



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



Incrementare il Carbonio in agricoltura: in che modo certificarlo?

Marco Acutis, Unimi-DISAA



**AGRI
ENER**

CARBON

Lodi, 23 Gennaio 2025



PSR
2014 2020

LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



**Regione
Lombardia**

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali



Chi certifica?



Il programma VCS, viene anche definito programma GHG (greenhouse gas) volontario ed è il più utilizzato al mondo.

> 2000 progetti VCS sono stati certificati e comprendono:

- Energie rinnovabili, come ad esempio progetti eolici e idroelettrici.
- Silvicoltura (compresa la prevenzione della deforestazione).
- Progetti di stoccaggio del carbonio nel suolo.

Ridotto o rimosso più di 865 milioni di tonnellate di emissioni di carbonio e altri gas serra nell'atmosfera.

nonprofit
corporation



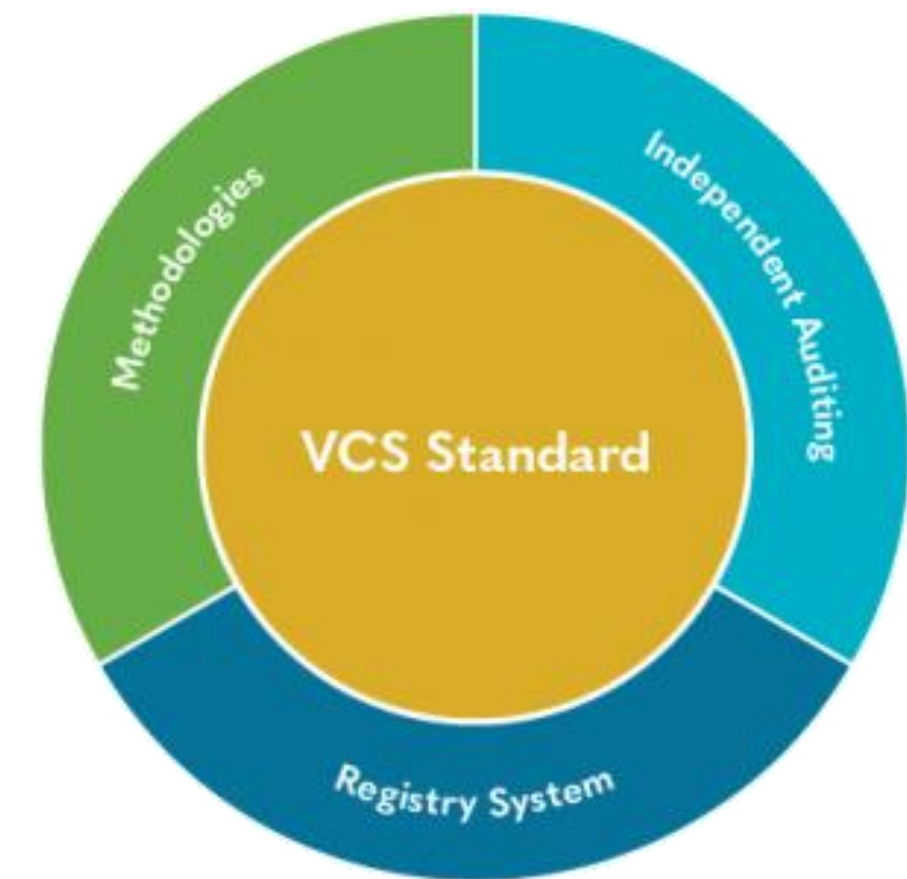


Chi certifica?



nonprofit corporation

- . VERRA sviluppa e aggiorna protocolli per la certificazione del sequestro di carbonio in agricoltura
- . La base è la comparazione dell'attuale stato di ordinarietà con i miglioramenti ottenibili con il Progetto.
- . Il sequestro di carbonio è **stimato attraverso modelli** di simulazione di C nel suolo negli specifici sistemi colturali proposti.
- . Le specifiche di Verra per accettare un modello sono veramente stringenti. Che io sappia pochissimi (4-5) progetti sono stati certificati sulla base dell'ultimo protocollo VERRA
- . Viene richiesto un monitoraggio a 3-5 anni del risultato ottenuto.





Carbon Farming: aumentare la Sostanza Organica e ridurre emissioni di N₂O

Metodi ordinari	Pratiche di gestione raccomandate (RMP)
Combustione delle biomasse e rimozione dei residui colturali	Recupero dei residui come pacciamante di superficie
Lavorazioni convenzionali (in particolare aratura)	No till, minima lavorazione, pacciamatura
Terreno nudo	Cover crops
Monocoltura continua	Rotazione ad elevata diversità, consociazioni, agroforestry
Agricoltura di sussistenza a bassi input	Gestione mirata degli input
Utilizzo intenso di fertilizzanti	Gestione integrata dei nutrienti con fertilizzanti organici
Uso di sola colture annuali	Integrazione del pascolo o di prative poliennali negli ordinamenti colturali, cover crops
Irrigazione superficiale	Irrigazione a goccia o sub irrigazione
Utilizzo indiscriminato di fitofarmaci	Gestione integrata delle infestanti
Coltivazione terreni marginali	Programmi conservativi. Recupero di suoli degradati mediante land - use change



La "nuova certificazione" VERRA (2023)

VCS Methodology VM0042 "METHODOLOGY FOR IMPROVED AGRICULTURAL LAND MANAGEMENT Version 2.0 30 May 2023.

Lo scenario di riferimento per l'accreditamento e l'addizionalità sono determinati mediante la comparazione tra uno scenario di base e quello di progetto.

Lo scenario di base presuppone la continuazione delle pratiche ALM pre-progetto. La baseline è determinata su almeno tre anni per produrre un programma annuale di attività (ad esempio, lavorazione del terreno, semina, raccolta e concimazione)

Vengono quindi **modellate le emissioni di riferimento/le variazioni degli stock**.
(Alternativamente la variazione delle scorte di SOC di riferimento può essere misurata direttamente nei "siti di controllo di base")



La "nuova certificazione" VERRA(2)

Scenario di progetto

Dimostrare che le attività del progetto non siano già una pratica comune.

Le nuove pratiche devono essere:

- Adozione di una nuova prassi (assimilabili in generale a agricoltura rigenerativa);
- Cessazione di una pratica preesistente (ad esempio, interrompere la lavorazione del terreno o l'irrigazione);
- Ammodernamento di una prassi preesistente;
- Combinazione dei precedenti punti

Qualsiasi aggiustamento quantitativo (ad esempio, incremento fertilizzazione organica) deve superare il 5%

COME CERTIFICA ?

IPCC 2019

COME SI FA A SAPERE SE UN MODELLO È AFFIDABILE?

