sequential crop ^b ', 'successive crop ^b ', 'ley farming', 'sequence of plant species', 'sequence of crops'	12,693
Double to multiple cropping	Growing of two or more different crops in one growing season	'double crop ^b ', 'multiple crop ^b ', 'phased planting'	2421
Catch crops	Minor crops planted before, between or after a major crop	'catch crop ^b ', 'stubble crop ^b ', 'live mulch', 'green manure'	4020
Relay cropping ^a	The seeding of one crop into another standing crop and thus growing two crops simultaneously for a certain time	'relay crop ^b '	171
Spatial crop diversification			24,375
Alley cropping	The simultaneous growing of arable and perennial crops in different broader strips	'alley crop ^b '	717
Intercropping	Simultaneous growing of at least 2 crops in different yet proximate rows	'intercrop ^b ', 'strip crop ^b '	7659
Mixed cropping	Simultaneous growing of at least two crops in the same field but not in rows	'mixed crop ^b ', 'mixed plant ^b ', 'biculture', 'triculture', 'multiple crop ^b ', 'polyculture', 'species mixture', 'plant teams'	5531
Companion crops	Special form of mixed cropping. Simultaneous sowing of at least two crops. One of it is used in the year(s) after sowing	'companion crop ^b ', 'cover crop ^b ', 'cover plant ^b ', 'nurse crop ^b ', 'underplanting', 'undersowing'	6756
Variety mixtures	Growing of two or more varieties of one species	'variety mixture ^b ', 'mixture of varieties', 'cultivar mixture ^b ', 'mixed cultivar ^b ', 'genetic mixture ^b '	294
Bee plants	Mixture of commercial and non-commercial crops on the same field (to support insects, etc.)	'flower plant ^b ', 'flower crop ^b ', 'bee plant ^b ', 'bee crop ^b ', 'flower strip ^b ', 'buffer strip ^b ', 'micro-segregation'	2803
Trap crops	Mixture of commercial and non-commercial crops on the same field to control pests or diseases	'trap crop ^b ', 'barrier crop ^b '	615

^a Initially spatial than temporal cropping^b Wildcard, it represents 0 or more characters

Diversificazione colturale

Le colture con cui diversificare i sistemi colturali possono essere:

- ❑ **Colture principali**, colture con elevate produzioni comunitarie (es., colza), che beneficiano di importanti investimenti da parte dell'agro-industria (per miglioramento genetico o sbocchi di mercato);
- ❑ **Colture minori**, colture con bassi volumi produttivi in Europa (es., lenticchie, piselli), che beneficiano di pochi investimenti da parte dell'agro-industria (ridotta disponibilità varietale, poche opportunità di mercato);
- ❑ **Colture di servizio agroecologico**, colture non da reddito, coltivate a support di quelle principali (es. cover crop, colture da inerbimento e fasce tampone)

Il «contenitore» comune è l' **AVVICENDAMENTO** (meglio della rotazione in termini di adattamento al cambiamento climatico e alla volatilità dei mercati)

Avvicendamento colturale

- *“Il terreno si riposa producendo cose diverse”*
(Cosimo Ridolfi)
- Molti vantaggi ben noti (no specializzazione organismi nocivi, riciclo nutrienti, sostegno fertilità del suolo, maggiore produttività dei capitali fissi dell'azienda, miglior uso delle risorse ecologiche)
- Ma altrettanta resistenza..



La **Pac 2023-2027** ha introdotto nuovi **obblighi** che l'agricoltore deve rispettare per poter accedere al **pagamento di base**. Tra questi c'è la **Bcaa 7**, che introduce l'**obbligo di rotazione** colturale sui **seminativi** con l'**obiettivo** di preservare la fertilità del suolo.

Per rotazione si intende un **cambio di coltura**, e nello specifico di genere botanico, almeno una volta all'anno all'interno della stessa parcella. Questo significa che non è possibile seminare mais o grano due volte sulla stessa parcella.

Si tratta di un vincolo che ha creato non pochi grattacapi ai **maiscoltori**, che nella Pianura Padana sono abituati a seminare, anno dopo anno, questa coltura. Sono agricoltori che hanno l'esperienza e i macchinari per fare bene il **mais** e che vorrebbero continuare a seguire la **monosuccessione**.

Avvicendamento nella PAC '23-'27

- Innanzitutto, gli obiettivi specifici della PAC:
 - contribuire alla **mitigazione dei cambiamenti climatici e all'adattamento** agli stessi, anche riducendo le emissioni di gas a effetto serra e **migliorando il sequestro del carbonio**, nonché promuovere l'energia sostenibile (OS 4);
 - promuovere lo sviluppo sostenibile e **un'efficiente gestione delle risorse naturali**, come l'acqua, il suolo e l'aria, anche **riducendo la dipendenza dalle sostanze chimiche** (OS 5);
 - contribuire ad **arrestare e invertire il processo di perdita della biodiversità, migliorare i servizi ecosistemici e preservare gli habitat e i paesaggi** (OS 6).
- Fin qui, nessuna obiezione...

