



ANALISI COMPARATIVA TRA GLI IMPATTI AMBIENTALI DERIVANTI DA AGRICOLTURA BIOLOGICA E CONVENZIONALE

Presentazione Risultati

In collaborazione



AGENDA

www.studiolce.it

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

1

Analisi del contesto

2

Metodologia

3

Risultati Preliminari

4

Conclusioni

5

Back-up

1 – PREMESSA

www.studiolce.it

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

L'agricoltura biologica comporta delle pratiche colturali la cui sostenibilità ambientale non sempre risulta quantificabile in termini oggettivi soprattutto a causa delle rese di produzione normalmente inferiori. Questo comporta di ottenere degli impatti specifici, ovvero riportati all'unità di prodotto. tendenzialmente maggiori.

Se gli impatti diretti (consumi di energia, utilizzo di sostanze chimiche) associati alle pratiche agricole risultano facilmente quantificabili, un fattore discriminante tra agricoltura biologica e tradizionale potrebbe essere quello rappresentato dalla maggiore concentrazione di sostanza organica nel caso della produzione biologica cosa che permette un maggior sequestro di CO₂.

Lo scopo dello studio è quello di descrivere i possibili benefici derivanti da pratiche agricole "Bio" rispetto a quelle messe in pratica nell'agricoltura tradizionale, soprattutto per quanto concerne le emissioni evitate direttamente ed indirettamente (es. lavorazioni del terreno, tipologie di fertilizzante). Nel dettaglio, il progetto prevede un'analisi comparativa tra i due diversi tipi di agricoltura basando l'analisi su due differenti colture: il frumento ed il pomodoro.

Il progetto è stato condotto da un gruppo di lavoro misto composto da Life Cycle Engineering, con competenze legate all'analisi ambientale, e da Horta con competenze di natura agronomica teorica e sperimentale.

1 – SCOPI DELLO STUDIO

www.studiolce.it

OBIETTIVI E CAMPO DI APPLICAZIONE

SISTEMI AGRICOLI

Gli obiettivi principali del progetto sono rappresentati da :

- confronto tra le pratiche di agricoltura tradizionale e quelle biologiche al fine di valutare quali siano gli indicatori di prestazione utilizzabili per valutare i vantaggi di una delle due alternative.
- comparazione tra le diverse tecniche agronomiche nel campo dell'agricoltura biologica al fine di identificare alcune "buone pratiche" con particolare riferimento alla fertilizzazione.

Il progetto sarà organizzato confrontando 2 diversi approcci all'agricoltura:

- **agricoltura biologica** (nelle sue varie accezioni);
- **agricoltura di tipo tradizionale:**
 - industriale "low input", ovvero condotta con attenzione alla sostenibilità;
 - industriale "high input", ovvero mirata alla massima resa possibile.

PRODOTTI

I prodotti presi in considerazione sono:

- il **frumento duro**: il grano rappresenta uno degli alimenti principali e maggiormente utilizzati nell'industria alimentare Italiana e a livello mondiale
- il **pomodoro**: in questo caso è stata considerata sia la produzione di *pomodoro industriale*, ovvero quello destinato alla trasformazione in altri prodotti, sia la produzione di *pomodoro "da tavola"* intensiva in serra condotta a minor scala (artigianale).

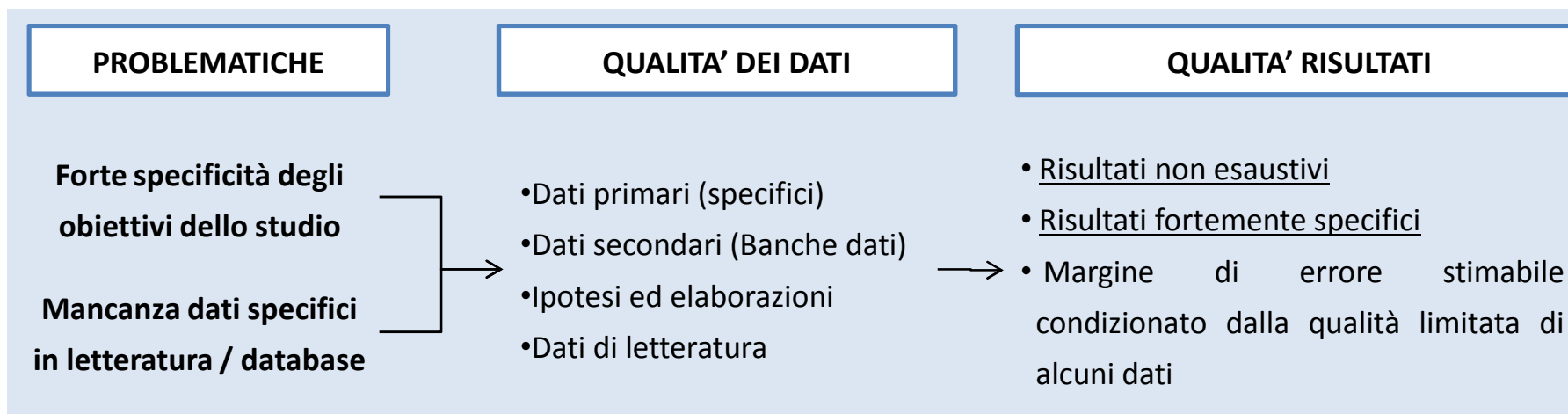


1 – SCOPI DELLO STUDIO

www.studiolce.it

CONFINI DEL SISTEMA ED APPLICABILITÀ DELLO STUDIO

Come meglio specificato nella descrizione del contesto metodologico e nell'analisi dei risultati, sia a causa dell'approfondito livello di dettaglio dell'analisi e degli obiettivi perseguiti, che della scarsità di informazioni in merito a studi simili in letteratura, lo sviluppo del progetto ha dovuto basarsi spesso su dati diretti reperiti presso i produttori, ipotesi, informazioni di banca dati e studi vicini all'argomento.



Per la stretta connessione con casi reali specifici, sia a livello territoriale che di tecniche agronomiche utilizzate, **i risultati dello studio non possono avere valore assoluto, ma devono essere letti ed interpretati soltanto in stretta relazione con i casi studio analizzati.**

AGENDA

www.studiolce.it

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

1

Analisi del contesto

2

Metodologia

3

Risultati Preliminari

4

Conclusioni

5

Back-up

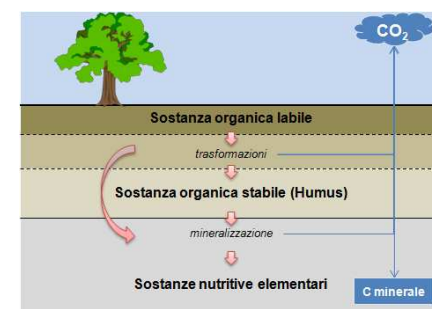
2- METODOLOGIA

www.studiolce.it

Indicatori di impatto ambientale

Il lavoro è condotto in modo da andare a sintetizzare gli impatti ambientali utilizzando gli indicatori di impatto principali ovvero il consumo di acqua, le emissioni di CO₂ equivalente, il sequestro di carbonio nel suolo.

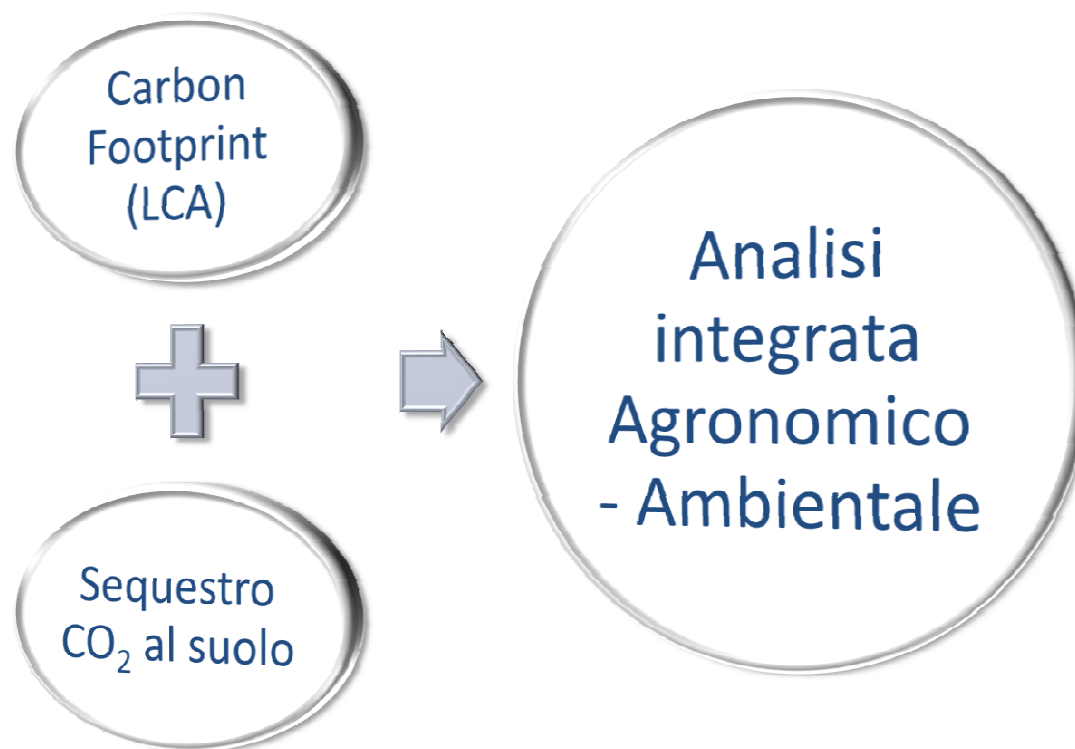
- **CARBON FOOTPRINT:** rappresenta la totalità delle emissioni di gas serra prodotte direttamente o indirettamente da qualsiasi attività umana; viene solitamente espresso in chilogrammi di CO₂ equivalente per una prospettiva temporale di 100 anni, tramite un indicatore comunemente chiamato GWP₁₀₀ (Global Warming Potential).
- **SEQUESTRO DI CO₂ AL SUOLO:** il valore dell'indicatore rappresenta una stima della CO₂ equivalente catturata e imprigionata in modo permanente nella matrice suolo sottoforma di carbonio organico o minerale (processi di trasformazione chimico-fisica). Nel caso specifico dell'agricoltura, il suolo può subire un arricchimento in carbonio conseguentemente ad una concimazione a base di fertilizzanti organici oppure all'interramento della massa vegetativa residua delle colture.