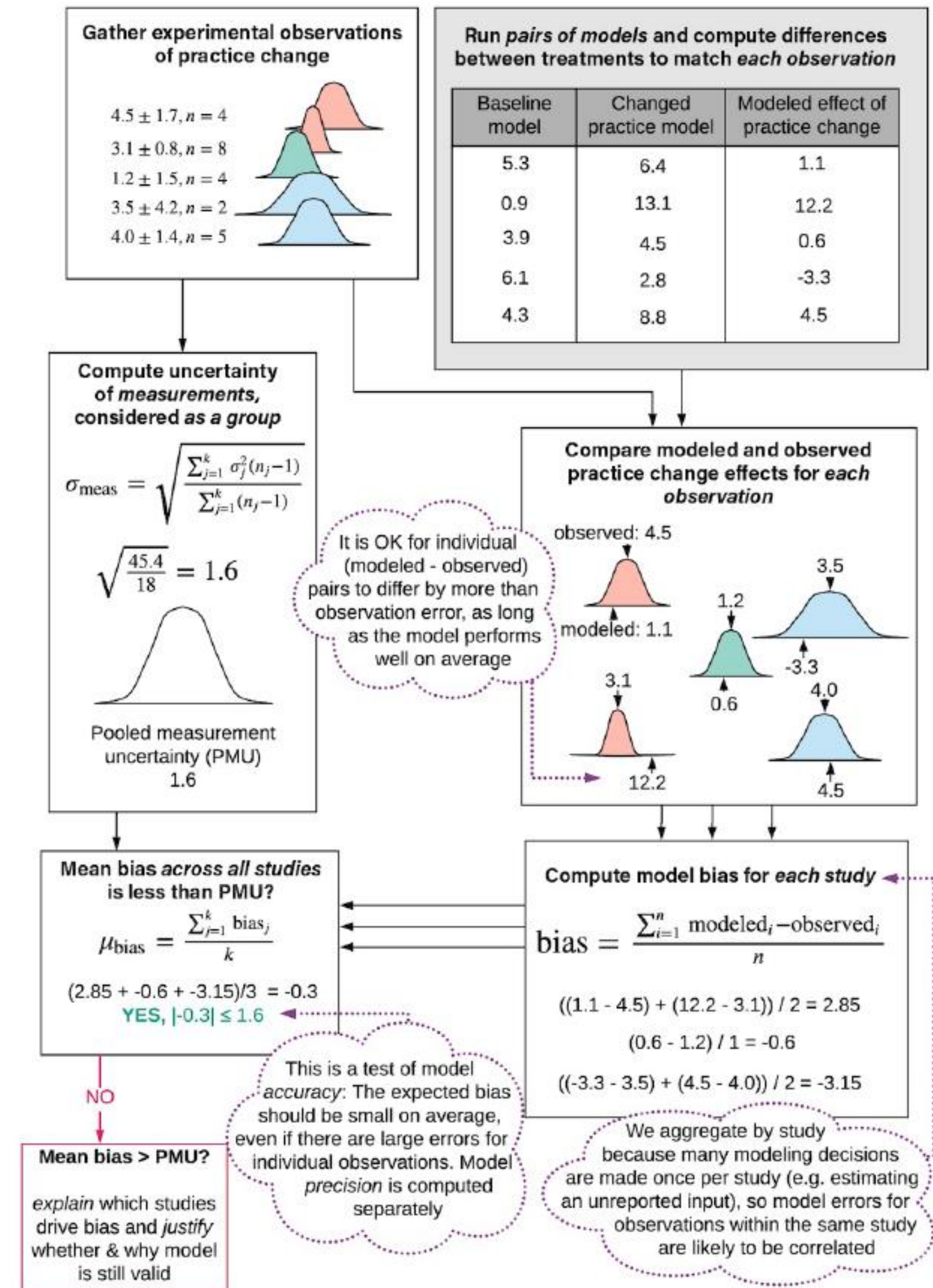
Certificazione Verra VMD0053 - 2023



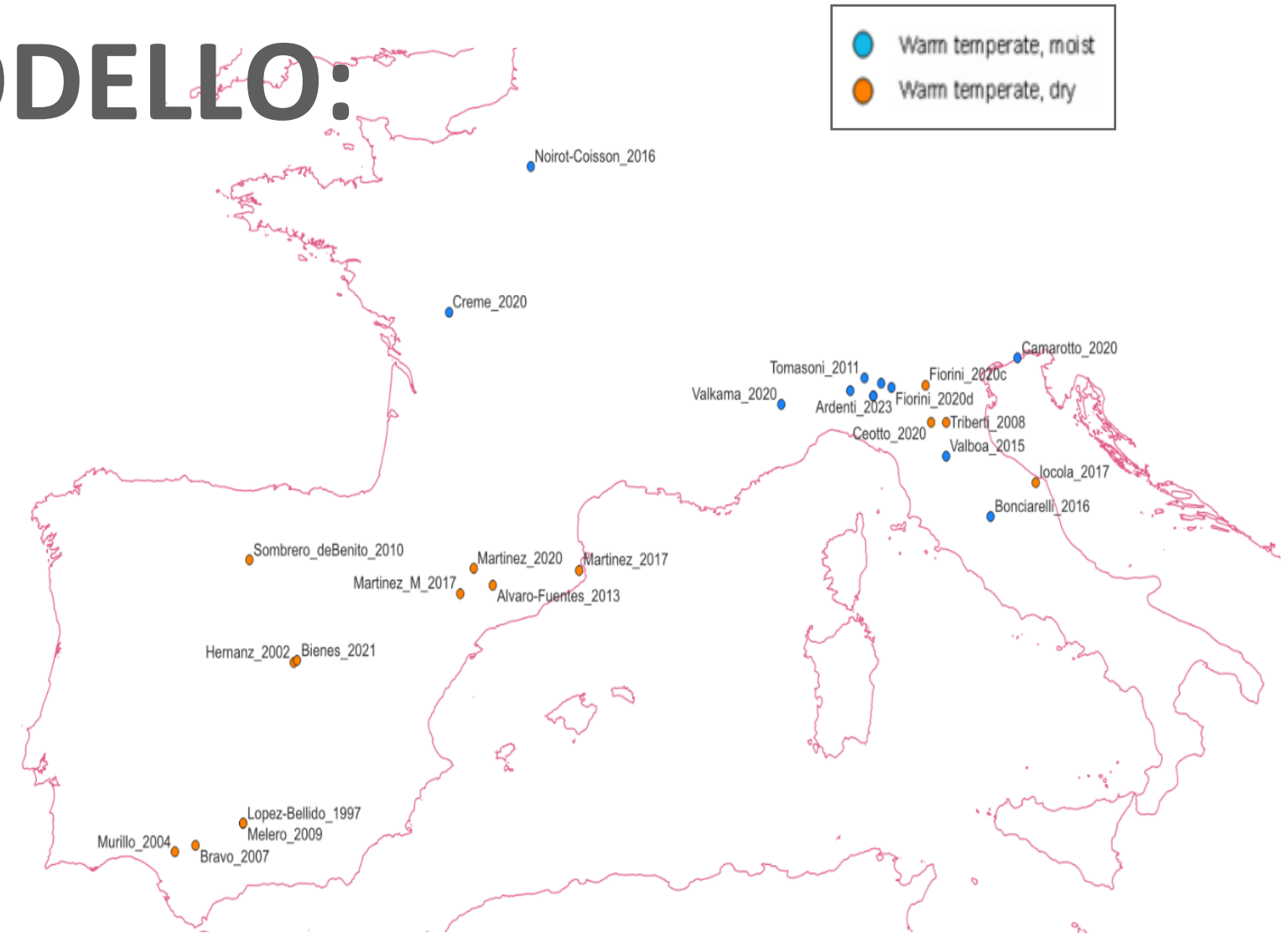
Climate zone

Pratiche da Validare per diverse categorie di colture

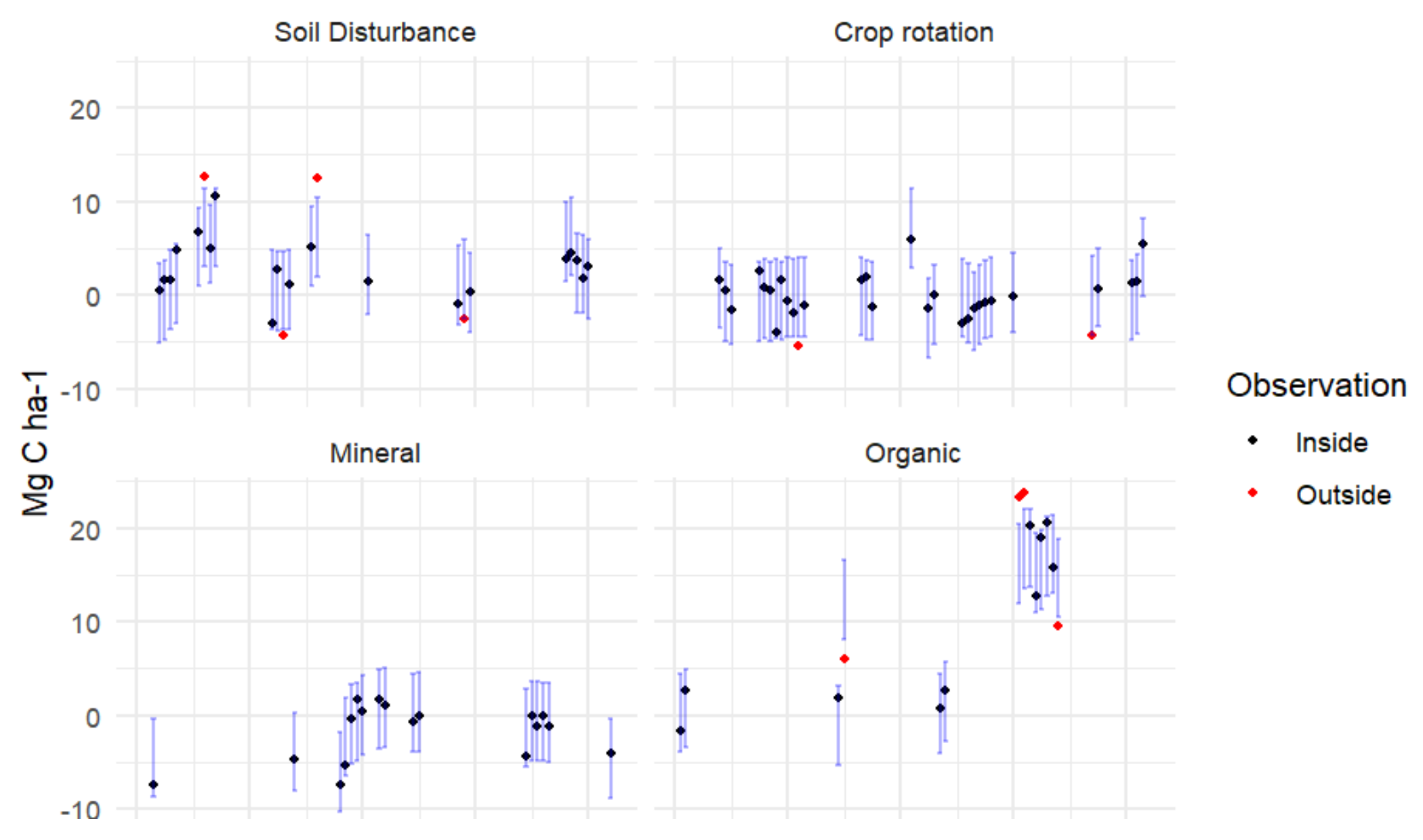
Practice categories	Types
Soil Disturbance	CT: Conventional tillage RT: Reduced tillage NT: No tillage Residue Management
Crop rotation	Monoculture Crop rotations Cover crops
Mineral Fertilizer	Mineral N rates
Organic Fertilizer	N rates Type (Manure, slurry, compost, green manure, municipal solid waste)