Condizionalità nella PAC '23-'27

OS 4	OS 5	OS 6
Mantenimento dei prati permanenti (BCAA 1) >5% SAT	Introduzione di fasce tampone lungo i corsi d'acqua (BCAA 4)	Mantenimento degli elementi caratteristici del paesaggio e il Divieto di effettuare potature nella stagione di riproduzione e nidificazione degli uccelli (BCAA 8)
Protezione delle zone umide e delle torbiere (BCAA 2)	Gestione delle lavorazioni del terreno (BCAA 5) in terreni declivi (obbligo solchi acquai e divieto lav. sec. dopo aratura in inverno)	Protezione dei prati permanenti indicati come sensibili sotto il profilo ambientale (BCAA 9)
Divieto di bruciare le stoppie (BCAA 3)	Copertura del suolo nei periodi più sensibili (BCAA 6)	
	Rotazione delle colture (BCAA 7)	

BCAA7 nella PAC '23-'27

- La condizionalità rafforzata per accedere al contributo di base implica l'obbligo di rotazione delle colture erbacee:
 - Almeno una coltura (genere botanico ≠) diversa all'anno
 - Ogni coltura deve rimanere in campo > 90 gg.
 - Ogni coltura deve essere raccolta (no cover crop)
- Obbligatorio avvicendamento con almeno **ben 2 colture annuali diverse...**(!!!!) Niente male nel 2023 (NB: il greening della PAC '14-'20 obbligava a 3 colture diverse, come i disciplinari dell'agricoltura integrata e biologica...)
- Non si accenna alla diversità funzionale delle colture: anche solo graminacee...

BCAA 7 nella PAC '23-'27

- La norma si applica dal 2024 a livello nazionale su tutte le superfici a seminativo, **fatta eccezione** per le:
- Colture sommerse;
- Colture condotte con metodo biologico;
- Colture condotte secondo la Produzione Integrata (SQNPI);
- Colture condotte in regime di aridocoltura, giustificabile sulla base del clima caldo- arido;
- Aziende con una superficie a seminativo fino a 10 ettari;
- Aziende con terreni ricadenti nelle zone montane (regolamento comunitario n. 1305/2013, articolo 32);
- Aziende la cui superficie agricola ammissibile è costituita per più del 75 % da prato permanente;
- Aziende i cui seminativi sono utilizzati per più del 75% per la produzione di erba o altre piante erbacee da foraggio, terreni a riposo, investiti a leguminose o a una combinazione di tali tipi di impieghi.

Ecoschema 4

- Oltre al premio base, si può accedere al premio aggiuntivo degli ecoschemi
- Ecoschema 4 «Sistemi foraggeri estensivi con avvicendamento»
 - Obbligo di rotazione **almeno biennale** di leguminose/foraggiere/rinnovi con altre colture

Eco-schema 4: Sistemi foraggeri estensivi con avvicendamento
Classificazione colture

unipg
DIPARTIMENTO
DI SCIENZE AGRARIE,
ALIMENTARI E AMBIENTALI

Classificazione			Colture
Colture leguminose e foraggiere, o colture da rinnovo	Leguminose	Leguminose da granella	<i>favino, lenticchia, pisello, ecc.</i>
		Leguminose foraggiere	<i>erba medica, trifoglio, vecia ecc.</i>
	Foraggiere		<i>loietto, festuca, erba mazzolina ecc.</i>
	Colture da rinnovo		<i>Mais, Soia, Girasole, Pomodoro, Patata, Sorgo da granella, Carciofo, Barbabietola da zucchero, Melone, Colza, Tabacco, Cipolla, Cocomero, Aglio, Canapa, Lino, Arachide, Ravizzone, Carota, Peperone, Melanzana</i>
Altre colture	Cereali a paglia		<i>grano tenero, grano duro, orzo, avena, miglio, segale, farro ecc..</i>
	Ortive		<i>Cocomero, Finocchio, Lattuga, Spinacio, Zucca, Zucchini ecc.</i>
	Altre colture..		

Ecoschema 4 ha come pre-requisito il BCAA7

Fonte: comisag.it

Ecoschema 4

- Altri obblighi:

Tab. 1 - Ecoschema 4 – Sistemi foraggeri estensivi con avvicendamento

IMPEGNI	IMO1	Assicurare l'avvicendamento almeno biennale (inserito nel piano di coltivazione) sulla medesima superficie, inserendo nel ciclo di rotazione, almeno una coltura miglioratrice proteica od oleaginosa, o almeno una coltura da rinnovo
	IMO2	Nelle colture leguminose e foraggere, non è consentito l'uso di diserbanti chimici e di altri prodotti fitosanitari nel corso dell'anno. Nelle colture da rinnovo, è consentito esclusivamente l'uso della tecnica della difesa integrata (volontaria) o della produzione biologica (solo con riferimento alle tecniche di difesa fitosanitaria)
	IMO3	Interramento dei residui di tutte le colture in avvicendamento (es. le stoppie). Fatta eccezione per le aziende zootecniche ovvero con capi in Bdn (bovini e bufalini, ovi-caprini, suini, equidi e/o avicoli)
SPECIFICHE	- Ai fini del controllo del rispetto dell'avvicendamento si considerano le colture presenti in campo a partire dal 1° giugno al 30 novembre dell'anno di domanda	
	- L'ecoschema 4 si applica alle colture principali e di secondo raccolto	
	- Impegno 01: nel caso di colture pluriennali, erbe e altre piante erbacee da foraggio e terreni a riposo, l'impegno è assolto automaticamente nel biennio	
	- Le colture di copertura non sono considerate ai fini del rispetto dell'impegno IMO1	
	- Rientrano nell'avvicendamento anche i terreni a riposo per un massimo di quattro anni consecutivi	
PLAFOND	162,6 milioni di euro	
PAGAMENTO	Massimo 110 €/ha	