2- METODOLOGIA

www.studiolce.it

Al fine di perseguire un risultato approfondito e il più multidisciplinare possibile, l'approccio metodologico adottato è stato diviso in due fasi distinte, corrispondenti all'applicazione di strumenti di analisi differenti:



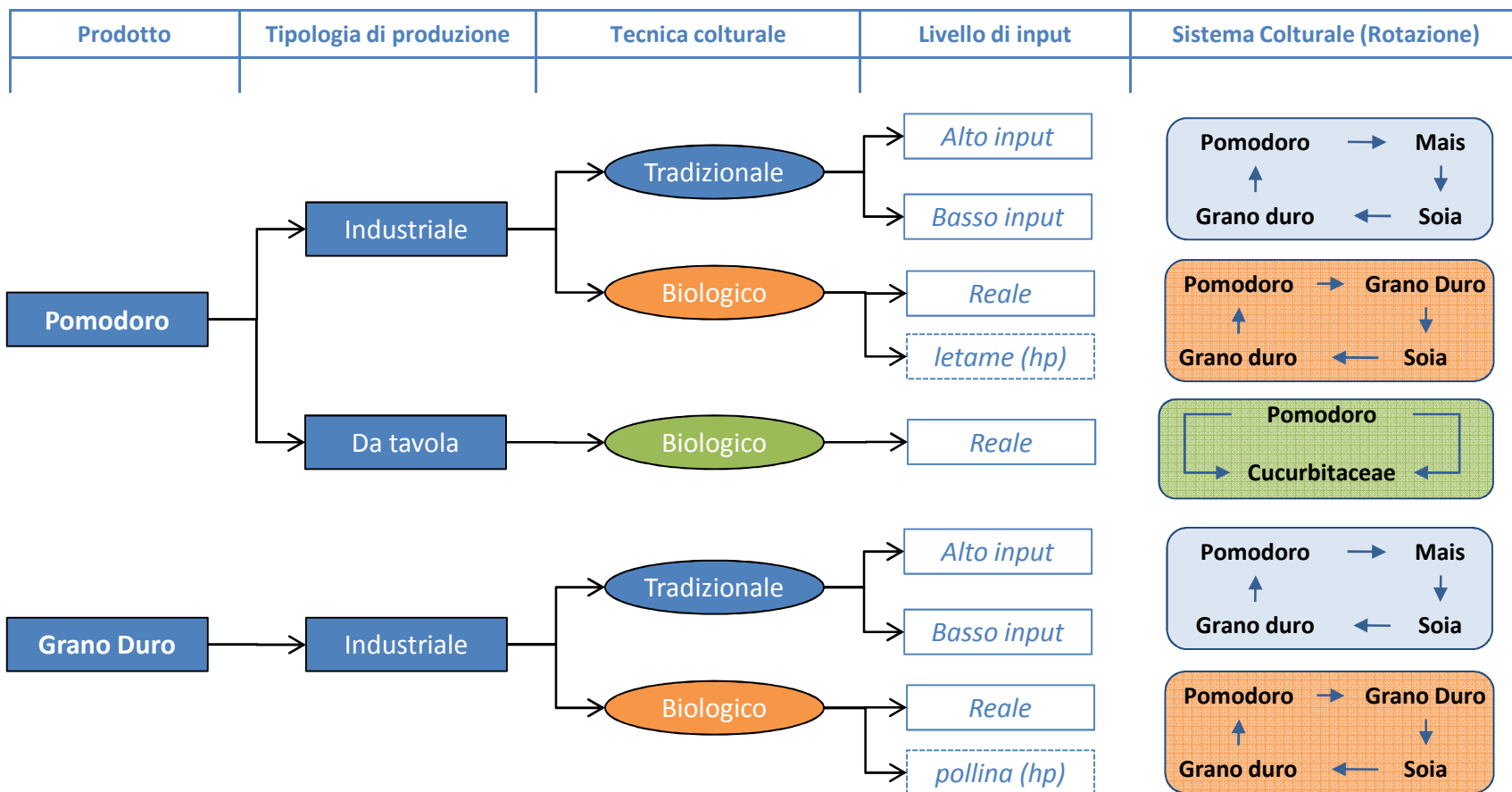
2- METODOLOGIA

www.studiolce.it

CARBON FOOTPRINT - Prodotti analizzati e pratiche agronomiche

I prodotti analizzati nell'ambito del progetto sono ottenuti con differenti tecniche di coltivazioni tra loro alternative e distinte in base ad alcuni aspetti colturali ed agronomici.

In considerazione dei casi studio analizzati, le coltivazione del grano duro e del pomodoro sono state analizzate nel contesto di rotazioni colturali specifiche ed realmente applicate dalle aziende agricole presso le quali sono stati reperiti i dati.



2- METODOLOGIA

www.studiolce.it

CARBON FOOTPRINT - Scenari analizzati e qualità dei dati

SISTEMA DI RIFERIMENTO		ORIGINE DATI					
Sistema culturale	Descrizione	Op. agricole	Fertilizzazione	Fertilizzanti	Diserbo e difesa	Agenti chimici	Serra piantine
Tradizionale HI	Produzione industriale da agricoltura convenzionale mirata ad alte rese	Az. Agr. Cà Bosco (RA)	Az. Agr. Cà Bosco (RA)	Database (secondari)	Az. Agr. Cà Bosco (RA)	Database (secondari)	Database (secondari)
Tradizionale LI	Produzione industriale da agricoltura convenzionale più "leggera" ed attenta alla sostenibilità	Az. Agr. Cà Bosco (RA)	Az. Agr. Cà Bosco (RA)	Database (secondari)	Az. Agr. Cà Bosco (RA)	Database (secondari)	Database (secondari)
Biologico Sostituzione	Produzione realizzata con un'agricoltura biologica essenzialmente di "sostituzione" di fertilizzanti chimici con ammendanti organici e senza utilizzo di erbicidi e chimici non consentiti dalla legge	Az. Agr. Cà Bosco (RA)	Az. Agr. Cà Bosco (RA)	Database (secondari)	Az. Agr. Cà Bosco (RA)	Database (secondari)	Database (secondari)
Biologico Letame/Pollina (Ipotesi: utilizzo Letame per coltivazione del Pomodoro e della pollina per il grano)	Produzione derivante da un'agricoltura biologica più coerente e legata alla filosofia del "Bio", tramite utilizzo di una concimazione con letame/pollina + integrazioni con Borlande.	Scenario ipotetico analogo allo scenario Biologico Sostituzione	Scenario ipotetico	Elaborazioni LCE su dati ISPRA	Scenario ipotetico	Database (secondari)	Database (secondari)
Biologico Artigianale	(solo Pomodoro) Agricoltura biologica intensiva su piccola scala e realizzata in serra con concimazioni annuali a letame	Produttore diretto (FC)	Produttore diretto (FC)	Elaborazioni LCE su dati ISPRA	Produttore diretto (FC)	Database (secondari)	Produttore diretto (FC)

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

2- METODOLOGIA

www.studiolce.it

SEQUESTRO DI CO₂ – Il Bilancio del Carbonio

Il sequestro di CO₂ nei terreni avviene grazie ai processi di umificazione con seguente formazione di Sostanza Organica stabile nella matrice suolo: per questo si può dire che fertilità di un suolo e sequestro di carbonio (e di CO₂ eq) siano due fattori strettamente correlati tra loro.

Tali processi sono la conseguenza di un **bilancio dinamico** nel tempo **tra la sostanza organica che viene persa dal suolo** sotto forma di CO₂ (mineralizzazione) o per processi di ossidazione ed erosione, **e quella che viene prodotta** in caso di apporti esterni di sostanza organica sul suolo medesimo.

Proprio in conseguenza del dinamismo della sostanza organica nel tempo, e della sua stretta correlazione con le pratiche agronomiche applicate, il **sequestro del carbonio al suolo e, conseguentemente, della CO₂, non può essere valutato sulla singola coltura, ma su periodi più lunghi (almeno il tempo di una rotazione).**

Il maggior limite dell'LCA in tal senso, anche nel momento in cui fosse possibile modellizzare il sequestro di CO₂, è proprio il fatto di non poter simulare le dinamiche che regolano la formazione di Sostanza Organica stabile al suolo e, perciò, di non poter dare una misura della fertilità e degli effettivi vantaggi di un'agricoltura in grado di arricchire un terreno in carbonio contro un'altra che, al contrario, lo impoverisce.

Attualmente esistono diverse metodologie per la valutazione della fertilità dei suoli, più o meno solide scientificamente: di seguito sono esposti i risultati dell'analisi di alcuni scenari colturali effettuata con differenti metodi di calcolo.

- 1) Bilancio dell'Humus
- 2) Modello Seq Cure (CRPA Reggio Emilia)
- 3) Bilancio di fertilità Modello CRA-CIN (Bologna)

2- METODOLOGIA

www.studiolce.it

SEQUESTRO DI CO₂ - Scenari analizzati

Per poter effettuare un'analisi comparativa tra diverse tecniche agronomiche possibili, sono state prese in considerazione **3 rotazioni culturali**, rappresentative di: *agricoltura tradizionale*, *agricoltura biologica "di sostituzione"* *agricoltura biologica più ortodossa* (2 scenari con fertilizzazione mediante letame bovino e pollina).

Tali rotazioni prevedono l'avvicinarsi delle medesime coltivazioni su 4 anni, ma con fertilizzazioni realizzate con prodotti ed in tempi diversi tra loro, come spiegato nella sottostante tabella.



Vedi Risultati

Cultura (anno)	AGRICOLTURA TRADIZIONALE		BIOLOGICO "DI SOSTITUZIONE"		BIOLOGICO "LETAME"		BIOLOGICO "POLLINA"	
	Fertilizzanti	Residuo vegetale	Fertilizzanti	Residuo vegetale	Fertilizzanti	Residuo vegetale	Fertilizzanti	Residuo vegetale
Pomodoro (1)	Mix presemina (3-15-0): 100 kg Nitrato ammonico 34%: 200 kg Concime N K (13-0-46): 240 kg	25 t/ha (24% SS)	Pellettato organico: 1000 kg Borlanda: 2000 kg	20 t/ha (24% SS)	Letame (50 t/ha)	20 t/ha (24% SS)	Pollina (3 t/ha)	20 t/ha (24% SS)
Grano duro (2)	Nitrato ammonico 34%: 200 kg Urea 46%: 220 kg	1,5 t/ha (no paglia)	Pellettato organico: 800 kg Borlanda: 2000 kg	4,5 t/ha	n.a.	4,5 t/ha	-	4,5 t/ha
Soia (3)	n.a.	4 t/ha	Pellettato organico: 800 kg Borlanda: 2000 kg	3 t/ha	n.a.	3 t/ha	Pollina (3 t/ha)	3 t/ha
Grano duro (4)	Nitrato ammonico 34%: 200 kg Urea 46%: 220 kg	1,5 t/ha (no paglia)	Pellettato organico: 800 kg Borlanda: 2000 kg	4,5 t/ha	n.a.	4,5 t/ha	n.a.	4,5 t/ha

AGENDA

www.studiolce.it

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

1

Analisi del contesto

2

Metodologia

3

Risultati Preliminari

4

Conclusioni

5

Back-up

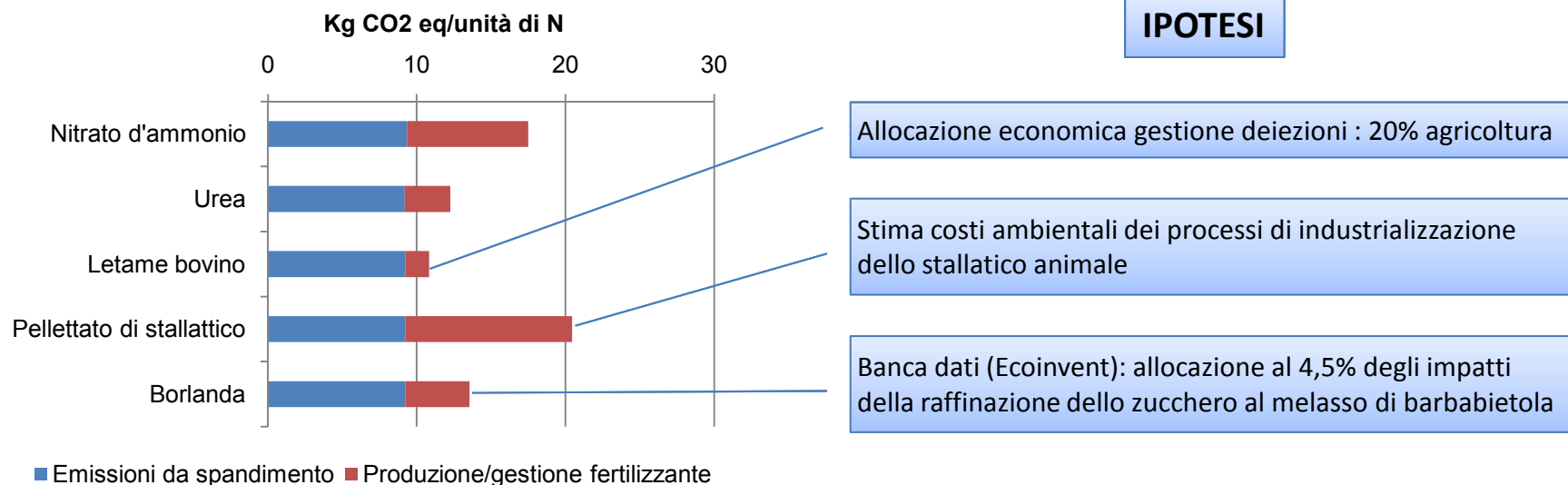
3- RISULTATI

www.studiolce.it

CARBON FOOTPRINT – CONFRONTO TRA FERTILIZZANTI

Dal confronto tra gli impatti connessi alla produzione ed all'utilizzo di diverse tipologie di fertilizzante utilizzati, emerge le seguenti considerazioni:

- Al momento non è possibile differenziare le emissioni dovute allo spandimento dei fertilizzanti in base al tipo di concime utilizzato (chimico/organico); le emissioni di N₂O sono analoghe per tutti i fertilizzanti e basate sul bilancio dell'N nel suolo (Back-up);
- Le emissioni derivanti dalla produzione dei diversi fertilizzanti possono variare molto in base ai processi produttivi ed alle ipotesi utilizzate (es: allocazione degli impatti per derivati vegetali e animali di altre industrie e settori produttivi);
- Concimi organici derivanti da deiezioni animali hanno impatti tendenzialmente alti a causa dei consumi energetici dovuti ai processi di disidratazione e pellettizzazione; **una maggior industrializzazione dei processi di produzione dei fertilizzanti implica in incremento del loro impatto ambientale.**



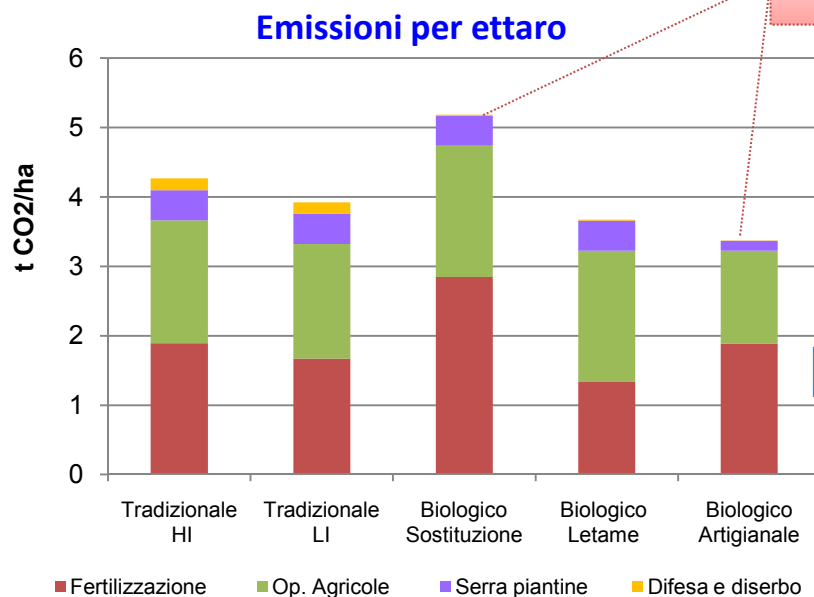
3- RISULTATI

Emissioni per tonnellata

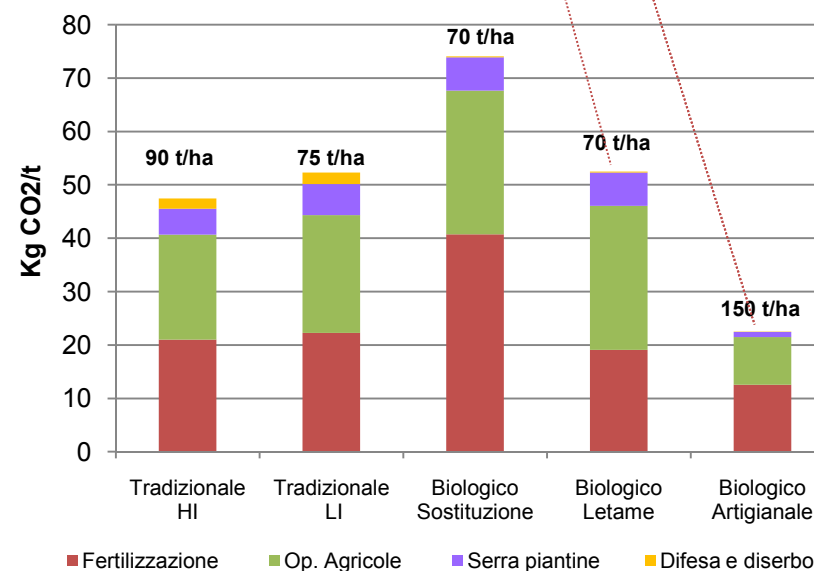
www.studiolce.it

CARBON FOOTPRINT – Emissioni dovute alla coltivazione del Pomodoro

Contributo all'effetto serra potenziale delle attività agricole connesse alla produzione del Pomodoro mediante differenti tipologie di coltivazione



Rese



Sequestro CO₂

Sequestro CO₂

Dai risultati emergono i seguenti aspetti:

- una maggiore industrializzazione delle pratiche di fertilizzazione riduce i vantaggi ambientali.
- un maggiore impatto delle operazioni agricole connesse con l'agricoltura biologica.

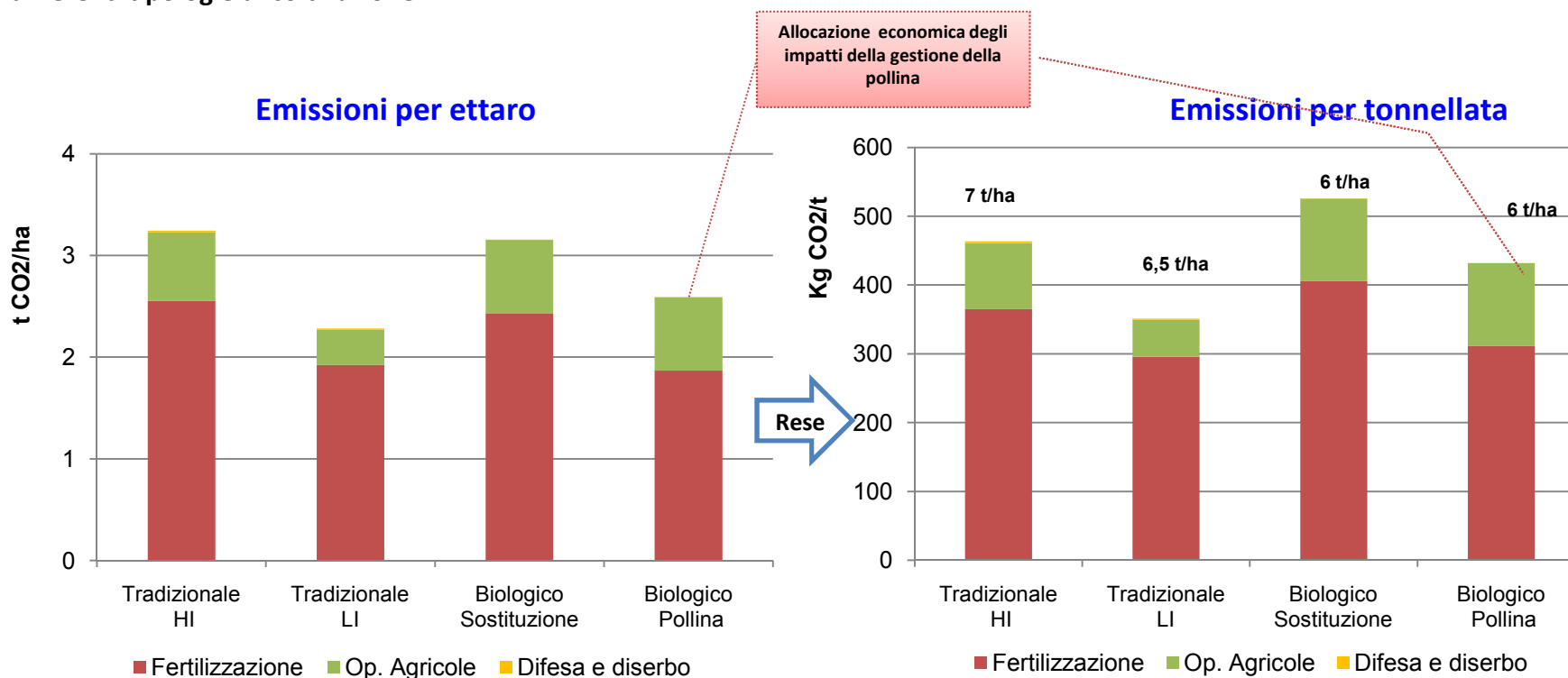
La metodologia LCA non è adeguata per valutare il Carbonio sequestrato al suolo poiché questo è soggetto a dinamiche di mineralizzazione e volatilizzazione strettamente dipendenti dalle caratteristiche del suolo ed alle dinamiche chimico – fisiche correlate

3- RISULTATI

www.studiolce.it

CARBON FOOTPRINT – Emissioni dovute alla coltivazione del Grano Duro

Contributo all'effetto serra potenziale delle attività agricole connesse alla produzione del Grano duro mediante differenti tipologie di coltivazione



La metodologia LCA non è adeguata per valutare il Carbonio sequestrato al suolo poiché questo è soggetto a dinamiche di mineralizzazione e volatilizzazione strettamente dipendenti dalle caratteristiche del suolo ed alle dinamiche chimico – fisiche correlate

3- RISULTATI

www.studiolce.it

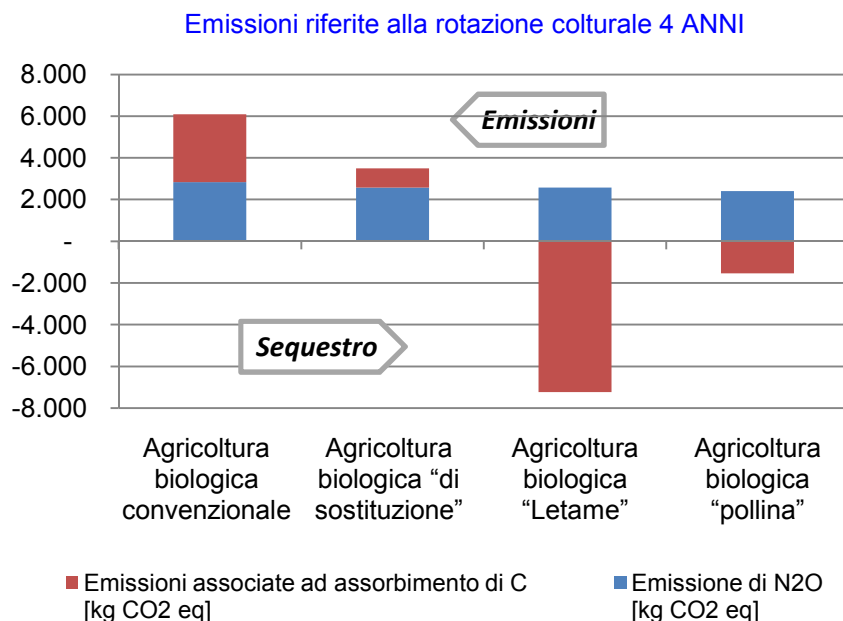
Sequestro di CO₂ al suolo – Modello Seq Cure

Il modello Seq Cure è un modello di calcolo sviluppato dal CRPA reggi nell'ambito del progetto *LIFE 2006 – Integrated system to enhance sequestration of Carbon, producing energy crops by using organic residues*.

Lo scopo è quello di fornire un'interfaccia web semplificata per il calcolo delle emissioni di CO₂ eq. (derivanti dalle emissioni di N₂O e il sequestro di Carbonio Organico al suolo) derivanti dalle pratiche agricole applicate per coltivazioni a scopi di produzione energetica. Il modello è basato specificamente su dati meteo della Regione Emilia Romagna (dettaglio del quadrante).

