

Agricoltura biologica e carbon farming nel nuovo quadro europeo CRCF: potenzialità, condizioni e limiti per il sequestro del carbonio nei suoli agricoli

Prima del Regolamento UE 2024/3012 non vi era alcuna norma vincolante sulla certificazione delle rimozioni. Il mercato volontario dei crediti di carbonio si reggeva su standard privati (come Verra o Gold Standard), con regole diverse tra loro e senza una verifica uniforme a livello UE. Gli strumenti UE già esistenti, come l'ETS e il regolamento LULUCF, riguardano altro: il commercio delle quote di emissione e la contabilità nazionale di emissioni e assorbimenti nel settore uso del suolo. Non certificano le singole attività di rimozione.

L'entrata in vigore del **Regolamento (UE) 2024/3012**, istitutivo del *Carbon Removal Certification Framework* (CRCF), segna il passaggio a un modello regolatorio basato sulla valorizzazione economica dei risultati ambientali (*results-based mechanisms*).

In questo scenario, l'agricoltura biologica (regolata dal Regolamento UE 2018/848) viene frequentemente indicata come il candidato d'elezione per implementare le pratiche di *carbon farming*. Tuttavia, un'analisi accademica rigorosa impone di superare narrazioni semplificate: **agricoltura biologica e carbon farming non sono sinonimi, la certificazione biologica non equivale automaticamente a un bilancio di carbonio positivo, né garantisce ipso facto la generazione di crediti di carbonio conformi agli standard europei. Alcune pratiche frequentemente presenti nei sistemi biologici possono favorire l'accumulo di carbonio nel suolo, ma il risultato climatico deve essere dimostrato caso per caso attraverso misurazioni, baseline, monitoraggio e valutazione delle emissioni complessive.**

Di seguito analizziamo le basi agronomiche, i vincoli metodologici e le condizioni di integrabilità tra la gestione biologica dei suoli e i criteri di certificazione del quadro CRCF.

1. Obiettivo e domanda di ricerca

Il quesito fondamentale a cui questo lavoro intende rispondere è il seguente:

In che misura l'agricoltura biologica integra i requisiti di misurabilità, addizionalità e permanenza richiesti dal Regolamento CRCF per il sequestro del carbonio nei suoli, e quali sono i limiti metodologici che impediscono un'attribuzione automatica di neutralità climatica alle aziende biologiche?

L'obiettivo non è unicamente valutare se i suoli biologici contengano più carbonio organico rispetto a quelli convenzionali, ma determinare se le metriche di contabilizzazione attualmente in uso siano sufficientemente solide per convertire tali pratiche agronomiche in unità di assorbimento certificate e scambiabili sul mercato.

2. Metodologia di analisi delle fonti

Per rispondere a tale quesito, la presente analisi adotta un approccio integrato di sintesi normativa e revisione sistematica della letteratura scientifica.

1. **Sul piano normativo:** si è analizzata la convergenza tra il Regolamento (UE) 2018/848 (disciplina della produzione biologica) e il Regolamento (UE) 2024/3012 (CRCF), focalizzandoci sui criteri minimi **QU.A.L.ITY** (*Quantification, Additionality, Long-term storage, Sustainability*).
2. **Sul piano scientifico:** la selezione della letteratura ha privilegiato meta-analisi e studi sperimentali a lungo termine (*Long-Term Experiments* - LTEs) pubblicati in riviste peer-reviewed negli ultimi quindici anni. Un filtro metodologico imprescindibile è stato l'inclusione prevalente di ricerche che misurano lo stock di Carbonio Organico del Suolo (*Soil Organic Carbon* - SOC) fino a una profondità di almeno 30 centimetri, superando il noto *bias* dei campionamenti superficiali (0–10 cm) che tendono a sovrastimare l'effetto delle pratiche senza lavorazione del terreno o con apporti organici superficiali.

Tuttavia la meta-analisi di Gattinger et al. Copre prevalentemente lo strato superficiale e le zone temperate, quindi i suoi valori non sono toccati fino a 30cm

3. Evidenze quantitative: Carbonio del suolo e bilancio dei gas serra

Cosa ci dicono i dati empirici? L'analisi quantitativa conferma che l'agricoltura biologica esercita un impatto positivo sugli stock di carbonio, ma con magnitudo e dinamiche fortemente dipendenti dal contesto.