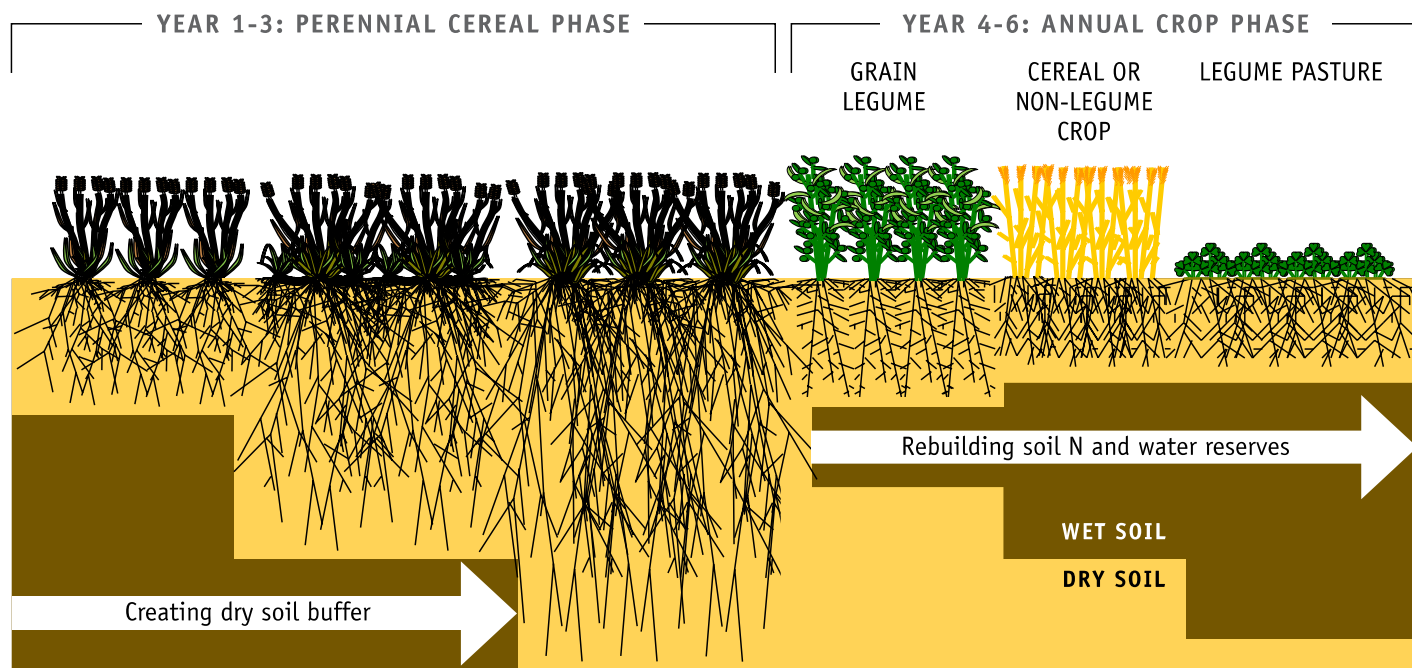
Fonte: contoterzista.edagricole.it

Oltre la normativa..

- L'approccio agroecologico mira a obiettivi superiori rispetto al regime «de minimis» della normativa
- Alcuni consigli per migliorare la salute del suolo tramite gli avvicendamenti colturali:
 - Prevedere ove possibile **l'interramento delle paglie dei cereali** -> insostituibili per il bilancio isoumico! (immobilizzazione dell'N da gestire con coltura successiva N-fissatrice);
 - **Mantenere COSTANTEMENTE coperto il terreno** -> cover crop (anche se non utili per obblighi PAC), relay intercropping (anche BULATURA), colture poliennali, maggese vestito (molto meglio del maggese nudo...), secondi raccolti;
 - Massimizzare la **diversità funzionale** -> per cover crop ed erbai preferire miscugli a semine in purezza; alternare famiglie botaniche diverse (leguminose!) e specie con ciclo/apparato radicale/ecofisiologia differente;
 - Tendere a riallacciare i **rapporti tra produzioni animali e vegetali** -> colture foraggere, letame/compost misto, pascolamento, prati permanenti ed avvicendati, agroforestazione;
 - Ampliare la **base genetica** del materiale vegetale (es. popolazioni evolutive);
 - ...e tanta fantasia!

Esempi di diversificazione: rotazioni con cereali perenni

Figure 5. **Phase perennial crop–annual crop/pasture rotation**



Source: Bell, 2014

Esempi di diversificazione: cover crops



C sequestration delle cover crop

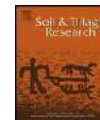
Soil & Tillage Research 114 (2011) 165–174



Contents lists available at ScienceDirect

Soil & Tillage Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/still



Long-term effect of tillage, nitrogen fertilization and cover crops on soil organic carbon and total nitrogen content

Marco Mazzoncini^{a,*}, Tek Bahadur Sapkota^b, Paolo Bàrberi^b, Daniele Antichi^b, Rosalba Risaliti^a

^a Interdepartmental Centre for Agro-Environmental Research "Enrico Avanzi", Via Vecchia di Marina 6, 56122 San Piero a Grado PI, Italy

^b Institute of Life Sciences, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa PI, Italy

Table 7

Mean effects of tillage system, N fertilization and cover type on C input, soil organic carbon (SOC) and soil total nitrogen (STN) content in the 0–30 cm soil layer in 1993 and 2008 and difference (Δ) between SOC and STN values in 1993 and 2008.