Il software combina due modelli matematici complessi:

1. Modello sviluppato dal **Max Planck Institute****, basato su una logica "fuzzy", calcola le emissioni di N₂O dai terreni agricoli.
2. **Roth-C model***: stima la dinamica del carbonio nel suolo e le emissioni di CO₂ per la respirazione



Principali ipotesi

- Risultati "pregressi" basti su dati storici;
- Risultati "Previsionali" frutto di elaborazioni matematiche casuali basate su dati storici
- **Modello dinamico**: considera i cambiamenti subiti dal suolo a fronte di determinate operazioni per valutare le conseguenze
- **Emissioni di N₂O dipendenti** da condizioni atmosferiche, eventi climatici, tipo e caratteristiche del terreno, ma **non dal tipo di fertilizzate**;
- Non permette di scegliere le operazioni agricole applicate
- La gestione dei residui colturali può essere modellizzata solo tramite la scelta del tipo di raccolto utile (possibile solo per alcune coltivazioni; e.g: no frumento)
- Il contenuto di SO dei residui vegetali non è modificabile

* www.rothamsted.bbsrc.ac.uk/aen/carbon/rothc.htm

** www.bgc-jena.mpg.de/

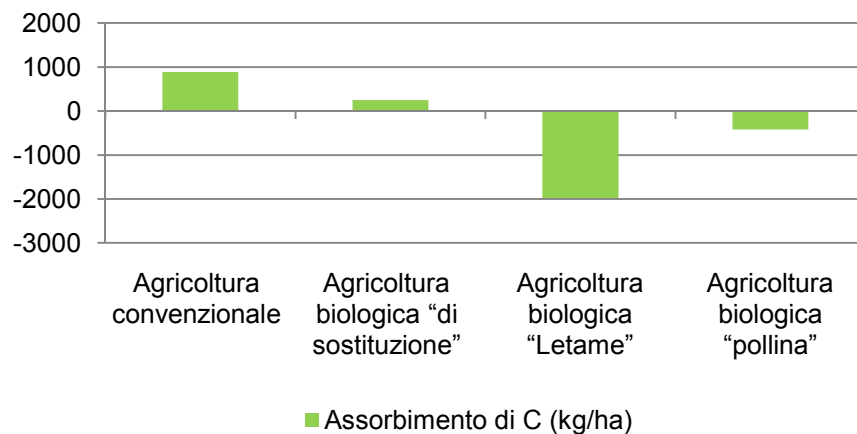
Vedi Rotazione

3- RISULTATI

www.studiolce.it

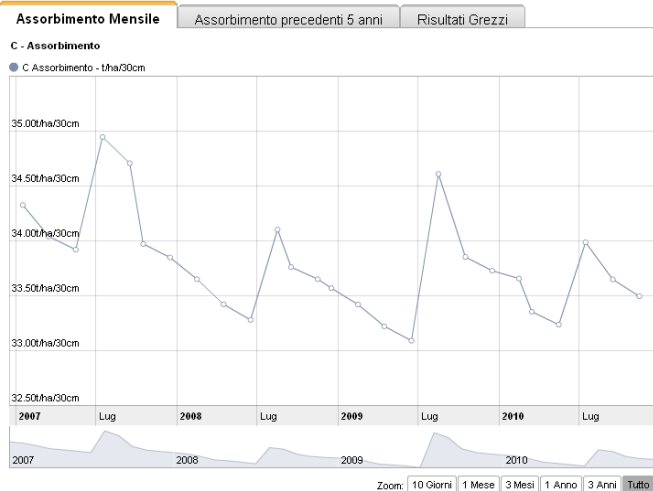
Sequestro di CO₂ al suolo – Modello Seq Cure

Assorbimento di C (kg/ha) Rotazione 4 anni



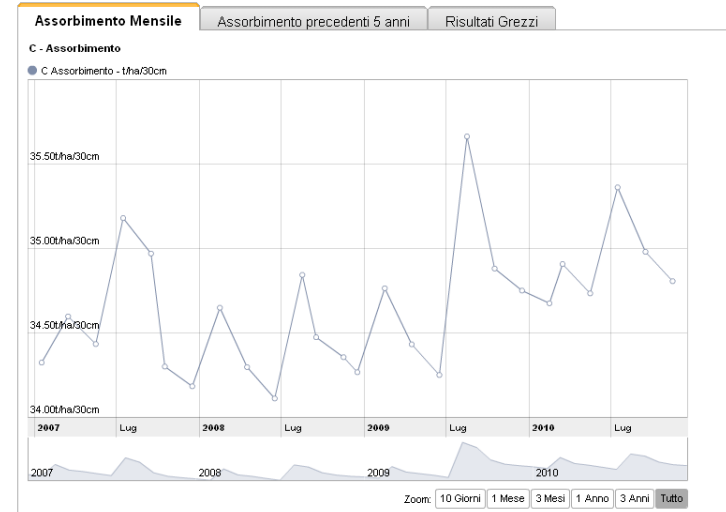
CB trad def: Risultati della Simulazione per C

Assorbimento Totale [t(C)/ha/30cm]: -0,89



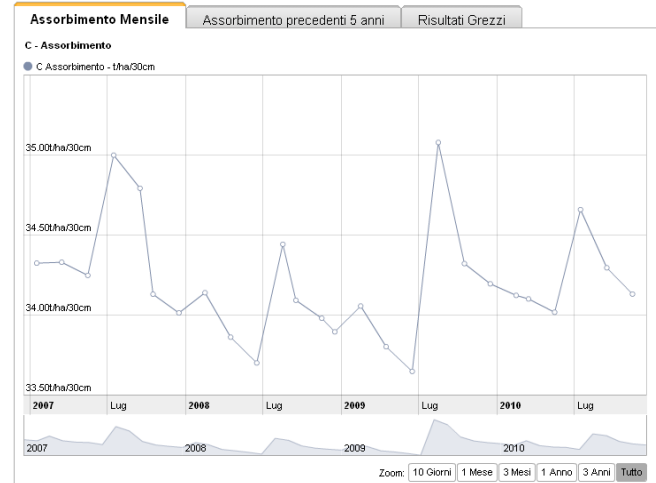
CB solo pollina def: Risultati della Simulazione per C

Assorbimento Totale [t(C)/ha/30cm]: 0,42



CB bio def: Risultati della Simulazione per C

Assorbimento Totale [t(C)/ha/30cm]: -0,25



Vedi Rotazione

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

3- RISULTATI

www.studiolce.it

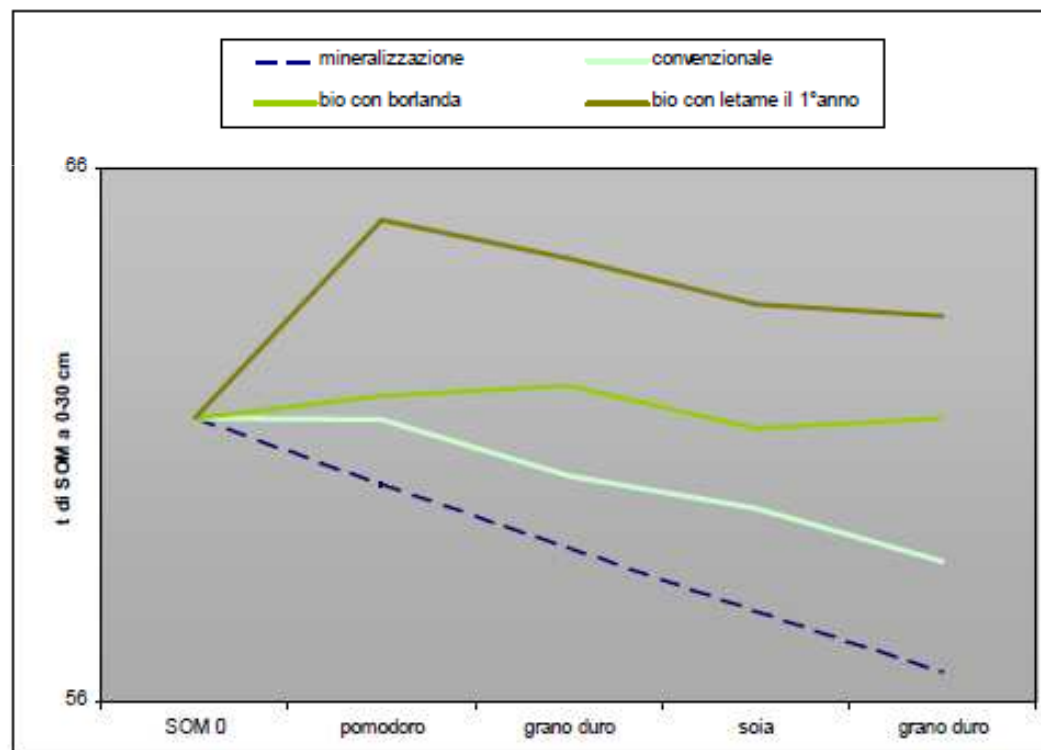
Sequestro di CO₂ nel suolo – MODELLO CRA-CIN

Modello predittivo per rappresentare la dinamica della sostanza organica del suolo basato sui coefficienti di umificazione (caratteristico del materiale apportato) e mineralizzazione annuale (stimato sulla base del tipo di suolo).

- Scenari analizzati su breve periodo 4 anni (anche se il modello si prefigge obiettivi di stima a medio-lungo termine)
- Sostanza organica che mineralizza annualmente $K_2 = 0,02\%$.

Risultati

- Scenario Agricoltura “Convenzionale”: depauperamento sostanza organica con riduzione pari a circa 1,5% e produzione flusso CO₂ dal suolo all’atmosfera pari a circa 1,4 tonnellate/ha per anno.
- Scenario Agricoltura Biologica “di sostituzione” mantenimento della sostanza organica in cui flusso dovuto alla mineralizzazione è compensato dal sequestro per umificazione;
- Scenario Agricoltura Biologica “con letame”: aumento sostanza organica 1,6% con sequestro CO₂ nel suolo di circa 1 tonnellata/ha per anno.



Dinamica di breve periodo della sostanza organica nel suolo (SOM) per i tre scenari di rotazione confrontata con la sostanza che verrebbe teoricamente mineralizzata in assenza di apporti di materiale organico

3- RISULTATI

www.studiolce.it

Sequestro di CO₂ nel suolo – MODELLO CRA-CIN

L'analisi condotta mediante il modello CRA-CIN ha permesso inoltre di evidenziare i seguenti aspetti:

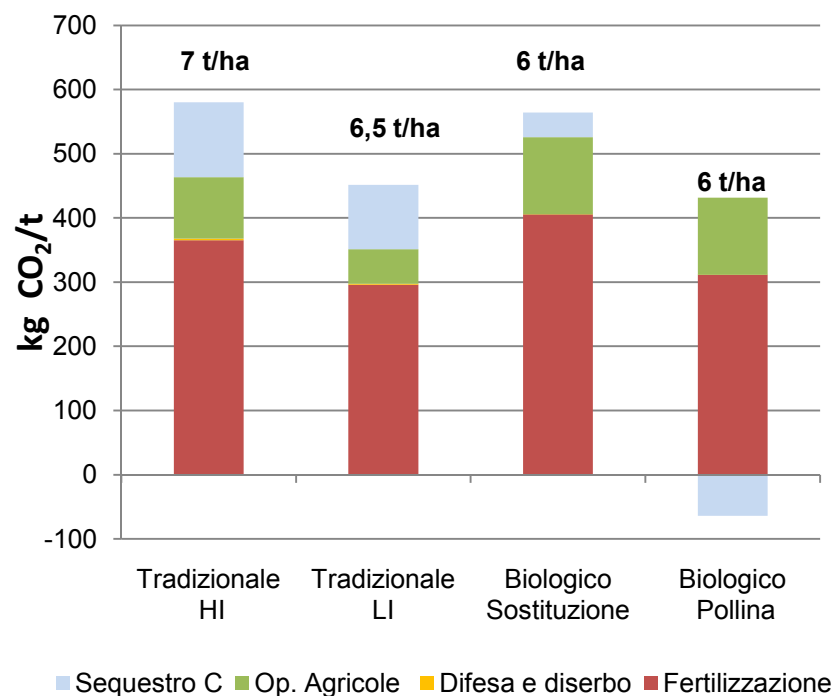
- le colture convenzionali risultano depauperanti per le sostanze organiche nel suolo perché ne apportano esclusivamente mediante l'interramento dei residui colturali;
- la soia risulta depauperante per la sostanza organica anche se coltivata in modo biologico; è pertanto opportuno evidenziare come un'analisi ambientale di questo tipo non debba essere focalizzata solo sul sequestro di CO₂ ma anche sui "co-benefit". L'analisi sulla rotazione consente infatti di valutare il vantaggio che la soia può implicare in termini di emissioni per la minor produzione di fertilizzanti dovuta alla presenza di azoto fissato e reso disponibile dalla leguminosa per la coltura successiva.
- In un'analisi come quella sviluppata, risulta fondamentale conoscere la precessione colturale per una corretta valutazione della sostanza organica iniziale;
- i diversi contributi al sequestro del Carbonio (con particolare riferimento al letame) devono essere allocati all'intera rotazione per non favorire eccessivamente una specifica coltura (es. nel caso in esame la coltivazione del pomodoro risulta favorita mentre il grano in avvicendamento penalizzato a seguito della maggiore mineralizzazione dovuta all'apporto di sostanza organica della coltura precedente.