VALIDAZIONE MODELLO: EVOLUZIONE SOC

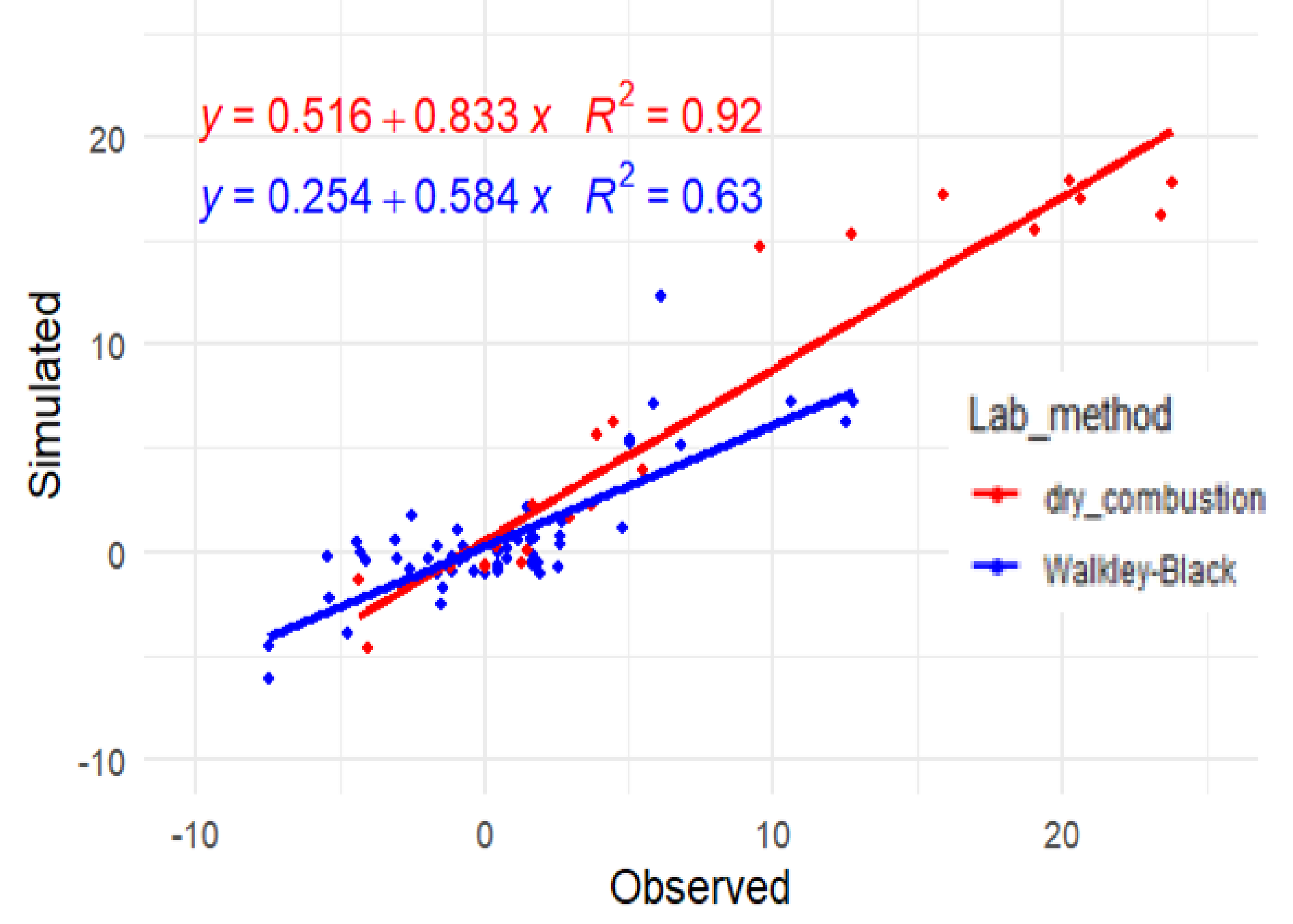
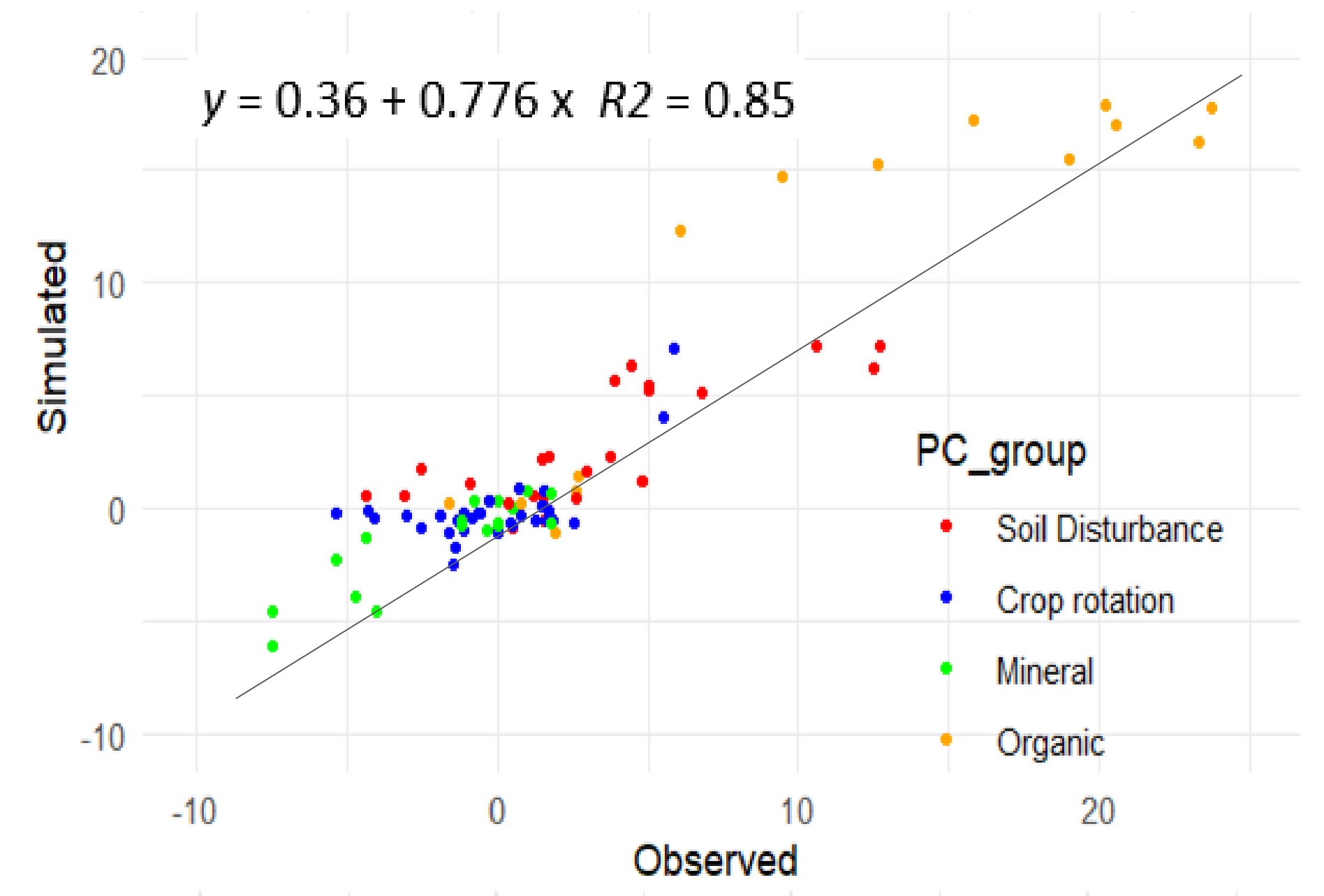