Factors and treatments	Total biomass (Mg ha ⁻¹)	C input (Mg ha ⁻¹)	SOC (Mg ha ⁻¹) [†]			Mg ha ⁻¹ y ⁻¹	STN (Mg ha ⁻¹) [†]			Mg ha ⁻¹ y ⁻¹
			1993	2008	Δ		1993	2008	Δ	
Tillage system										
CT	115.86 a	52.14 a	46.35	45.43 b	−0.92 b	−0.06	5.55	5.01 b	−0.54 b	−0.04
NT	98.94 b	44.52 b	43.78	52.98 a	9.20 a	0.61	5.31	5.86 a	0.55 a	0.04
N fertilization										
N0	80.02 d	36.01 d	47.58	48.06 bc	0.48 b	0.03	5.80	5.12 b	−0.68 b	−0.05
N1	99.41 c	44.74 c	44.72	46.76 c	2.04 b	0.14	5.84	5.34 b	−0.50 b	−0.03
N2	117.36 b	52.81 b	44.19	50.89 ab	6.70 a	0.45	5.15	5.63 a	0.48 a	0.03
N3	132.82 a	59.77 a	43.76	51.08 a	7.32 a	0.49	4.93	5.67 a	0.74 a	0.05
Cover type										
C	86.03 d	38.71 d	45.21	46.60 c	1.39 b	0.09	5.43	5.14 c	−0.29 c	−0.02
NL	105.86 c	47.64 c	45.94	48.51 bc	2.57 b	0.17	5.52	5.40 b	−0.12 bc	−0.01
LNL	115.99 b	52.20 b	44.43	50.51 ab	6.08 a	0.41	5.36	5.50 ab	0.14 ab	0.01
HNL	121.73 a	54.78 a	44.67	51.18 a	6.51 a	0.43	5.41	5.71 a	0.30 a	0.02
Tillage system (T)	***	***	NS	*	**		NS	*	**	
N fertilization (N)	***	***	NS	*	NS		NS	**	NS	
T × N	NS	NS	NS	*	NS		NS	**	NS	
Cover type (C)	*	*	NS	**	**		NS	**	*	
T × C	***	***	NS	NS	NS		NS	NS	NS	
N × C	***	***	NS	NS	NS		NS	NS	NS	
T × N × C	NS	NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	

CT, conventional tillage; NT, no-tillage; NS, not significant.

N0, N1, N2 and N3 are respectively no nitrogen, low nitrogen, medium nitrogen and high nitrogen fertilization rates.

C, no cover crop; NL, non-legume cover crop; LNL, low nitrogen supply legume cover crop; HNL, high nitrogen supply legume cover crop.

* Significant at $P < 0.05$.

** Significant at $P < 0.01$.

*** Significant at $P < 0.001$.

[†] Within each factor, means in the same column followed by the same letters are not significantly different at $P < 0.05$ (LSD test).

C sequestration potential



Review

Optimizing Carbon Sequestration in Croplands: A Synthesis

Alexandra Tiefenbacher ^{1,2,*}, Taru Sandén ¹, Hans-Peter Haslmayr ¹, Julia Miloczki ¹, Walter Wenzel ³ and Heide Sözele ¹