3- RISULTATI

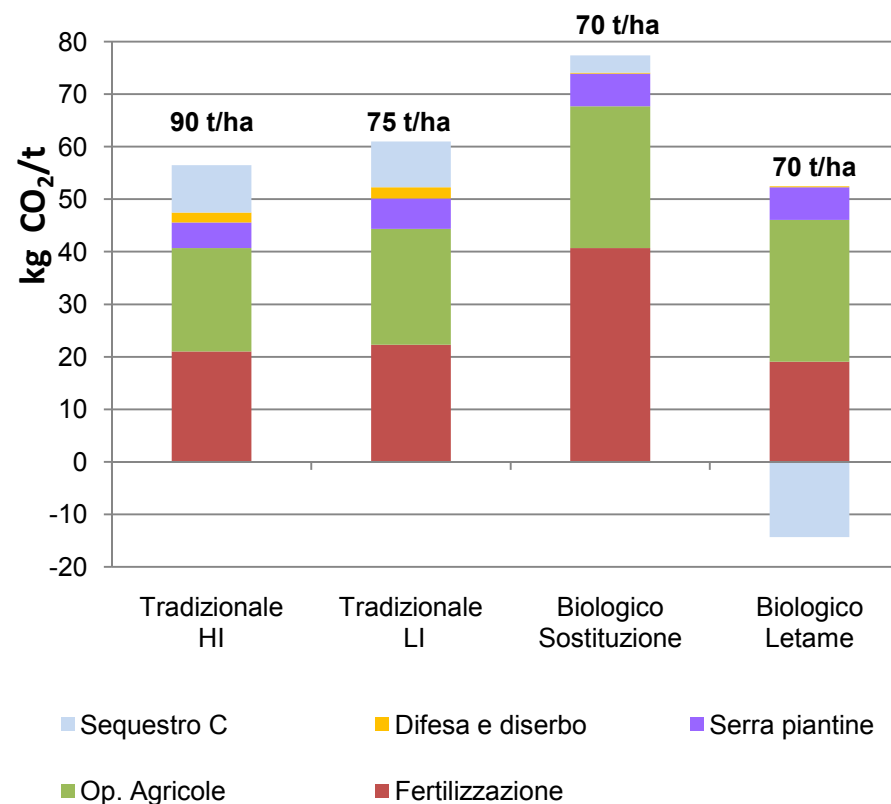
www.studiolce.it

CARBON FOOTPRINT – Bilancio delle emissioni coltivazione e sequestro Carbonio

COLTIVAZIONE GRANO



COLTIVAZIONE POMODORO



* Sequestro calcolato come dato medio dei risultati ottenuti dai modelli Seq-Cure e CRA-CIN

AGENDA

www.studiolce.it

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

1

Analisi del contesto

2

Metodologia

3

Risultati Preliminari

4

Conclusioni

5

Back-up

4 - CONCLUSIONI

www.studiolce.it

CONSIDERAZIONI METODOLOGICHE

1. Gli effettivi vantaggi di una agricoltura di tipo biologico sono difficili da valutare tramite la sola metodologia LCA per la complessità delle relazioni chimico-fisiche proprie della matrice suolo e per la quantità di variabili da considerare.

La metodologia LCA rimane uno strumento valido per la valutazione degli impatti legati più propriamente a processi maggiormente “industrializzati”, quali: operazioni agricole, produzione ed emissioni relative a produzione ed utilizzo di sostanze chimiche, ecc..

LCA non è in grado di rilevare alcuni benefici intrinseci dell'agricoltura biologica quali il mancato utilizzo di prodotti chimici, l'aumento della fertilità residua (e conseguente sequestro del carbonio) mantenimento della biodiversità.

Il sequestro di carbonio al suolo e l'aumento di fertilità, che possono vertere in termini “ambientali” a vantaggio del biologico, devono essere valutati per mezzo di altri strumenti specifici (e.g.: bilanci dell'humus, software di simulazione, indicatori appropriati, ecc...).

VANTAGGI DEL BIOLOGICO

Gli indiscutibili vantaggi dell'agricoltura biologica che emergono dallo studio sono :

- impatti evitati, relativi alla produzione di fertilizzanti chimici ([Riferimento Slide 14](#))
- miglioramento della struttura e della fertilità dei suoli agricoli (soprattutto per il biologico fatto con concimi organici freschi, come il letame);
- maggiore contributo al sequestro del Carbonio da parte dei terreni agricoli come evidenziato dall'applicazione dei modelli Seq-Cure e CRA-CIN.
- riduzione impatto ambientale per la produzione dei pesticidi /erbicidi (es. consumi energetici, emissioni in atmosfera)
- riduzione apporto di sostanze chimiche nel terreno in relazione al mancato utilizzo di pesticidi/erbicidi

SVANTAGGI DEL BIOLOGICO

Tra gli svantaggi dell'agricoltura biologica rispetto alla tradizionale (in condizioni di perfetta analogia) è opportuno evidenziare:

- minori rese colturali
- maggiori lavorazioni meccaniche del terreno per la riduzione della pressione esercitata dalle erbe infestanti.

4 - CONCLUSIONI

www.studiolce.it

ANALISI DEGLI IMPATTI AMBIENTALI

1. Riferendosi alla coltivazione di Pomodoro da industria e Grano duro, a livello di Carbon Footprint, sia relativamente all'ettaro coltivato, sia alla tonnellata di prodotto finito, **l'agricoltura biologica è sostanzialmente equivalente a quella tradizionale in termini assoluti** ([Riferimento Slide 15 -16](#));

Nel confronto, infatti, vanno tenute in considerazione le diverse tecniche con cui il biologico può essere realizzato (e.g: biologico di sostituzione dei fertilizzanti chimici, biologico con concimi animali) e le tipologie di fertilizzanti utilizzati;

2. I concimi organici di origine animale/vegetale disidratati, pellettizzati o che subiscono processi di industrializzazione, a seconda della loro tipologia, possono essere responsabili di impatti uguali se non addirittura maggiori dei fertilizzanti chimici;
3. Il biologico non può prescindere dalla rotazione colturale; i vantaggi relativi al sequestro di Carbonio al suolo dovuti a fertilizzazione organica devono, quindi, essere valutati sull'intero periodo della rotazione e non sul singolo anno di coltivazione.

Le dinamiche responsabili dell' humificazione della Sostanza Organica e del suo mantenimento al suolo, infatti, non si esauriscono nel singolo anno di coltivazione.

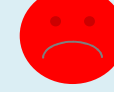
4. In termini generali si può dire che il maggior contributo al mantenimento/arricchimento di Carbonio nel suolo è dato da:
 - Residui vegetali lasciati al suolo dalla coltivazione precedente;
 - Concimi organici freschi (e.g.: letame bovino);
 - Concimi organici disidratati.
5. Le condizioni pedologiche e climatiche hanno un influsso determinante sia sulle emissioni derivanti dai fertilizzanti che sul sequestro di carbonio al suolo.

4 - CONCLUSIONI

www.studiolce.it

Esempio di MATRICE MULTICRITERIO per la valutazione degli scenari maggiormente sostenibili

Per confrontare le pratiche di agricoltura tradizionale e quelle biologiche è necessario impostare un'analisi multicriterio che tenga conto di indicatori aggiuntivi rispetto a quelli di tipo LCA (es. caratteristiche del suolo associate alle diverse pratiche di fertilizzazione).

SCENARIO CULTURALE	GWP Irreversibile 	Sequestro CO2* 	Utilizzo Chimici 	Produttività 
Pomodoro tradizionale				
Pomodoro - biologico di sostituzione				
Pomodoro – biologico letame				
Pomodoro - biologico artigianale				
Grano duro - tradizionale				
Grano duro - biologico di sostituzione				
Grano duro - biologico pollina				

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

AGENDA

www.studiolce.it

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

1

Analisi del contesto

2

Metodologia

3

Risultati Preliminari

4

Conclusioni

5

Back-up

BACK-UP: Metodologia

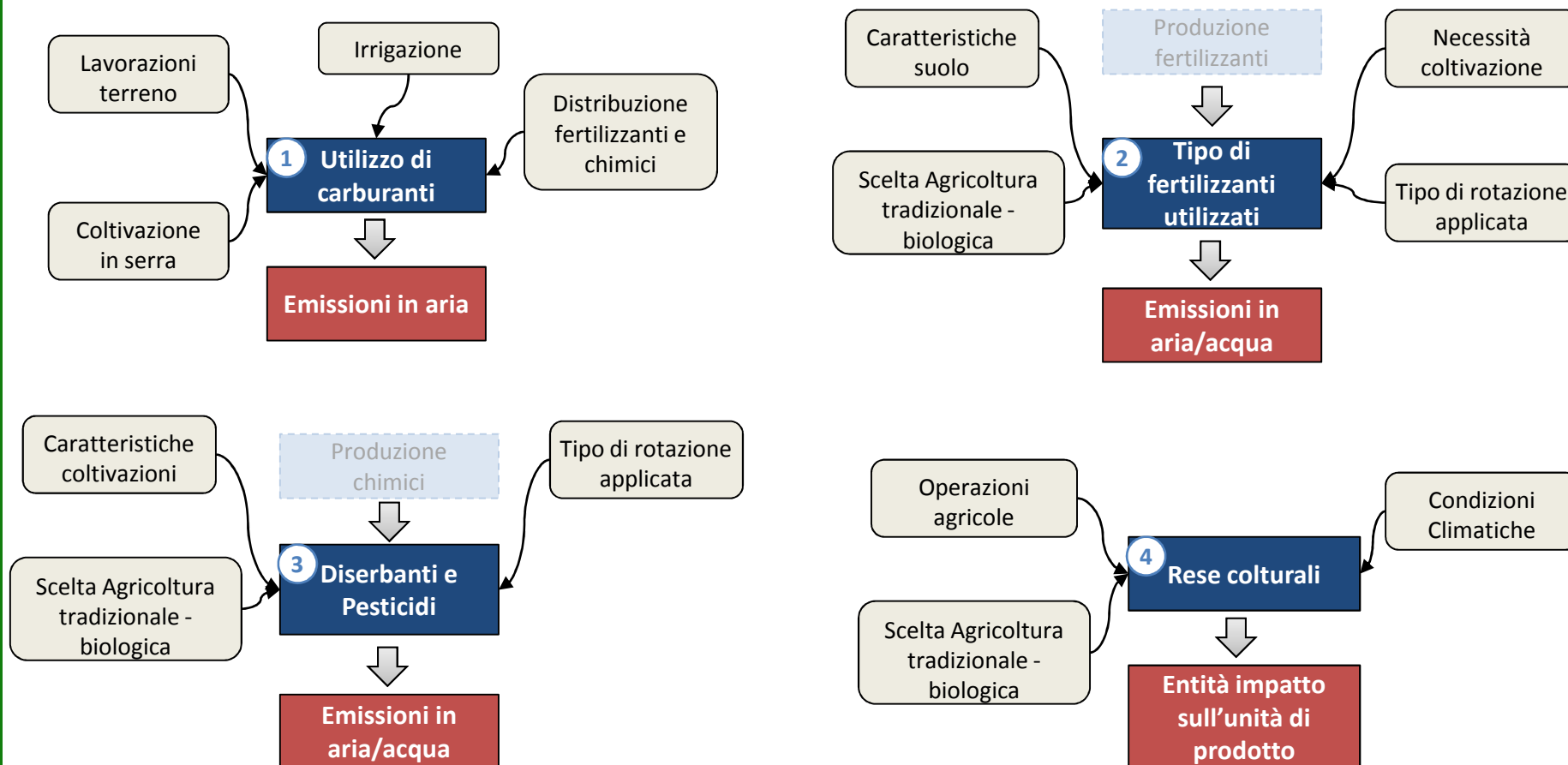
www.studiolce.it

Variabili tra le tecniche colturali

La tecniche agricole tradizionale o biologica utilizzata per la coltivazione dei prodotti analizzati differiscono tra loro per quanto concerne alcuni importanti parametri usati per la costruzione dei modelli LCA e per la conseguente definizione degli impatti correlati.