Obs SOC change 90% prediction intervals

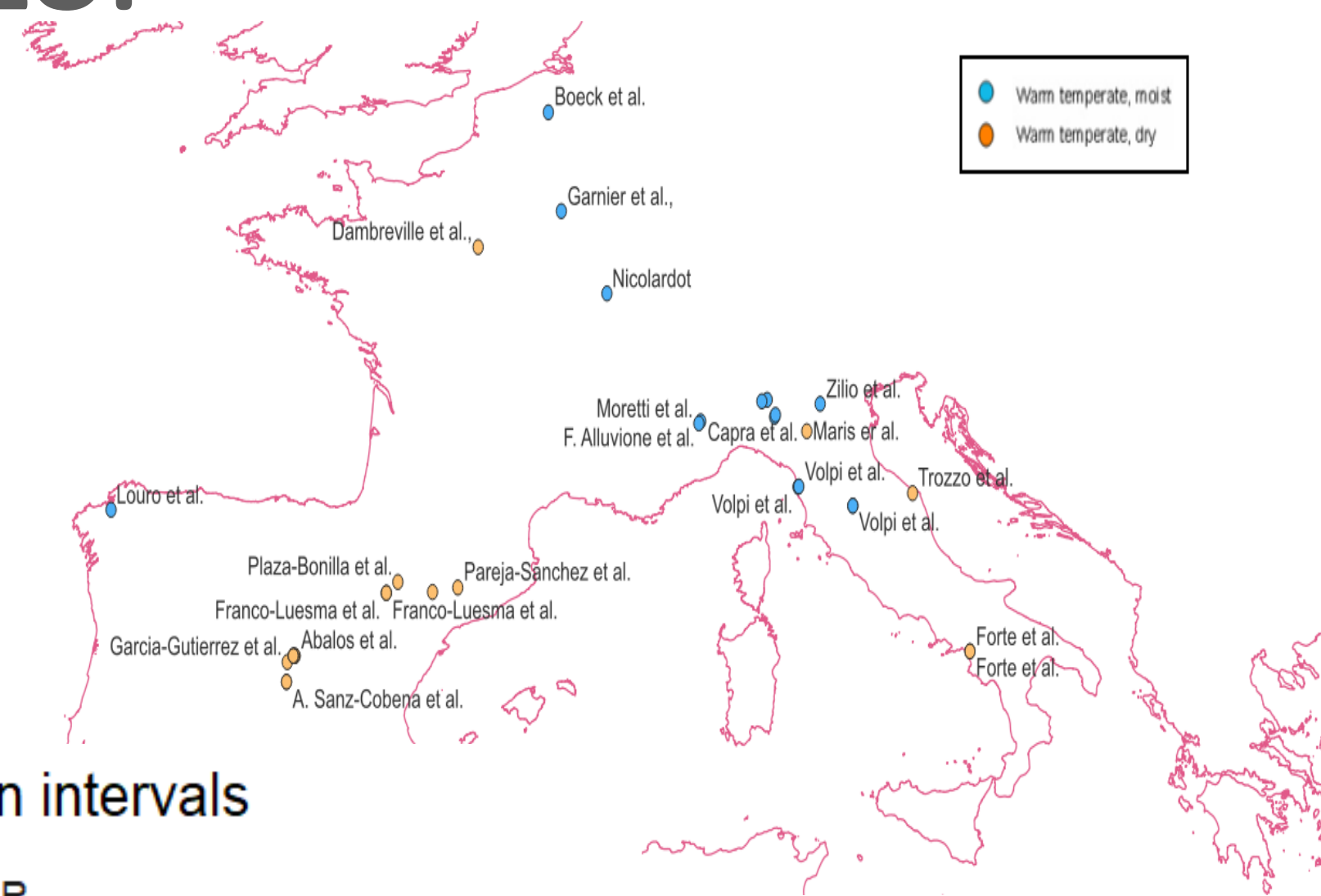


Sulla base dell'incertezza calcolata dal modello per ogni pratica, si calcolano gli intervalli di predizione (90% CI) e si confronta con il singolo dato osservato per verificare se sta all'interno (il modello funziona!)

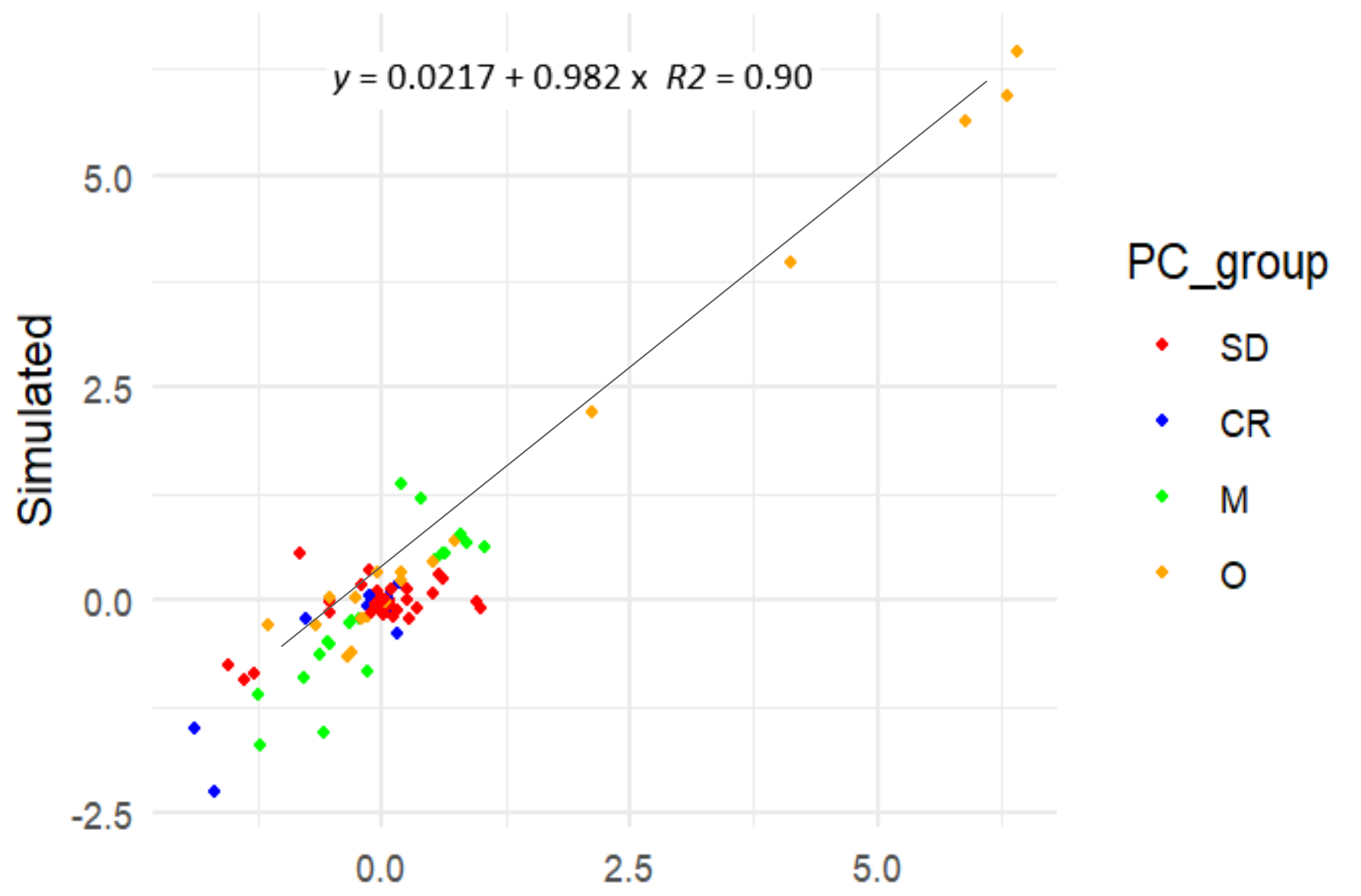
SOC change from different change of practice Mg ha-1