A. Carbonio Organico del Suolo (SOC)

I dati consolidati dalla letteratura evidenziano i seguenti indicatori:

- **Incremento dello Stock:** la meta-analisi di riferimento di Gattinger et al. (2012, PNAS 109(44):18226-18231, 74 studi) evidenzia che i suoli gestiti organicamente mostrano, in media, uno stock di SOC superiore di **$3,50 \pm 1,08$ tonnellate di carbonio per ettaro ($t\ C\ ha^{-1}$; intervallo di confidenza al 95%)** rispetto ai sistemi convenzionali. Limitando l'analisi ai sistemi di input netti zero e dati di qualità più alta la differenza scende a $1,98 \pm 1,50\ t\ C\ ha^{-1}$
- **Tassi di Sequestro Annuo:** il tasso medio di accumulo netto nei suoli convertiti al biologico oscilla tra **$0,22$ e $0,45\ t\ C\ ha^{-1}\ yr^{-1}$** (pari a circa $0,8 - 1,65\ t\ CO_2e\ ha^{-1}\ yr^{-1}$).
- **Effetto della Tessitura:** la meta-analisi di Zhao, Kubota e Hernandez-Ramirez (2024, Sustainability 16(24):11260) conferma una risposta logaritmica favorevole al biologico per lo stock di carbonio ($LnRR_{medio}\ 0,129$; $IC\ 95\%: 0,053 - 0,205$), con valori più alti nel suolo a tessitura fine ($LnRR = 0,173$).

Esempio di terreno a tessitura fine: argilloso, degradato.

Mentre tende a ridursi sensibilmente in terreni sabbiosi o già saturi di sostanza organica.

B. Bilancio Complessivo dei Gas a Effetto Serra (N_2O)

Il sequestro di carbonio nel suolo rappresenta solo una voce del bilancio radiativo aziendale.

- **Emissioni per Ettaro:** L'agricoltura biologica riduce le emissioni dirette di protossido di azoto (N_2O) del **20–40% per ettaro**, principalmente grazie al divieto assoluto di fertilizzanti azotati sintetici.
- **Emissioni per Unità di Prodotto:** Tuttavia, considerando il divario di resa (*yield gap*) che varia dal 10% al 25% a seconda della coltura e del contesto pedoclimatico, le emissioni di N_2O espresse in *kg CO₂e* per tonnellata di prodotto finale risultano equivalenti o, in taluni casi, leggermente superiori a quelle dei sistemi convenzionali ad alta efficienza.

Indicatore Analizzato	Agricoltura Biologica (Valore Medio)	Confronto con il Convenzionale	Vincolo Metodologico / Limite
Stock medio SOC (0-30 cm)	+3,50 t C ha ⁻¹	Maggiore del convenzionale	Dipende fortemente dal contenuto iniziale
Sequestro annuo netto	0,22 – 0,45 t C ha ⁻¹ yr ⁻¹	Accumulo progressivo	Soggetto a saturazione (20-30 anni)
Emissioni N_2O (su base superficie)	–20% a – 40%	Minore del convenzionale	Legato all'assenza di azoto di sintesi
Emissioni N_2O (su base resa)	Pari o fino a +5%	Equivalente	Rischio <i>carbon leakage</i> per minor resa

4. Distinzione concettuale: Certificazione biologica vs. Carbon Farming

Arriviamo al punto nodale della nostra trattazione: **perché non possiamo considerare un'azienda biologica automaticamente "carbon neutral" o generatrice di crediti di carbonio?**

La ragione risiede nella natura stessa dei due quadri normativi.

REGOLAMENTO UE 2018/848 (BIOLOGICO)

- Certificazione di PROCESSO
- Divieto di chimica di sintesi
- Prescrizione di pratiche ammesse
- Nessun obbligo di misurare il SOC

REGOLAMENTO UE 2024/3012 (CRCF)

- Certificazione di RISULTATO
- Quantificazione t CO₂e assorbite
- Addizionalità finanziaria e agron.
- Monitoraggio e permanenza (MRV)

1. **Certificazione di Processo vs. Certificazione di Risultato:** Il Regolamento (UE) 2018/848 certifica la conformità a un disciplinare di produzione basato sul divieto di determinati input. Il Regolamento (UE) 2024/3012 certifica invece un **risultato netto misurabile e verificato** in termini di tonnellate di CO₂ equivalente rimosse o evitate.
2. **Il ruolo delle lavorazioni meccaniche:** Un'azienda biologica, per gestire le erbe infestanti senza diserbanti chimici, ricorre frequentemente a lavorazioni meccaniche del terreno (arature, erpicature). La rottura degli aggregati del suolo aumenta l'ossigenazione e accelera la mineralizzazione della sostanza organica ad opera dei microbi, rilasciando CO₂ nell'atmosfera e riducendo in parte l'effetto dell'apporto di letame o sovesci.
3. **Il problema del trasferimento di carbonio (Off-farm inputs):** Se l'incremento del SOC in un suolo biologico si realizza mediante l'importazione di grandi quantitativi di ammendanti o letame prodotti all'esterno dei confini aziendali, non stiamo assistendo a un *sequestro netto* di carbonio dall'atmosfera, ma a un semplice **spostamento geografico** di biomasse da un terreno all'altro. Ai fini della contabilità climatica globale, il saldo netto può risultare nullo. Una meta-analisi (Alvarez, 2021, Soil Research) conclude che le colture biologiche incrementano il SOC rispetto all'agricoltura convenzionale solo quando c'è trasferimento di carbonio da altri agroecosistemi.