Di seguito viene fornito un quadro delle variabili più importanti e dei rapporti di causa-effetto tra di esse e le attività che le influenzano:

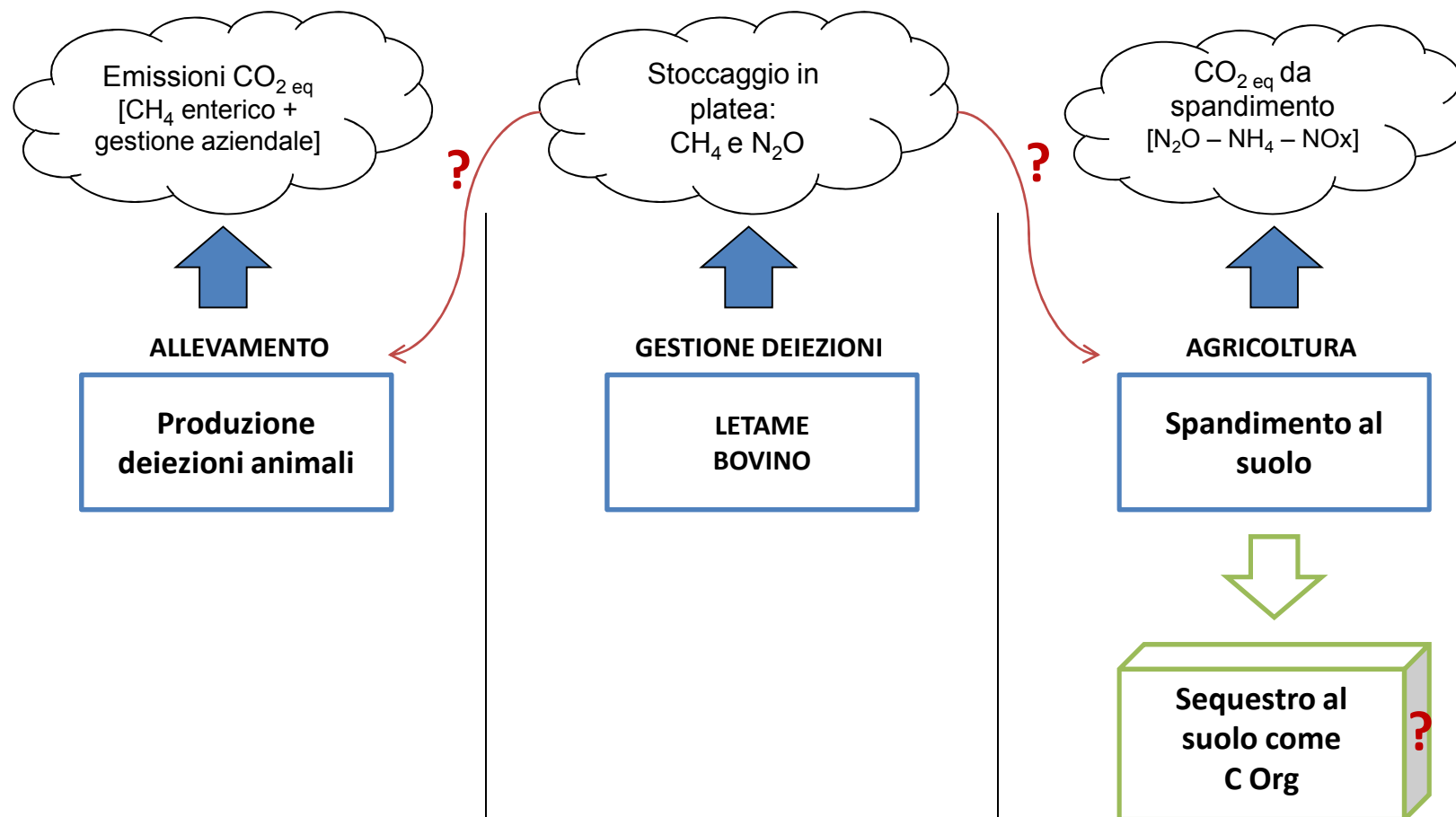
Agricoltura Biologica vs. Convenzionale



BACK-UP: Allocazione impatti gestione fertilizzanti organici

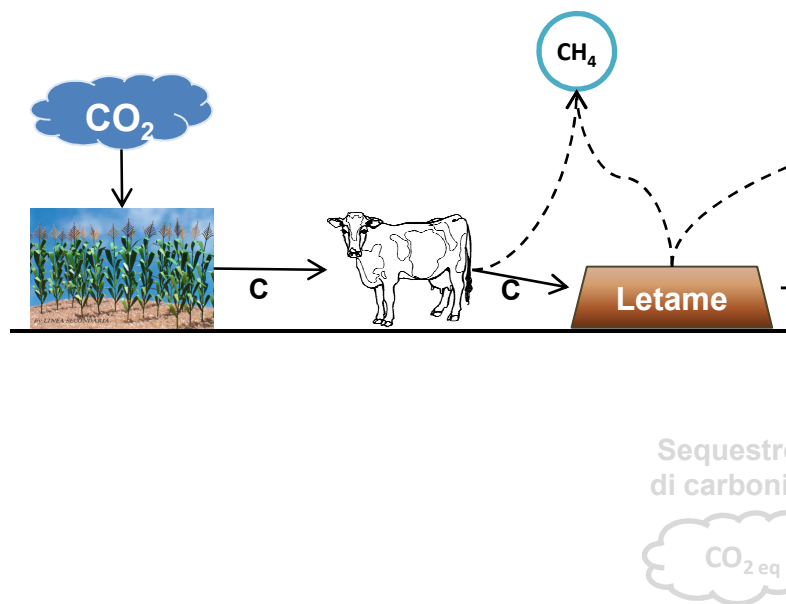
www.studiolce.it

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale



BACK-UP: Allocazione impatti gestione fertilizzanti organici

www.studiolce.it



PAS 2050:2008

Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services

- Biogenic emissions **shall be excluded**, except if arising from land use change
- Eligible products: **carbon storage shall be considered** where:
 - **The product is NOT for humans and animals**
 - >50% of the mass of carbon biogenic IN THE product remain for more than 1 year
 - The product is a result of human activities to make it an input to a process
- CO₂ emissions from biogenic storage treatment **SHALL NOT be considered**

Bilancio della CO₂

-La CO₂ emessa dalle fasi di gestione delle deiezioni, spandimento e decomposizione della sostanza organica non è stata contabilizzata in quanto deriva dall'organizzazione della CO₂ intrappolata dai vegetali utilizzati come alimento per gli animali;

- Il metano derivante da fermentazione enterica e gestione delle deiezioni animali deve essere considerato poiché frutto di una trasformazione chimica che ne aumenta il potenziale effetto serra;

BACK-UP: Allocazione impatti gestione fertilizzanti organici

www.studiolce.it

Le emissioni (CH_4 , NH_3 e N_2O) associate alla gestione delle deiezioni derivano da ISPRA e dai bilanci del Carbonio (es. bilancio letame in [back up](#)).

I dati statistici sui prezzi dei prodotti derivano dalla banca dati FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/default.aspx>)

I dati sulla composizione del patrimonio bovino Italiano derivano dal censimento dell'agricoltura ISTAT 2010.



ALLOCAZIONE ECONOMICA DEGLI IMPATTI DELLA GESTIONE DELLE DEIEZIONI

Tipologia allevamento	Durata ciclo vita	Produzione deiezioni (t/capo)	Kg carne	Kg latte /capo	Altri sottoprodotti (es. cuoio)	Proporzione mandrie bovine in italia
BOVINO DA LATTE	5	5,8	300	30.000	36	75%
BOVINO DA CARNE	2	4,8	300	0	36	25%



	ALLEVAMENTO			AGRICOLTURA		
Allocazione economica (€)	Carne	Latte	Altri sottoprodotti (es. cuoio)	Produzione pomodoro da letame	Produzione grano da letame	Produzione soia da letame
	0,393	2,328	0,017	0,294	0,050	0,046
	0,475	0,000	0,021	0,294	0,050	0,046



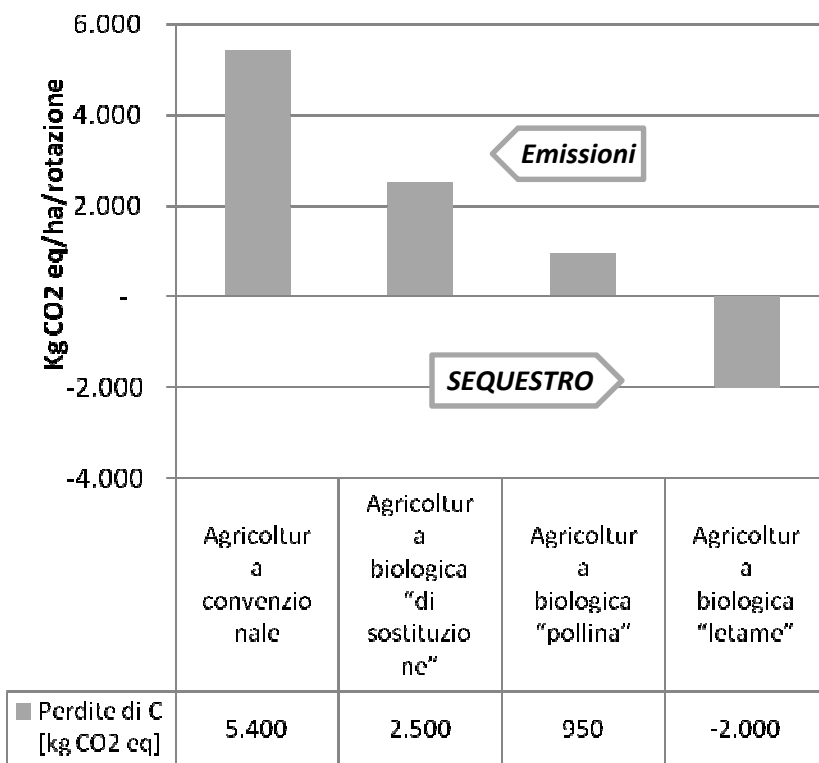
Allocazione economica	
% allevamento	% agricoltura
80%	20%

BACK-UP: Sequestro teorico di CO₂ al suolo

www.studiolce.it

Sequestro CO₂ al suolo – Bilancio Humico teorico

Il calcolo del bilancio umico (vedi sezione “[Bilancio dell’humus](#)”) si basa su dati molto indicativi, ma ha lo scopo di tenere sotto controllo la fertilità organica e di diagnosticare eventuali carenze nella gestione di della Sostanza Organica presente nel terreno.