VALIDAZIONE MODELLO: EMISSIONI N₂O



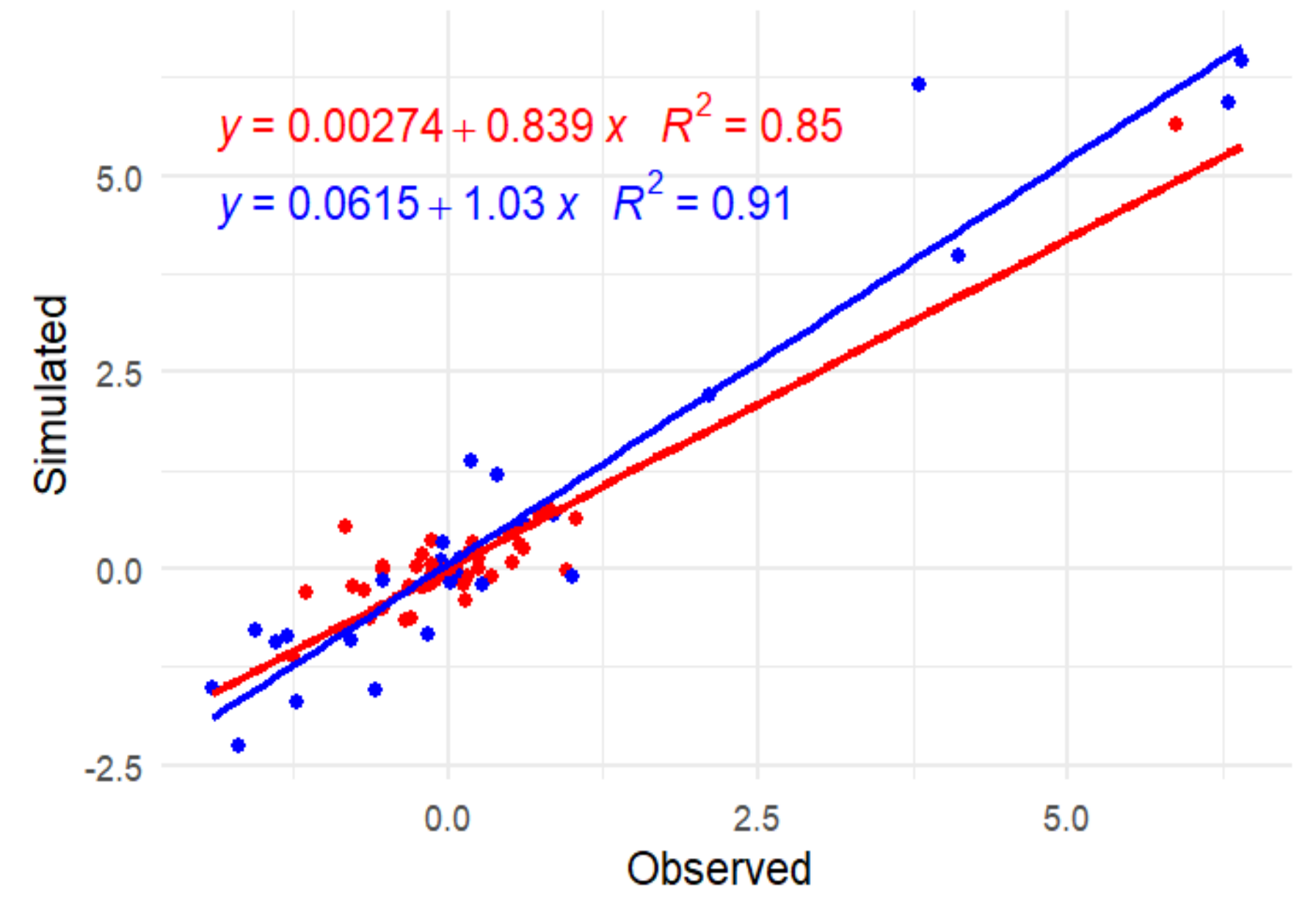
Cumulative N2O emissions change kg N ha⁻¹



Obs N2O change 90% prediction intervals



Cumulative N2O emissions change by mehtod



Sulla base dell'incertezza calcolata dal modello per ogni pratica, si calcolano gli intervalli di predizione (90% CI) e si confronta con il singolo dato osservato per verificare se sta all'interno (il modello funziona!)



MRV



Parole chiave: MRV

- **Monitoraggio**
- **Reporting (=Comunicazione)**
- **Verifica**

- **Principio: contributo basato sui risultati delle attività di carbon farming.**

- **EU - un quadro normativo per monitorare e verificare l'autenticità degli assorbimenti di carbonio in agricoltura.**

- **Pagamenti basati sui risultati: sulla base di quanto misurato nell'azienda, indipendentemente dalle precise pratiche agricole applicate.**

*COWI, Ecologic Institute and IEEP (2021) Technical Guidance Handbook - setting up and implementing result-based carbon farming mechanisms in the EU Report to the European Commission, DG Climate Action, under Contract No. CLIMA/C.3/ETU/2018/007. COWI, Kongens Lyngby.



Carbon Farming: Vantaggi di uno schema basato sui risultati

- Flessibilità per l'agricoltore – incoraggiamento all'adattabilità, all'innovazione e all'imprenditorialità
- Un legame più chiaro tra i pagamenti e l'impatto delle emissioni di carbonio per gli acquirenti: maggiore credibilità/attrattiva e potenziale di maggiore addizionalità;
- Gli impatti sul carbonio sono un obiettivo e non un effetto collaterale dell'agricoltura sostenibile – potenzialmente un'efficacia più elevata;
- Valorizzazione di campi o aree con produttività sub-ottimale.
- Ruolo educativo per gli agricoltori e la società in generale.



Carbon Farming: problematiche di uno schema basato sui risultati

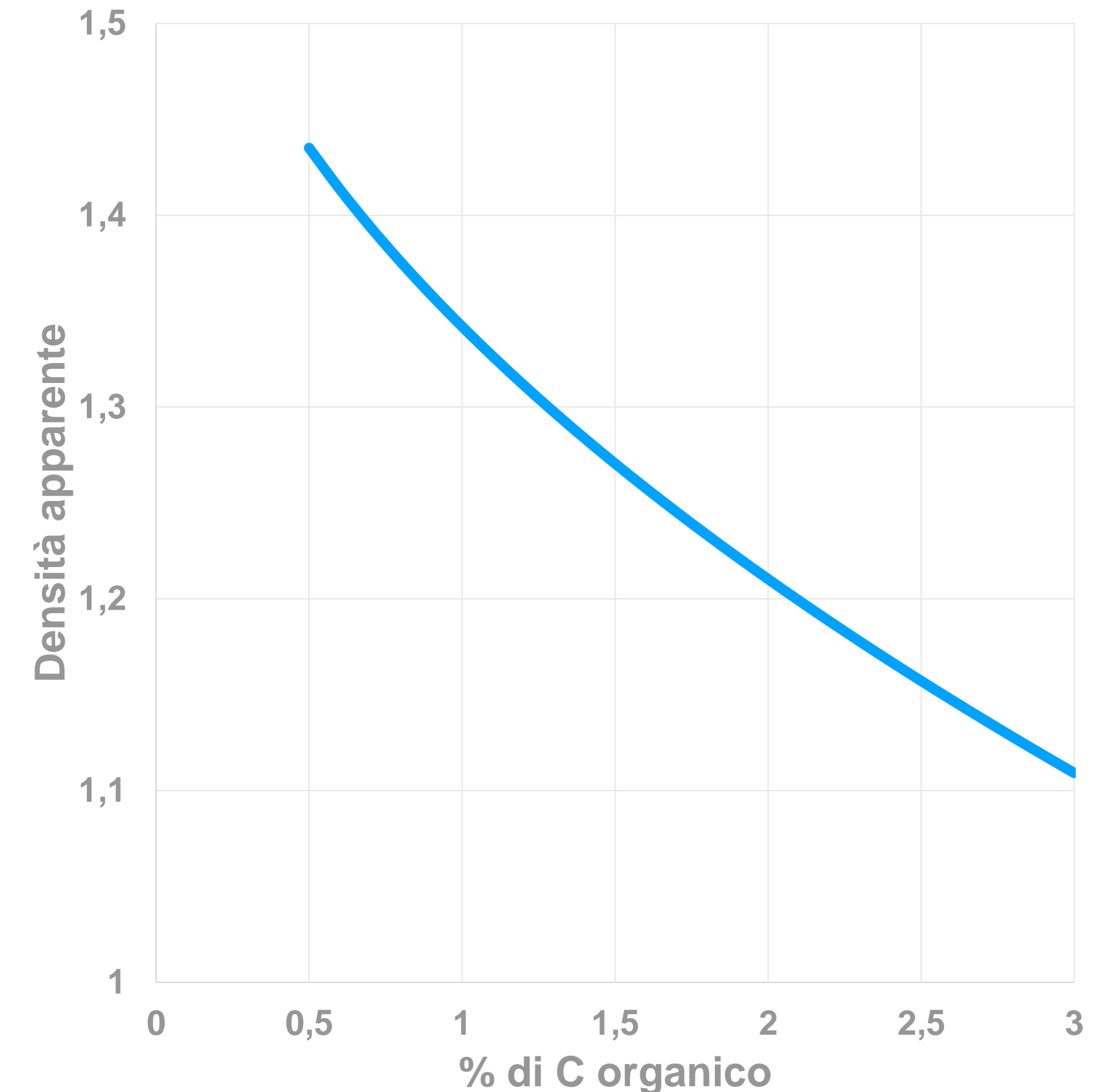
- Potenziali maggiori rischi finanziari/incertezza per gli agricoltori;
- Qualità del monitoraggio, della comunicazione e verifica dei risultati della mitigazione dei cambiamenti climatici (costi, grado di affidabilità/robustezza);
- Garanzia di addizionalità e di permanenza nel tempo degli effetti;
- Il tempo necessario per quantificare le modifiche con misurazioni affidabili (almeno 5 anni)
- Una maggiore flessibilità accorda agli agricoltori significa anche che è necessario integrare un forte sostegno consultivo nella progettazione dei sistemi; tuttavia, la capacità o le risorse per questo potrebbero mancare.
- Esiste già un numero considerevole di programmi basati sui risultati per conservare la biodiversità sui terreni coltivati, ma l'agricoltura del carbonio basata sui risultati è un approccio **COMPLETAMENTE NUOVO** in Europa.