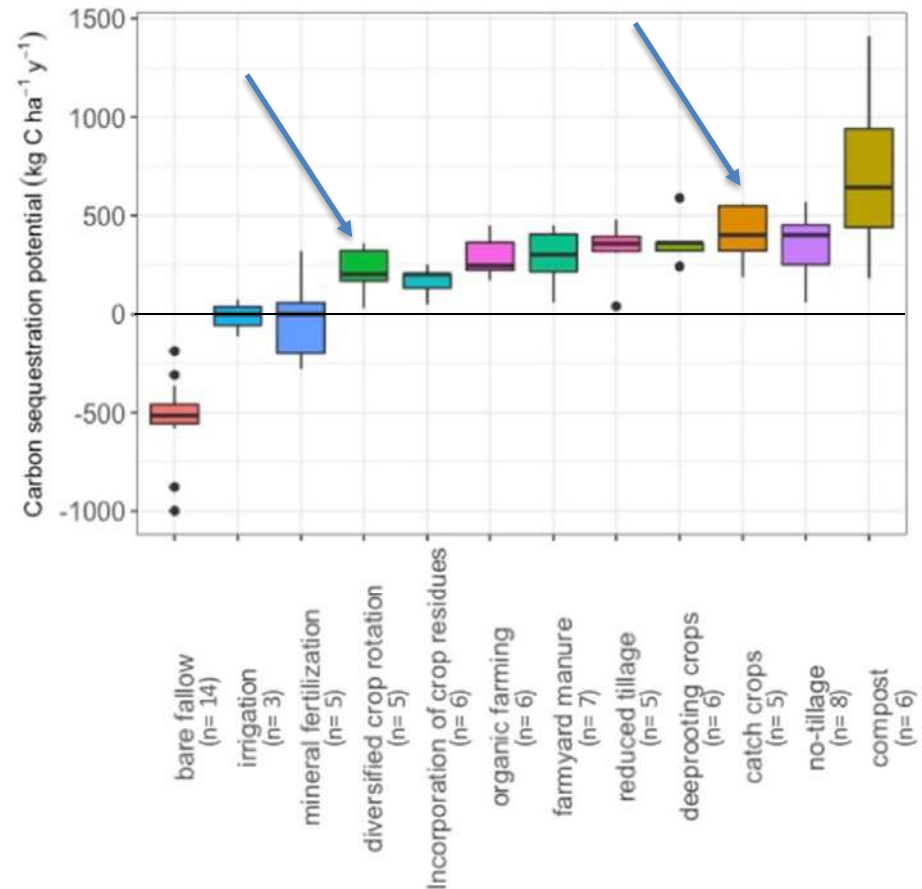


Figure 1. Carbon sequestration potential of agricultural management practices observed in the topsoil (0–20/30 cm) over at least 20 years, in ascending order. Negative C sequestration potential causes net SOC stock losses, while it is the opposite for C sequestration potential > 0. The respective references are given as Supplementary Materials. Each agricultural management practice is assigned a different color. Box- and whiskers diagrams show the median, 5th, 25th, 75th, and 95th percentiles for the carbon sequestration.

Il contributo delle cover crop

Agron. Sustain. Dev. (2017) 37: 4
DOI 10.1007/s13593-016-0410-x

REVIEW ARTICLE

Using cover crops to mitigate and adapt to climate change. A review

Jason P. Kaye¹ & Miguel Quemada²

Table 1 Processes affecting climate change mitigation by legume or non-legume cover crops and estimated typical values (and range in parentheses) for radiative forcing in units of CO₂e equivalents (CO₂e)

Process	CO ₂ e (g/m ² /year)		Source of variation
	Non-legume	Legume	
Soil C sequestration	117 (78, 156)	117 (78, 156)	Site to site variation, time cover cropping
Soil N ₂ O efflux	-4 (1, -9)	-2 (3, -6)	Fertilizer N rate, incorporation
Reduced downstream N ₂ O flux	3 (0, 22)	0 (0, 13)	Cover crop effect on N leaching
Reduced N fertilizer use			
Green manure credit	0	20 (8, 59)	Cover crop N fixation
Organic matter credit	4 (0, 20)	4 (0, 20)	Same as soil C sequestration
Soil CH ₄ flux	0	0	Too few studies for variation
Farm operations fuel use	-4 (-1, -10)	-4 (-1, -10)	Planting and termination choices
Total biogeochemical	116	135	
Albedo change	25 (-39, 111)	25 (-39, 111)	Soil and plant albedos, snow, see Table 2
Grand total	141	160	

Positive values represent net mitigation of radiative forcing, while negative values represent sources of radiative forcing. All values were rounded to the nearest whole number

Come le cover crop possono anche ridurre gli input

Agronomy for Sustainable Development (2022) 42:87
https://doi.org/10.1007/s13593-022-00815-2

RESEARCH ARTICLE

Targeted timing of hairy vetch cover crop termination with roller crimper can eliminate glyphosate requirements in no-till sunflower

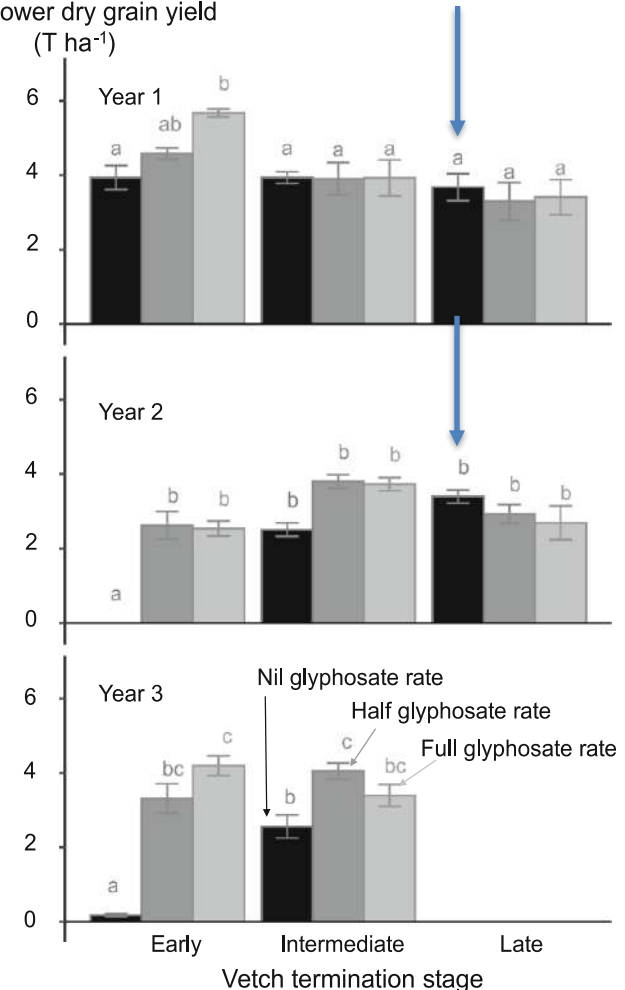
Daniele Antichi¹ · Stefano Carlesi² · Marco Mazzoncini¹ · Paolo Bàrberi²



Fig. 1. Roller crimper (chevron design Rodale-type built by the farmer) mounted on the front of the tractor and coupled with a rear-mounted direct drill machine (Semeato SPE 06), carrying out hairy vetch (cv. Haymaker Plus) termination and sunflower (hybrid LG 55-57 HO) no-till sowing in one pass. Picture taken by Daniele Antichi at the farm hosting the trial (Tuscany, Italy) the 19th March 2014.