Principali ipotesi

- Il modello non è dinamico: il calcolo non tiene conto dei mutamenti subiti dal suolo nel corso degli anni
- Il calcolo può essere utile per stimare, in modo pratico, le restituzioni che è necessario apportare al terreno per compensare la distruzione di Sostanza organica
- I risultati non possono essere, quindi, letti in termini assoluti e ne per singola coltura, ma a livello di rotazione

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

BACK-UP: Sequestro Carbonio

www.studiolce.it

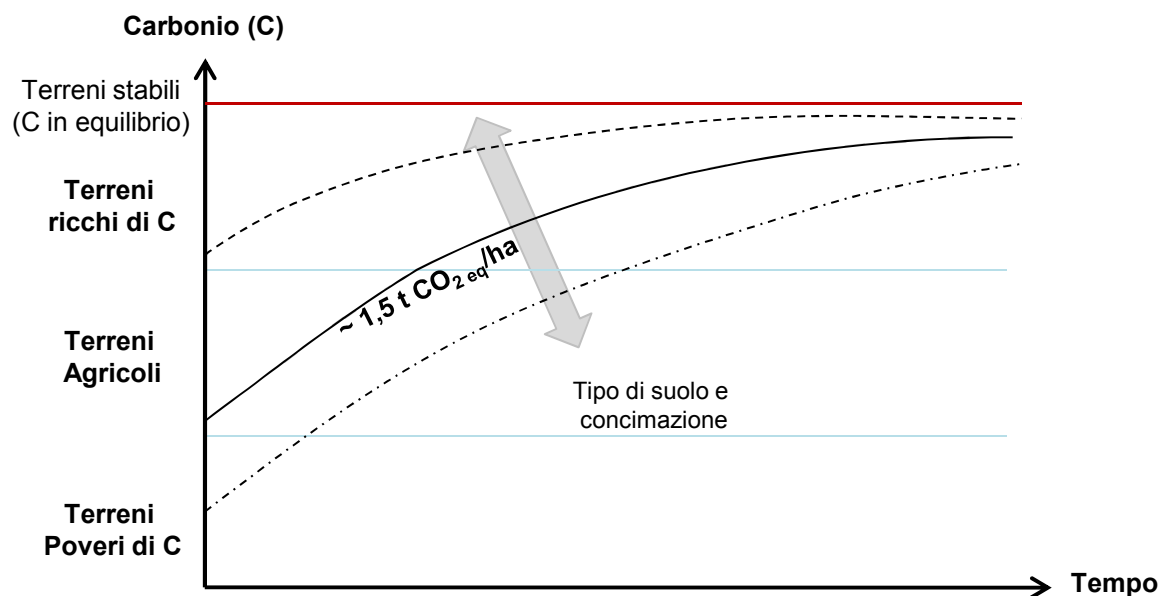
Agricoltura Biologica vs. Convenzionale

FONTE	CONTENUTI	CRITICITÀ - COMMENTI
<p>IFOAM</p> <p>International Federation of Organic Agriculture Movement)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Agricoltura Biologica (AB) riduce del 15% emissioni GHG (CO₂, N₂O, CH₄). La riduzione delle emissioni avviene per l'effetto sinergico dell'immagazzinamento di carbonio organico nel sottosuolo (sottrazione di CO₂ all'atmosfera), e la riduzione degli apporti di N al suolo. 	<ul style="list-style-type: none"> La riduzione di GHG non è spesso quantificabile (in particolare le emissioni di metano derivanti dal cambiamento della dieta degli animali). NB: Non sono disponibili le fonti dei dati citati
<p>Adrian Muller,</p> <p>"Benefits of Organic Agriculture as a Climate Change Adaptation and a Mitigation Strategy for Developing Countries"</p>	<ul style="list-style-type: none"> AB come strategia di adattamento ai cambiamenti climatici e a eventi climatici estremi; AB come mezzo per mitigare le emissioni di GHG 	<ul style="list-style-type: none"> Stime sull'efficienza della riduzione dei GHG dipendono dall'area geografica; Calcolando le emissioni di GHG per ettaro coltivato, l'AB risulta vantaggiosa; tuttavia mancano dati relativi al calcolo delle emissioni riferite all'unità di prodotto; I vantaggi si osservano nel lungo periodo e sono legati principalmente alla migliore qualità del suolo
<p>Nobuhisa Koga</p> <p>Life cycle assessment of Greenhouse gas emissions from an arable farming system in Hokkaido, northern Japan: Assessing impacts of manure application</p>	<ul style="list-style-type: none"> AB nelle politiche nazionali per aumentare produttività e fertilità dei suoli; Le emissioni serra, considerando anche il sequestro di CO₂ eq al suolo, possono essere ridotte fino al 38% rispetto ad agricoltura convenzionale; Lo spandimento di 20 t di letame bovino per ha ha come conseguenza il sequestro al suolo di 0,37 t C/ha (corrispondente circa a 1357 kg CO₂ eq/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> Le fonti dei dati citati provengono da prove sperimentali del NARCH e non sono reperibili; La validità dei risultati ha carattere locale ed è correlata alla natura dei terreni ed alle pratiche agricole locali; Non vengono considerate nello studio le emissioni indirette di CH₄ ed N₂O

BACK-UP: Sequestro Carbonio

www.studiolce.it

Possibile dinamica del sequestro di Carbonio in base alla tipologia di terreno



Considerazioni:

- l'andamento della curva dipende strettamente dalla tessitura e composizione del suolo;
- La tipologia di concimi organici utilizzati influisce sull'arricchimento di carbonio del terreno;
- Le pratiche agricole applicate possono contribuire sostanzialmente alla quantità di carbonio fornita;
- L'indicatore "sequestro di CO₂ eq" riferito alla matrice suolo in agricoltura tiene conto sia della componente organica che minerale;
- l'LCA non permette valutare i benefici derivanti dal miglioramento delle caratteristiche del suolo dovuti ad una concimazione con materiale di origine organica

BACK-UP: Sequestro Carbonio

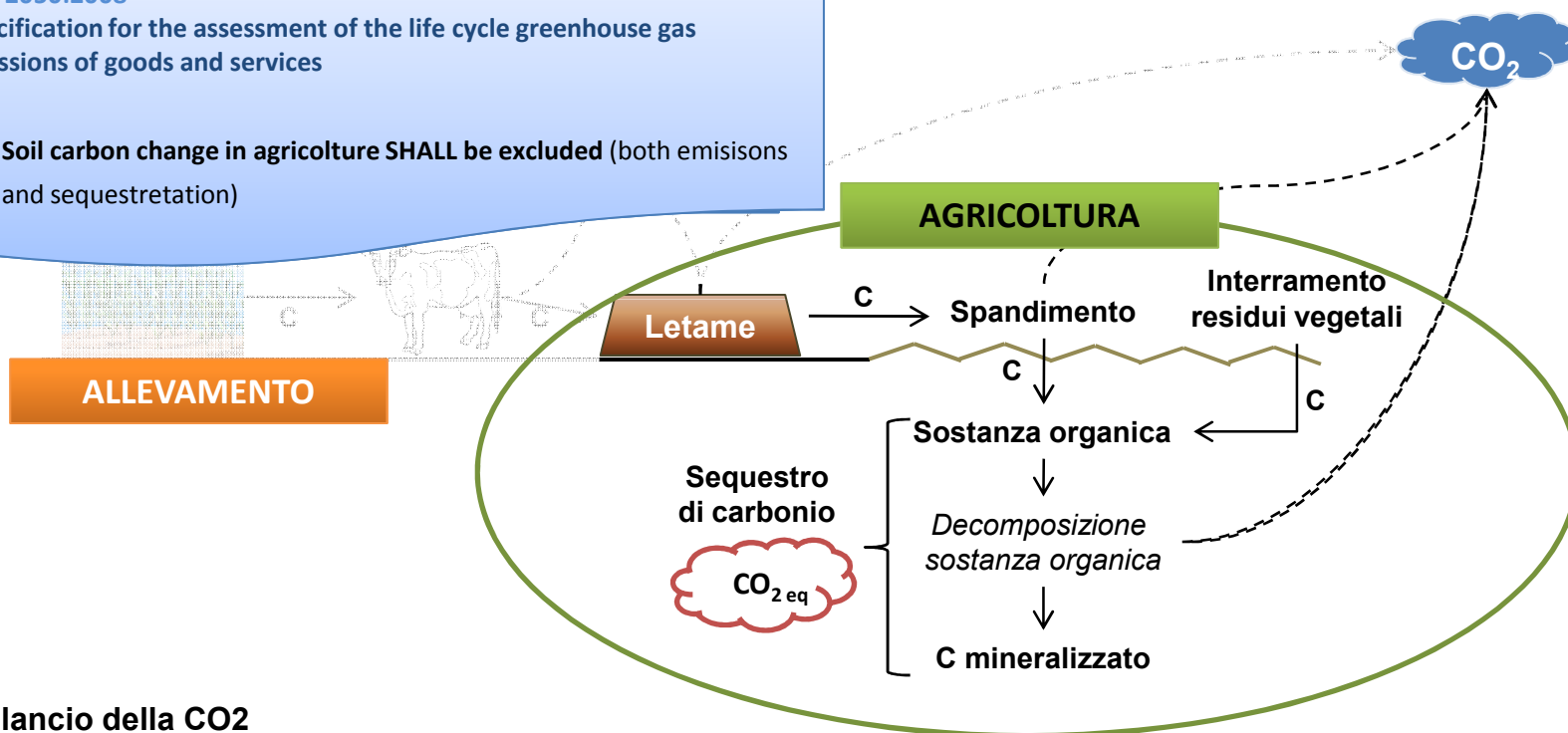
www.studiolce.it

Dinamica e quantificazione del sequestro di CO₂ eq al suolo

PAS 2050:2008

Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services

- Soil carbon change in agriculture SHALL be excluded (both emissions and sequestration)



Bilancio della CO₂

-Il Carbonio intrappolato al suolo per effetto delle concimazioni organiche è solo un effetto locale che, nonostante migliori sicuramente le condizioni agronomiche del terreno, nel contesto globale del ciclo del carbonio è neutro: infatti, anche se non trasformate in concimi a scopo agricolo, le deiezioni animali ed i residui vegetali rientrerebbero comunque in ciclo.