5. Integrazione tra Biologico e CRCF: Potenzialità e Limiti (QU.A.L.ITY)

L'integrazione tra la gestione biologica e le opportunità del CRCF è possibile, ma richiede di soddisfare rigorosamente i quattro criteri **QU.A.L.ITY** definiti dalla normativa europea.

A. Potenzialità e Co-benefici (Criterio "ITY" - *Sustainability*)

È sul criterio della Sostenibilità che l'agricoltura biologica esprime il suo massimo valore aggiunto. Il CRCF impone il rispetto del principio *Do No Significant Harm* (DNSH) e incentiva i co-benefici ambientali.

- **Biodiversità ed edafoclima:** I suoli biologici ospitano una massa microbica e una diversità fungina (es. micorrize) significativamente superiori, fondamentali per la

stabilizzazione a lungo termine del carbonio nella frazione minerale organica (materia organica associata ai minerali, MAOM).

- **Protezione delle risorse idriche:** L'assenza di pesticidi sintetici ed erbicidi riduce sensibilmente i rischi di lisciviazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

B. Limiti e Criticità Operative

1. Il principio di Addizionalità (*Additionality*)

Il CRCF stabilisce che un'attività di *carbon farming* genera crediti certificabili **solo se va oltre la baseline di riferimento legale e di mercato**.

- *L'ostacolo per i "pionieri":* Un'azienda biologica convertita da vent'anni, che ha già raggiunto uno stato di equilibrio stazionario del SOC (*punto di saturazione*), rischia di essere penalizzata, almeno con una baseline individuale. Se non introduce un *ulteriore* miglioramento gestionale (es. il passaggio dalle lavorazioni tradizionali alla semina su sodo in regime biologica), non soddisfa il criterio di addizionalità e non può generare crediti, pur mantenendo stock di carbonio elevati.

2. Misurabilità e Protocolli MRV (*Quantification*)

La variabilità spaziale e temporale del SOC richiede sistemi MRV (*Monitoring, Reporting, and Verification*) trasparenti ed economicamente sostenibili.

- Il costo del campionamento diretto (*soil coring*) e dell'analisi di laboratorio per combustione secca (metodo Dumas) è elevato.
- L'uso di modelli dinamici (come RothC o DNDC) combinati con dati satellitari (Copernicus) riduce i costi, ma introduce margini di incertezza predittiva che il CRCF impone di tenere in conto con approcci statistici (art.4); la bozza di atto delegato sul carbon farming prevede un fattore di deduzione dell'incertezza, che riduce il volume di crediti effettivamente commercializzabili.

3. Permanenza e Rischio di Reversibilità (*Long-term Storage*)

Il carbonio stoccato nei suoli agricoli non è immagazzinato in modo permanente come in un deposito geologico. Un cambio di conduzione aziendale, una singola aratura profonda eseguita per eliminare un'infestante ostinata o un evento climatico estremo (es. un'ondata di calore prolungata che accelera la respirazione eterotrofa del suolo) possono rilasciare in atmosfera, anche in tempi brevi, una parte rilevante del carbonio accumulato in anni. Il CRCF lo riconosce: per il carbon farming il carbonio stoccato si considera rilasciato alla fine del periodo di monitoraggio (art.6) e i progetti devono durare almeno cinque anni.

6. Conclusioni e raccomandazioni politico-scientifiche

Cosa non possiamo concludere

- ✗ "Un'azienda biologica è automaticamente carbon negative."
- ✗ "Il biologico sequestra sempre più carbonio del convenzionale."
- ✗ "L'aumento della sostanza organica equivale automaticamente a una rimozione certificabile di CO₂."
- ✗ "Una pratica favorevole al suolo produce necessariamente un beneficio climatico netto."

Cosa possiamo invece affermare

- ☑ Alcune pratiche biologiche possono aumentare il SOC.
- ☑ Alcune pratiche possono ridurre determinate emissioni.
- ☑ Gli effetti dipendono dal contesto pedoclimatico e gestionale.
- ☑ Il risultato deve essere espresso attraverso indicatori quantitativi.
- ☑ Il CRCF richiede condizioni specifiche di addizionalità, monitoraggio e gestione della permanenza.