Fig. 8. Sunflower dry grain yield biomass as affected by hairy vetch termination stage and glyphosate rate in the three experimental years. Within each year, treatments with the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$ (Tukey's HSD test). Lines on top of each bar represent standard deviations.

Sunflower dry grain yield (T ha⁻¹)

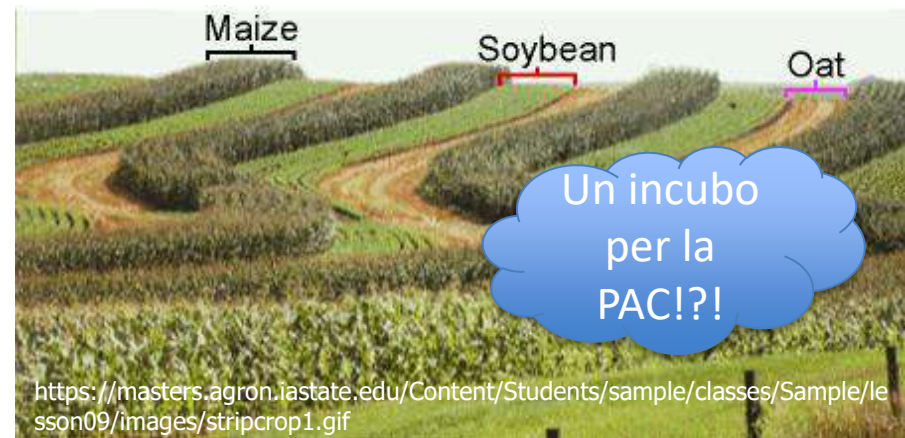


«Nuove» cover crop?

Cascina (PI), 18/11/23



Esempi di diversificazione: intercropping



Esempi di diversificazione: bulatura delle leguminose nei cereali



Esempi di diversificazione: cereali selezionati per sistemi low-input e biologici

- Buona rusticità e produttività;
- Taglia medio-alta;
- Ciclo medio-tardivo;
- > residui;
- > app. radicale?
- Affinità microbica?



Esempi di diversificazione: permacultura



Esempi di diversificazione: agroforestry



Esempi di diversificazione: agroforestry



agronomy



Article

N₂ Use in Perennial Swards Intercropped with Young Poplars, Clone I-214 (*Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier), in the Mediterranean Area under Rainfed Conditions

Lorenzo Gabriele Tramacere ^{1,2}, Massimo Sbrana ^{1,2} and Daniele Antichi ^{1,2,*} 

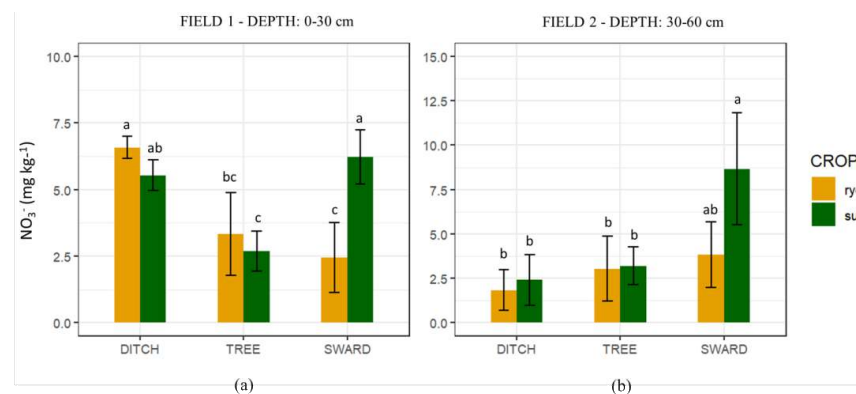


Figure 6. Average values of soil NO₃⁻ concentration as affected by the forage crop species for the silvopastoral system (SPAST) in different areas of sampling in spring, respectively in field 1 (a) at 0–30 cm depth and in field 2 (b) at 30–60 cm depth. Vertical bars indicate standard error of the mean. Treatments with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ (Tukey's HSD test). DITCH means the sampling area between ditch and the first row of the crop, TREE means the sampling area between the trunk of the central tree within the row and the first row of the crop, SWARD means the central area of the crop, i.e., 4 m apart from the first row of the crop, RYE means ryegrass and SUL means sulla.

Ma la diversificazione funziona?

ERRATUM

Erratum: Evidence map of crop diversification strategies at the global scale (2019 *Environ. Res. Lett.* **14** 123001)