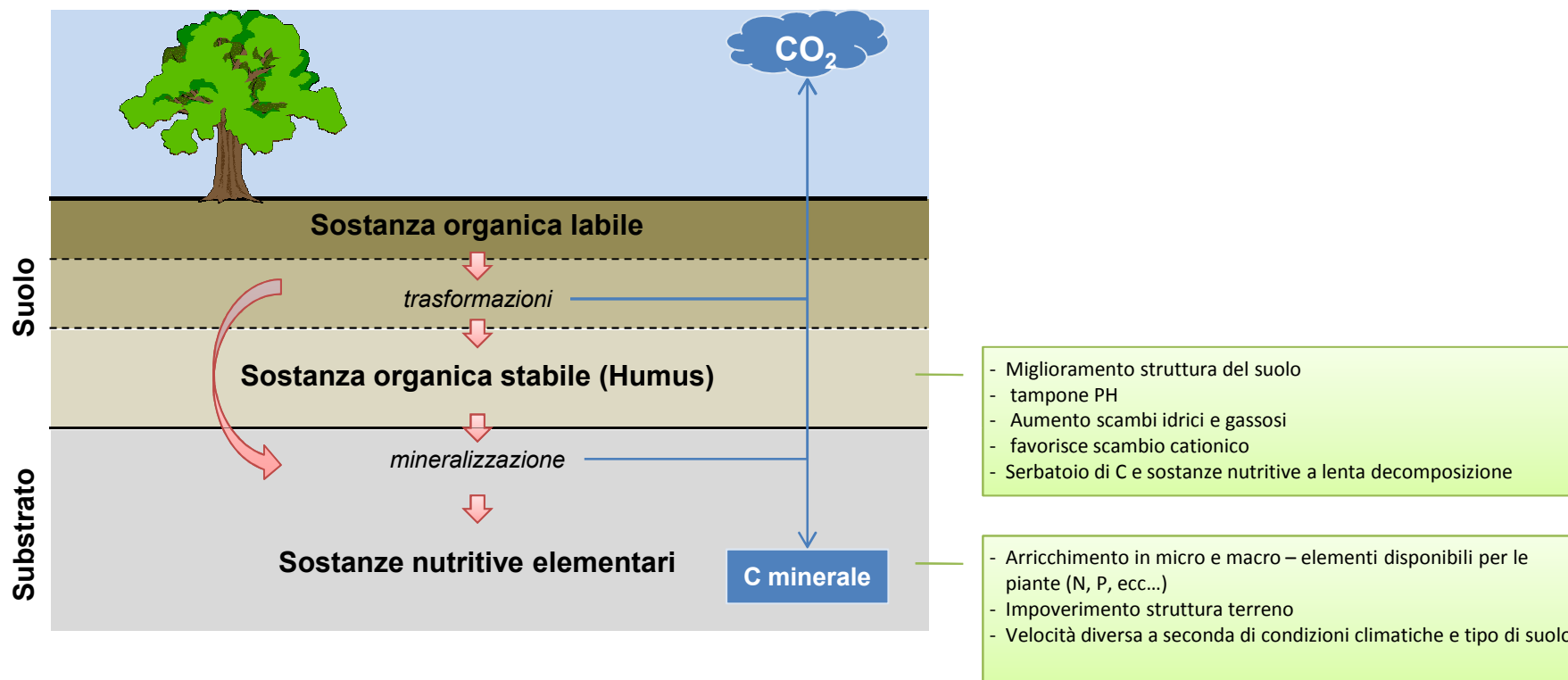


Avendo carattere locale, il sequestro di C deve essere valutato utilizzando altri indicatori relativi ai benefici apportati ai terreni agricoli in confronto a situazioni peggiorative rappresentate dall'agricoltura tradizionale

BACK-UP: Sequestro Carbonio

www.studiolce.it

Agricoltura Biologica vs. Convenzionale



BILANCIO dell'HUMUS

Indice di fertilità = "S.O. stabile prodotta" – "S.O. distrutta annualmente"

Coefficiente di isoumicità
K1

Coefficiente di distruzione
K2

BACK-UP: Sequestro Carbonio

www.studiolce.it

Coefficiente di isomicità - K1

- Esprime la “resa in Humus” ed è correlato a tutte le tipologie di Sostanza Organica (s.o.) introdotte sul terreno.
- Rappresenta la % di humus prodotto sulla s.o
- Si applica alla s.o. o alla s.s. contenuta in una matrice organica
- Perché un materiale organico di luogo ad humus deve contenere materiale vegetale fibroso (i.e.: i liquami apportano solo sostanze minerali, non humus)
- I residui vegetali contengono tendenzialmente più sostanza organica dei concimi organici

Suscettibilità di matrici organiche alla produzione di humus.

Sostanza organica	Sostanza secca %	K ₁ %	Humus prodotto (kg/q di s.o. iniziale)
Letame bovino	22,00	35	7,7
Letame suino	28,00	30	8,4
Pollina di ovaio	68,80	30	20,64
Residui di mais	84,40	20	16,88
Paglia di orzo	86,40	15	12,96
Erba medica	19,60	25	4,9
Erbaio di loietto	18,65	20	3,73
Erbaio di orzo	13,65	20	2,73
Erbaio di vecchia	13,85	25	3,01

Coefficiente di distruzione – K2

- Esprime la velocità di mineralizzazione dell'humus (solitamente si considerano i primi 30 cm. di suolo).
- Rappresenta la % di s.o. annualmente distrutta
- Dipende dalle caratteristiche del terreno (% di humus di partenza e tessitura) e dalle pratiche colturali
- La mineralizzazione dei fertilizzanti organici dipende dal rapporto C/N del materiale

Valori indicativi della quantità di humus a seconda del tipo di terreno
I valori esatti vengono individuati sulla base dell'analisi del terreno.

Contenuto in argilla	Tipo di terreno	% di humus	Densità apparente	Quantità di humus per ettaro
fino al 10%	leggero	1,5 – 2	1,4	640 – 850 q
dal 10 al 30%	medio impasto	2 – 2,5	1,2	720 – 900 q
oltre il 30%	pesante	2,5 – 3	1	790 – 950 q

Valori del Coefficiente di mineralizzazione in funzione delle caratteristiche del terreno. (Da: Odet J. 1989 e Zuang H. 1992.)

Tipo di terreno	Argilla ‰	Calcare ‰	pH	K ₂ %
Sabbioso neutro	50	2	7,0	2,0
Sabbioso acido	50	0	5,0	1,0
Sabbioso calcareo	50	100	8,0	1,7
Limoso medio	150	2	7,5	1,6
Limoso argilloso	220	2	7,5	1,3
Limoso calcareo	100	300	8,1	0,9
Argilloso	380	2	7,5	1,0

ANALISI SPERIMENTALE

**Il bilancio dovrebbe essere impostato
sulla rotazione e non sulla singola coltura**

BACK-UP: Analisi campioni terreno

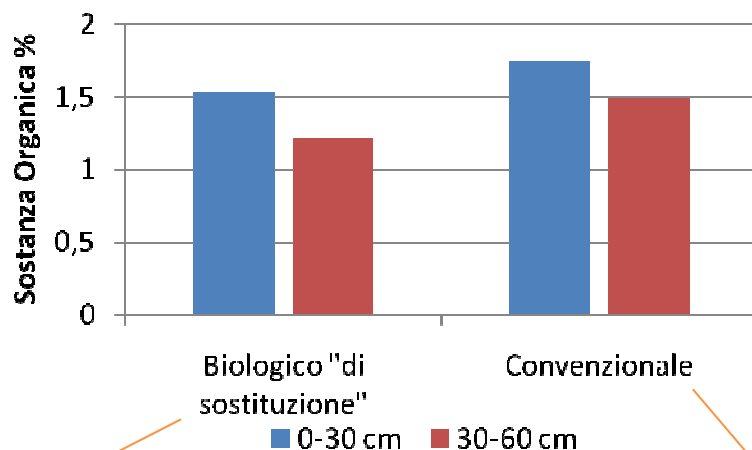
www.studiolce.it

ANALISI CAMPIONI TERRENO: AGRICOLTURA BIOLOGICA - TRADIZIONALE

I sottostanti grafici riportano i risultati delle analisi della Sostanza Organica presente nei terreni di due aziende agricole che utilizzano, rispettivamente, tecniche di coltivazione industriali ed artigianali.

In entrambe i casi, da oltre 10 anni, parte dell'apprezzamento viene coltivato con tecniche di agricoltura biologica e parte viene fertilizzato chimicamente o rimane incolto.

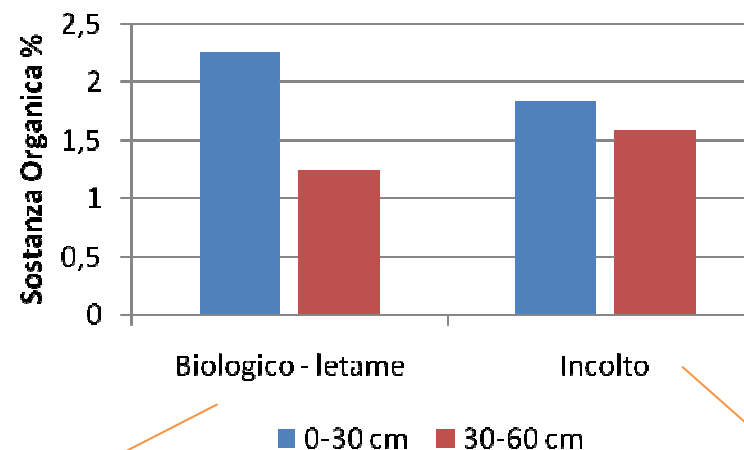
Coltivazione "industriale"



Fertilizzazione con
ammendanti organici
industriali e residui colturali

Fertilizzazione con
concimi chimici e residui
colturali

Coltivazione "artigianale"



Fertilizzazione con
ammendanti organici
industriali e residui colturali

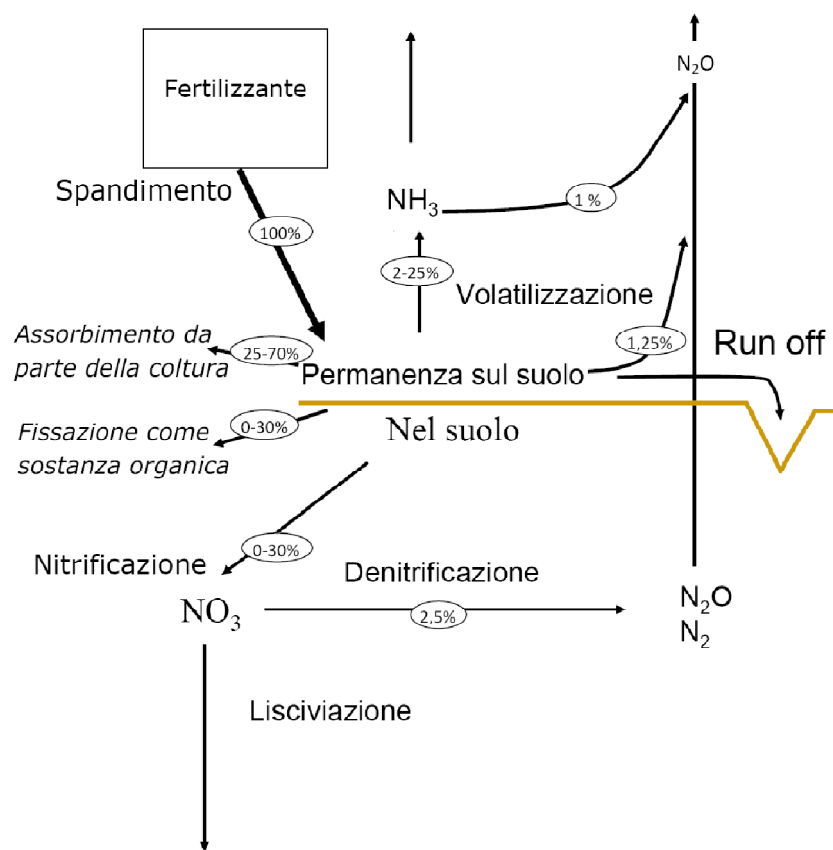
Fertilizzazione con
concimi chimici e residui
colturali

- Dai grafici si evince come, la semplice sostituzione di fertilizzanti chimici con ammendanti organici "industriali" non sia sufficiente per aumentare il contenuto di S.O. dei suoli: l'interramento della massa vegetativa può essere più efficace rispetto alla fertilizzazione organica.
- L'utilizzo di letame fresco, invece, sembra contribuire in modo più evidente all'aumento della fertilità dei suoli

BACK-UP: FERTILIZZANTI

www.studiolce.it

IPOTESI BILANCIO DELL'AZOTO RIFERITO ALLO SPANDIMENTO DEI FERTILIZZANTI



N₂O

- Emissione diretta del suolo pari al 1,25% degli input di Azoto contenuto nel letame.
- Emissione indiretta correlata alla nitrificazione dell'azoto nel terreno (ossidazione di ammonio NH_4^+ a nitrato NO_3^-) e successiva denitrificazione del nitrato alla forma gassosa N_2O e N_2
- Emissione indiretta correlata all'ossidazione in N_2O di una quota parte dell'ammoniaca NH_3 che si libera quando viene sparso il letame.