Carbon Farming: MRV: Monitoraggio dei risultati

- La densità apparente diminuisce se aumenta il C (se il suolo è meno compatto, il piano di campagna "si alza")
- Dovremo quindi misurare la concentrazione di C prima e dopo e la densità apparente prima e dopo
- **NON BASTA LA SOLA ANALISI CHIMICA**

esempio di relazione tra Corganico e densità apparente





Carbon Farming: MRV: Monitoraggio dei risultati

La massa volumica apparente (densità apparente)

- Quanto pesa un m^3 di suolo ? ($0,8 - 1.8 t m^{-3}$)
- Indispensabile per conoscere grandezze legate a volumi come i contenuti idrici e lo stock di carbonio.
- Onerosa da misurare, per questo si fa relativamente poco, richiede tempi lunghi per il prelievo del campione indisturbato
- Alquanto variabile nello spazio e nel tempo (CV 10- 20%)
- Ci informa sul compattamento del terreno

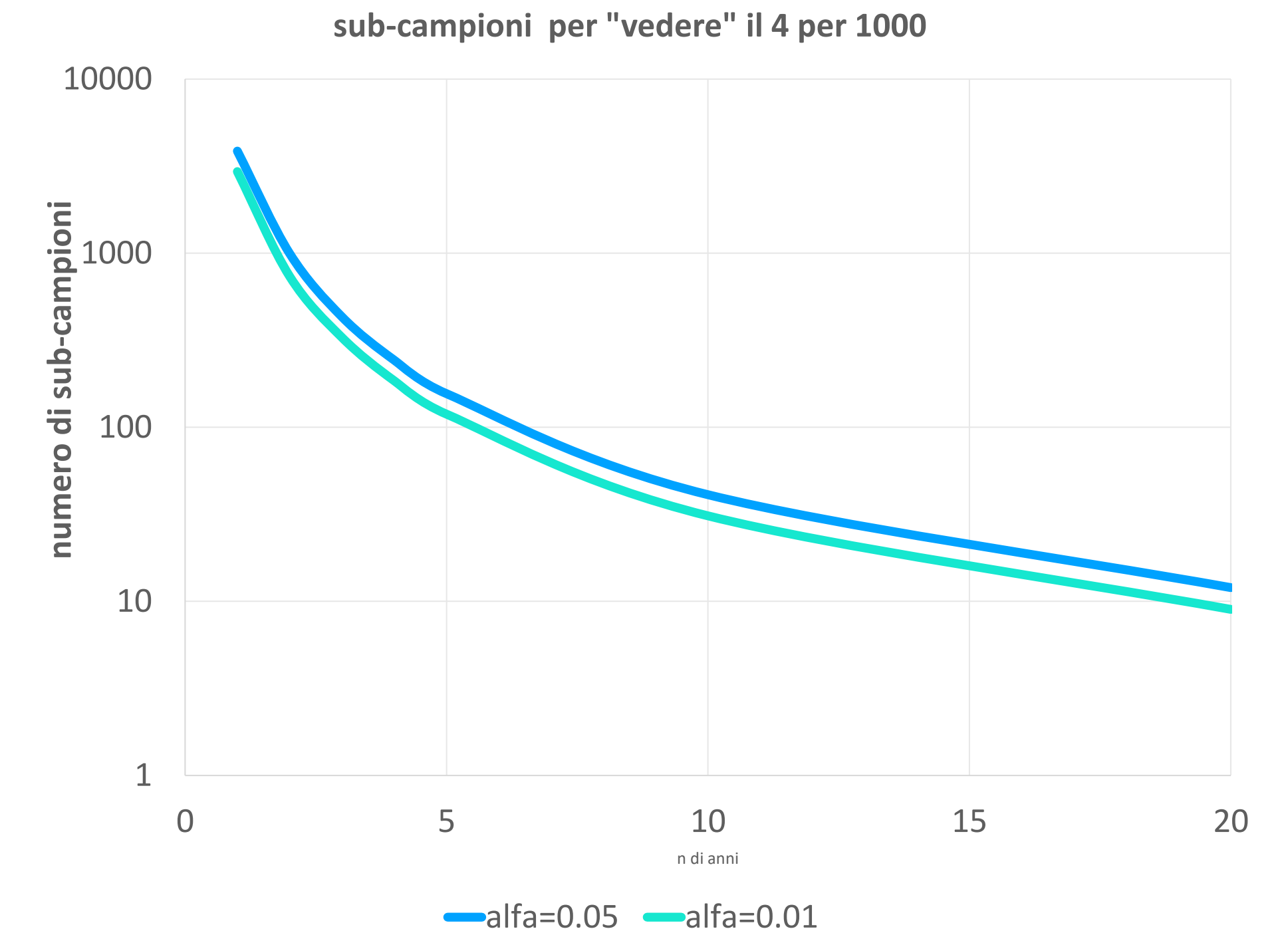




Carbon Farming: MRV: Monitoraggio dei risultati

SOC STOCK

Incremento 4 per 1000 annuo		
CV	10%	
n anni	alfa=0.05	alfa=0.01
1	3859	2942
2	996	736
3	431	328
4	243	185
5	156	119
10	41	31
20	12	9



- Questi dati sono in linea con FAO
- Abbiamo ulteriore incertezza che fa ancora aumentare il n di sub-campioni per lo stock perché c'è l'incertezza della densità apparente e perché occorrerebbe tornare a campionare gli stessi punti dopo anni con precisione < 1 m

- E se poi per andamento climatico sfavorevole il SOC non cresce quanto ci aspettiamo ?