Damien Beillouin^{1,2,3,5} , Tamara Ben-Ari^{1,4} and David Makowski^{1,4} 

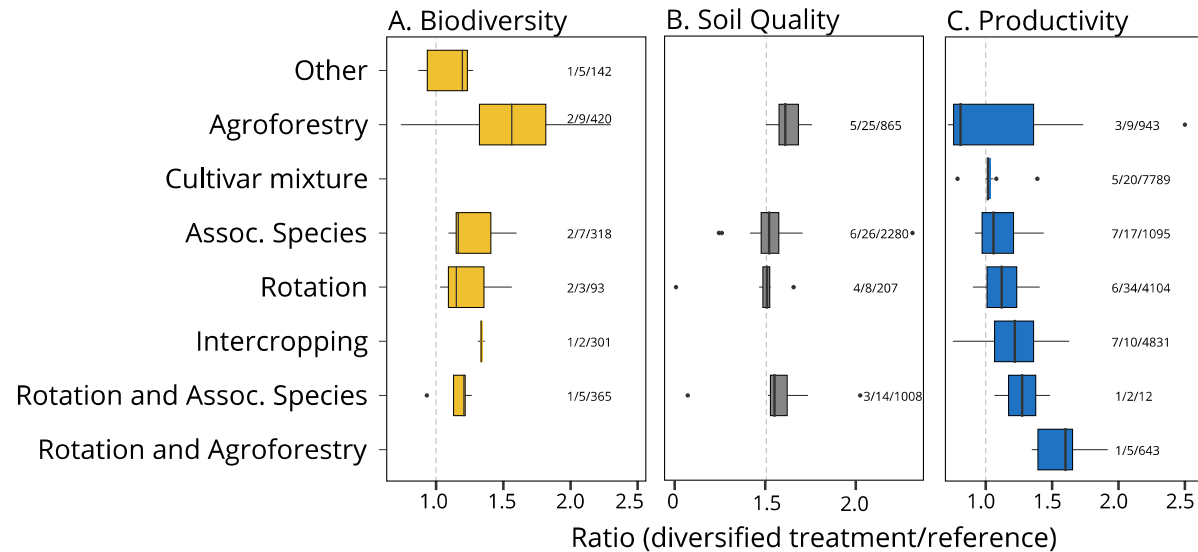


Figure 5. Impacts of crop diversification on biodiversity (yellow), soil quality (gray) and productivity levels (blue). The impacts are quantified with effect sizes (i.e. the ratios of a measurement in a diversified cropping system to its corresponding value in a less diversified cropping system). The number of meta-analyses/effect sizes/individual studies included in each pair strategy* outcome are indicated at the right of the boxplots. When the ratio is greater than 1, the diversified system outperforms the less diversified one for the considered outcome. One extreme ratio measuring the impact of agroforestry on biodiversity is not represented (Ratio=5.2). In some meta-analyses the effect sizes are computed for a fraction of its total data sample (e.g., per covariate), but only global effect sizes are presented here. Effect sizes corresponding to relative differences are first converted to log ratios, back-transformed to ratios, and then reported in the figure, whereas absolute differences and hedge's distances are not reported here.

ECOLOGY

Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield

Giovanni Tamburini^{1,2*}, Riccardo Bommarco¹, Thomas Cherico Wanger^{1,3†}, Claire Kremen^{4,5}, Marcel G. A. van der Heijden^{6,7}, Matt Liebman⁸, Sara Hallin⁹

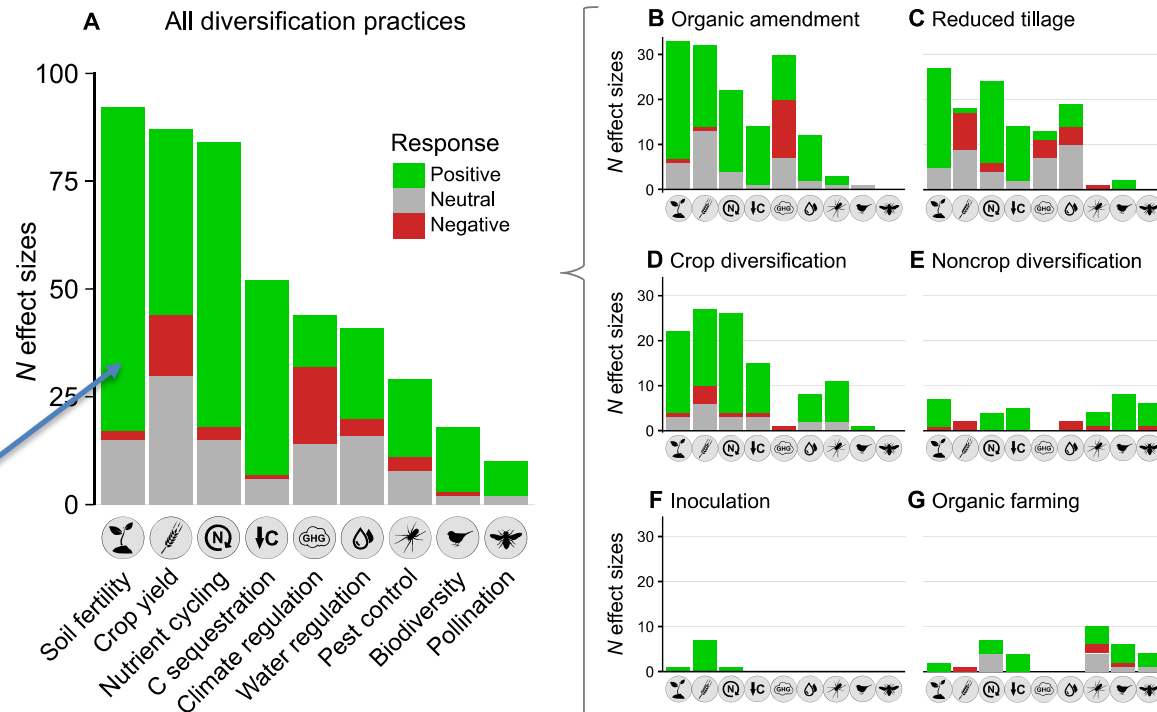
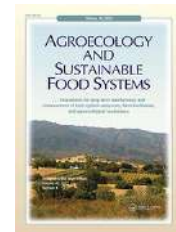


Fig. 1. Vote count reveals that agricultural diversification practices generally have a positive impact on biodiversity and ecosystem services. Number of reported effect sizes with a significant positive (green), negative (red), or neutral (gray) response to agricultural diversification, overall (**A**) and to each category of diversification practice separately (**B** to **G**). The systematic review comprises 456 effect sizes from 98 meta-analyses based on 6167 original studies (fig. S1). Diversification practice and ecosystem service categories were based on classifications following (8, 9) and (13, 14, 27), respectively (tables S1 and S2).