In conclusione, l'integrazione tra agricoltura biologica e carbon farming rappresenta un'interessante possibilità per collegare politiche di sostenibilità agricola e politiche climatiche, ma non deve essere costruita sulla sovrapposizione automatica dei due concetti.

L'agricoltura biologica possiede un potenziale rilevante, da verificare caso per caso, per fungere da spina dorsale del *carbon farming* europeo. Per ottimizzare questa sinergia, si dovrebbero adottare tre azioni prioritarie:

1. **Evoluzione verso il biologico conservativo:** È necessario promuovere la transizione dall'agricoltura biologica basata sulle lavorazioni meccaniche a modelli di **bio-conservazione**, che integrino colture di copertura (*cover crops*), terminazione per allettamento mediante *roller crimper* e minima lavorazione.
2. **Definizione di baseline regionalizzate:** Per non penalizzare le aziende biologiche storiche, la baseline del CRCF non deve essere calcolata esclusivamente sullo storico aziendale (approccio dinamico individuale), ma su **baseline regionali di distretto**, riconoscendo e remunerando le aziende che mantengono stock di carbonio nettamente superiori alla media del territorio. Il CRCF prevede già una baseline standardizzata basata su attività comparabili nello stesso contesto geografico (art.4): la raccomandazione va letta come richiesta che i metodi attuativi riconoscano l'importanza delle aziende pioniere.
3. **Piattaforme MRV ibride:** Sviluppare strumenti integrati che combinino telerilevamento, modellistica biogeochimica calibrata sui diversi tipi di suolo

europeo e campionamenti pedologici di controllo, al fine di ridurre i costi di certificazione a carico degli agricoltori.

L'agricoltura biologica può e deve essere protagonista della transizione climatica, ma la sua validazione nel quadro del CRCF passerà inevitabilmente attraverso il rigore della misura, la gestione del rischio di reversibilità e la dimostrazione di benefici netti e addizionali per il sistema atmosfera-suolo.

Bibliografia Estesa e Riferimenti Normativi

1. **European Parliament and Council of the European Union** (2024). *Regulation (EU) 2024/3012 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2024 establishing a Union certification framework for permanent carbon removals, carbon farming and carbon storage in products*. Official Journal of the European Union, L series.

URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/3012/oj>

2. **European Parliament and Council of the European Union** (2018). *Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products*. Official Journal of the European Union, L 150, 1–92.

URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:32018R0848>

3. **Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buchmann, N., Mäder, P., Stolze, M., Smith, P., Scialabba, N. H., & Niggli, U.** (2012). *Enhanced topsoil carbon stocks under organic farming*. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 109(44), 18226-18231.

DOI: [10.1073/pnas.1209429109](https://doi.org/10.1073/pnas.1209429109)

4. **Zhao T., Kubota H., Hernandez-Ramirez G.** (2024), Contrasting Soil Organic Carbon Concentrations and Mass Storage Between Conventional Farming and Organic Farming: A Meta-Analysis, Sustainability 16(24):11260.

DOI: [10.3390/su162411260](https://doi.org/10.3390/su162411260)

5. **Alvarez R.** (2021), Organic farming does not increase soil organic carbon compared to conventional farming if there is no carbon transfer from other agroecosystems, Soil Research.

DOI: [10.1071/SR21098](https://doi.org/10.1071/SR21098)

6. **Leifeld, J., & Fuhrer, J.** (2010). *Organic farming and soil carbon sequestration: what do we really know?*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 137(3-4), 205-216.

DOI: [10.1016/j.agee.2010.02.005](https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.02.005)

7. **Powlson, D. S., Whitmore, A. P., & Goulding, K. W.** (2011). *Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false*. European Journal of Soil Science, 62(1), 42-55.

DOI: [10.1111/j.1365-2389.2010.01342.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2010.01342.x)

8. **Skinner, C., Gattinger, A., Muller, A., Mäder, P., Fließbach, A., Stolze, M., Ruser, R., & Niggli, U.** (2014). *Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under*

organic and conventional management—a global meta-analysis. Environmental Research Letters, 9(8), 084009.

DOI: [10.1088/1748-9326/9/8/084009](https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/8/084009)

9. **MDPI Research Group** (2024). *Contrasting Soil Organic Carbon Concentrations and Mass URL: Storage Between Conventional Farming and Organic Farming: A Meta-Analysis*. Sustainability, 16(24), 11260.

DOI: [10.3390/su162411260](https://doi.org/10.3390/su162411260)

10. **European Commission** (2021). *Communication from the Commission to the European Parliament and the Council: Sustainable Carbon Cycles*. COM(2021) 800 final, Brussels.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0800>

11. **Regolamento (UE) 2024/3012**, artt. 2, 4, 5, 6 e 7.