Carbon Farming: MRV: Monitoraggio dei risultati **Remote Sensing**

- Non si legge ancora a scala di campo e l'incertezza è ancora troppa
- Utili a scala regionale, identificazioni di aree critiche
- Sono spesso stime indirette da presenza/assenza vegetazione, stime di NPP, ricerca di momenti in cui il suolo è visibile
- A scala di campo, con droni: con calibrazione, su dati misurati, nello stesso campo errore medio di 0.1% (es 1.9% – 2.1% di Corg)
- Enormi progressi con il machine learning, in un prossimo futuro ci potremo forse arrivare ?
- A scala locale e droni forse non ci vorrà tanto, ma comunque sono necessarie tarature intensive



- Sono ancora poco considerate, ma sono un rischio reale
- L'EF IPCC (1.25% della fertilizzazione + fissato da leguminose, N perso come N₂O) è probabilmente sottostimato nelle aree più produttive)
- Gli inibitori della nitrificazione oltre a poter ridurre le emissioni di N₂O rendono l'azoto disponibile con tempistiche più sincrona alle esigenze delle colture, meno perdite e migliore produttività
- Effetto ridotto alle alte temperature.
- L'inibizione della nitrificazione sincronizza la disponibilità di C e la fornitura di NO₃ come substrato per la denitrificazione e ha quindi un maggiore potenziale per la riduzione delle emissioni di N₂O da fertilizzazione organica (digestato liquido) rispetto all'applicazione degli IN con concimi minerali.

Risaie e governo dell'acqua.



MRV: caso studio USA

Indigo Ag

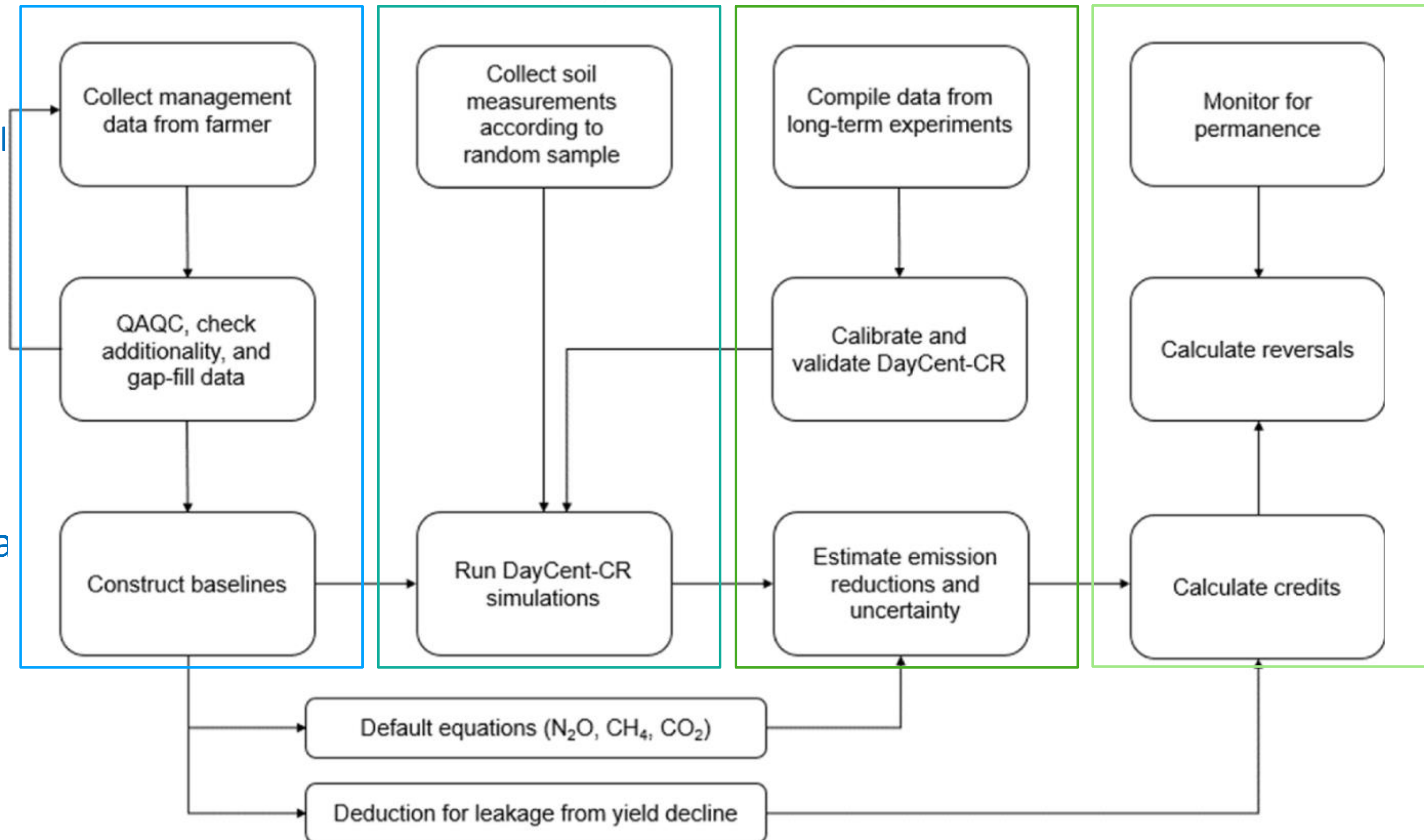
Brummitt et al., (2024). Solutions and insights for agricultural monitoring, reporting, and verification (MRV) from three consecutive issuances of soil carbon credits. doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122284

Punti salienti

- L'implementazione della pipeline MRV su 553.743 ettari ha ridotto le emissioni di 398.408,5 tCO₂e.
- L'introduzione delle cover crop ha portato a una riduzione costante delle emissioni.
- L'intensificazione delle cover crop ha registrato bassi tassi di adozione, ma elevati impatti climatici netti.
- La riduzione dell'intensità delle lavorazioni ha avuto impatti variabili sulle emissioni a livello spaziale e temporale.

Indigo Ag raccoglie dati di gestione tramite il telerilevamento; ottimizza il campionamento del suolo per l'uso con modelli; imputa dati mancanti o anomali e stima l'impatto sul bias; esegue modelli biogeochimici calibrati su prove sul campo; aggrega i dati tra i campi usando statistiche di sondaggio; quantifica i risultati di piccole aree per pagamenti e revoche; monitora la permanenza del carbonio nel suolo con il telerilevamento.

Carbon Credit Quantification Overview





Conclusioni

Sappiamo cosa fare:

Introduzione di cover crops e lavorazioni ridotte, sempre residui o colture presenti sul suolo: forse la scelta più semplice e rapida.

Valorizzazione della concimazione organica, in particolare digestati

Conservativo: ridotti gap produttivi e rilevanti risparmi di costi. Ottimo per il clima e il suolo. Richiede conoscenze e formazione per avere successo.

Biologico: offre un sistema a basso impatto, alta qualità globale ma al momento con un gap produttivo in aree a alta produttività.

Agroforestry: tutto da valutare nei nostri ambienti

Dobbiamo credere ai modelli e verificare a 5 anni (dati e modelli)

**AGRI
ENER**

CARBON