Evidenze scientifiche sulla diversificazione

Table 1. Overview of the benefits of crop diversification identified in the literature review.

Benefit	Author
Enhanced soil fertility and health	Jarvis et al. 2011
Reduced pest and disease pressure	Jarvis et al. 2011; Kozicka et al., 2020
Increased associated biodiversity	Beillouin et al., 2020; Jarvis et al. 2011; Joshi et al. 2020
Increased ecological redundancy	McCord et al. 2015
Increased yield	Nankya et al. 2017; Vernooy and Vongkhamsao 2015
More marketing opportunities	McCord et al. 2015
Increased income	Beillouin, Ben-Ari, and Makowski 2019; Chapagain et al. 2018; Meldrum, Sidibe, and Padulosi 2020; Vernooy and Vongkhamsao 2015; Tesfaye and Tirivayi 2020
Increased food supply/security	Aggarwal et al.
Improved nutrition	Mabhaudhi
Reduced poverty	Michler and
Strengthened innovation capacity	McCord et al.
Increased adaptive capacity to climate change	Abu-Zaitour 2019; Md
Reduced GHG emissions	Mabhaudhi
Increased resilience	Kozicka et al.
Multiple and simultaneous benefits	Chikowo, S Hansen et Makate et Md and J Tirivayi 20



Agroecology and Sustainable Food Systems

ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/wjsa21>

Does crop diversification lead to climate-related resilience? Improving the theory through insights on practice

Ronnie Vernooy

Effetto rigenerativo di pratiche in grado di aumentare il sequestro di C

E. Aguilera, et al.

Agricultural Systems 181 (2020) 102809

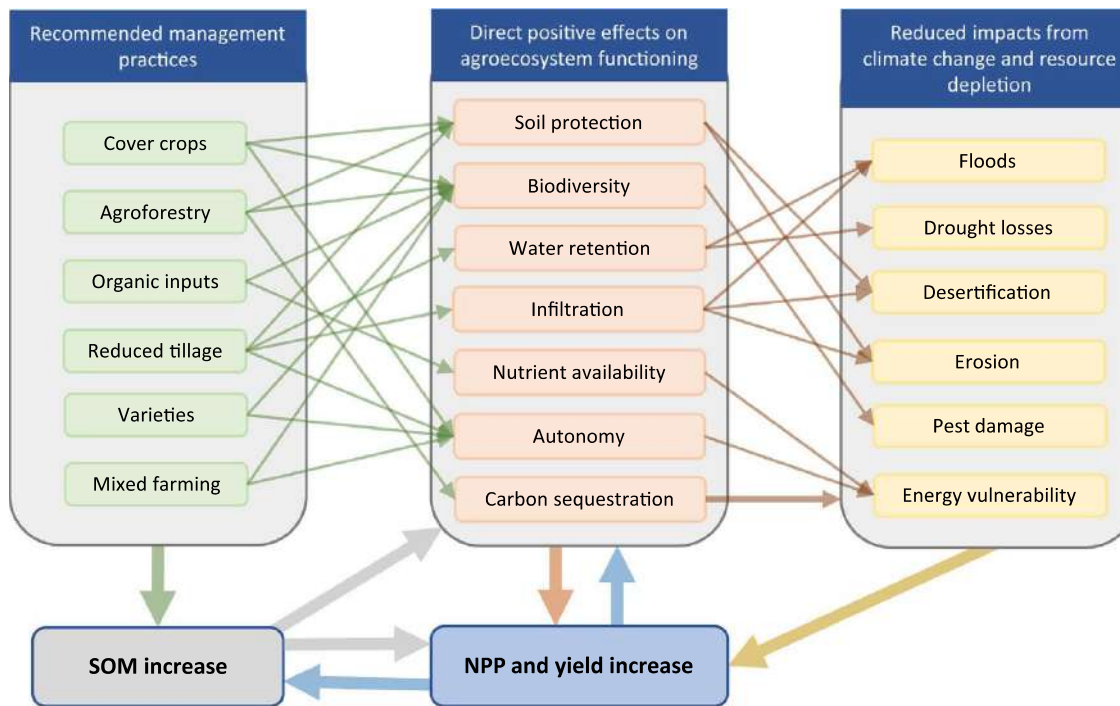


Fig. 6. Adaptation to climate change through the management of soil organic matter (SOM). Practices related to SOM management have direct effects on the agroecosystems and indirect effects through SOM increase. These effects reduce the impacts of climate change, potentially leading to a virtuous cycle through improved yields.

Conclusioni

- Diversificazione fondamentale per la resilienza dei sistemi colturali
- Diversificazione abbraccia più livelli (dal campo all'azienda e oltre)
- Politica comunitaria e obbligo di rotazione: tanto rumore per nulla
- Diversificare sulla base degli obiettivi agroecologici è la base per un'agricoltura realmente sostenibile e capace di tutelare la salute del suolo ed i servizi agroecosistemici ad esso connessi

Grazie per l'attenzione

Daniele Antichi

daniele.antichi@unipi.it