

# Combining no-till with rye (*Secale cereale* L.) cover crop mitigates nitrous oxide emissions without decreasing yield

Andrea Fiorini<sup>a</sup>, Stefania Codruta Maris<sup>a</sup>, Diego Abalos<sup>b</sup>, Stefano Amaducci<sup>a</sup>, Vincenzo Tabaglio<sup>a</sup>.

<sup>a</sup> Department of Sustainable Crop Production, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense 84, 29122, Piacenza, Italy.

<sup>b</sup> Department of Agroecology - Soil Fertility, Aarhus University, Blichers Allé 20, 8830, Tjele, Denmark.

## RIASSUNTO

L'articolo "Combining no-till with rye (*Secale cereale* L.) cover crop mitigates nitrous oxide emissions without decreasing yield", pubblicato nel 2020 sulla rivista peer-reviewed "Soil & Tillage Research" (IF 4.601; Q1 in Agricultural and Biological Sciences e in Earth and Planetary Sciences), affronta, con approccio multidisciplinare, un tema di particolare importanza per la sostenibilità dell'agricoltura dei nostri giorni: come ridurre l'impatto negativo delle pratiche agricole sull'agro-ecosistema e sull'ambiente. Lo studio in questione si colloca all'interno di un processo di revisione degli attuali sistemi agricoli, in un'ottica di adattamento dell'agricoltura e contemporanea mitigazione del cambiamento climatico, mantenendo o addirittura aumentando le rese delle principali colture agrarie.

Ridurre drasticamente le emissioni di gas serra (Greenhouse Gases, GHGs) è infatti un obiettivo di primaria importanza, non più procrastinabile, per scongiurare scenari di sicura gravità sul piano del riscaldamento globale<sup>1</sup>. In tal senso, il settore agricolo può offrire un notevole contributo, aumentando il sequestro di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) nel suolo, sotto forma di carbonio (C) organico<sup>2</sup>, e riducendo le emissioni di potenti GHGs, come il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), che trova nell'agricoltura la principale fonte emissiva nazionale<sup>3</sup>. Tuttavia, l'approccio richiesto è necessariamente diverso da quello dell'agricoltura convenzionale, eccessivamente intensiva nell'uso delle risorse naturali ed altamente dipendente dagli input energetici.

Le principali produzioni agricole, ad oggi, sono basate prevalentemente su una gestione intensiva del suolo, incentrata sull'aratura e su molteplici lavorazioni complementari. Questo sistema si contraddistingue notoriamente per una ridotta capacità di sequestro del C. Circa il 45% dei suoli in Europa è, infatti, caratterizzato da uno scarso contenuto in C (<2%)<sup>4</sup>, da cui derivano una progressiva contrazione della fertilità agronomica ed una conseguente riduzione della produttività. Al contrario, maggiore è il sequestro di C sotto forma di sostanza organica, maggiori saranno i benefici in termini di qualità di acqua, suolo e biodiversità, moderando inoltre i rischi sociali, economici ed ambientali dovuti al cambiamento climatico<sup>5</sup>.

Anche il destino dell'azoto (N) in agricoltura è pesantemente segnato da perdite inaccettabili. A tal proposito, è stato, infatti, stimato che un flusso di circa 13.6 Mt di N viene immesso ogni anno all'interno del comparto agricolo europeo, sotto forma di fertilizzanti di origine minerale ed

<sup>1</sup> IPCC, 2020. Climate Change and Land. Summary for policy makers.

<sup>2</sup> Lal, 2011. Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems. Food Policy 36, S33–S39.

<sup>3</sup> ISPRA, 2020. Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2018. National Inventory Report 2020.

<sup>4</sup> Jones *et al.*, 2012. The State of Soil in Europe - A Contribution of the JRC to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report–SOER 2010. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

<sup>5</sup> FAO, 2013. Policy Support Guidelines for the Promotion of Sustainable Production Intensification and Ecosystem Services. Integrated Crop Management Vol. 19, 2013. FAO, Roma (Italy), pp. ix-42.

organica<sup>6</sup>. Tuttavia, il suo utilizzo all'interno dell'intera catena agroalimentare è particolarmente inefficiente e solamente 0.3 Mt N yr<sup>-1</sup> (2.2%) sono convertiti in prodotto finale per il consumo umano. Questa scarsa efficienza comporta considerevoli perdite di N, sotto forma di nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) nelle acque e di N reattivo (N<sub>2</sub>O e NH<sub>3</sub>) in atmosfera, costituendo un rischio inaccettabile per la salute umana ed ambientale.

Nell'articolo in oggetto vengono riportati i risultati di una prova sperimentale di campo, di durata triennale, che rivelano il potenziale della non-lavorazione (no-till; NT), abbinata all'impiego di colture di copertura (cover crop), nel (i) migliorare il sequestro di C organico nel suolo, (ii) mitigare le emissioni di N<sub>2</sub>O e (iii) mantenere - o addirittura aumentare - la resa di colture di primaria importanza, come mais e soia.

Oltre alla capacità dell'NT di incrementare lo stock di C nel suolo, attraverso la stratificazione di humus proveniente dal residuo colturale<sup>7</sup>, sono osservate con sempre maggior interesse le sue proprietà di mitigazione nei confronti delle emissioni di N<sub>2</sub>O nel lungo termine, principalmente riconducibili agli effetti dall'aumento della sostanza organica negli strati superficiali. Questa, infatti, garantisce una miglior stabilità strutturale degli aggregati ed una porosità più stabile/duratura, in grado di limitare i fenomeni di compattamento e la conseguente formazione di processi anossici, vettori di emissioni di N<sub>2</sub>O per denitrificazione<sup>8</sup>.

Combinando NT e cover crop, inoltre, si viene ad aumentare generalmente l'apporto di biomassa fresca al suolo e la biodiversità edafica. Da un lato, l'apporto extra di biomassa derivante dalle cover crop stimola ulteriormente l'incremento della sostanza organica (e di C) nel suolo; dall'altro, l'abbondanza della popolazione di lombrichi, oltre a ricoprire un ruolo di primaria importanza nell'incorporazione e decomposizione della biomassa fresca, riduce ancor di più il rischio dei suddetti fenomeni anossici, grazie alla peculiare attività fossoria e alla produzione di biocanali. Inoltre, una riduzione del tasso di decomposizione della sostanza organica, a seguito dell'abbandono delle lavorazioni, comporta una minore disponibilità di N minerale per i processi emissivi<sup>9</sup>.

Nel caso in esame, la combinazione di NT e segale (*Secale cereale* L.) come cover crop si è dimostrata una soluzione in grado di aumentare le rese di mais e soia, rispetto al sistema agricolo convenzionale, basato sull'aratura e sull'assenza di cover crop. Inoltre, le emissioni di N<sub>2</sub>O rapportate alle rese colturali (yield-scaled N<sub>2</sub>O emissions) sono state ridotte fino al 51%, a prova di un duplice vantaggio: produttivo ed ambientale. Ciò dimostra che la sostituzione delle pratiche agricole convenzionali con l'NT può essere un'alternativa utile per mitigare le emissioni di N<sub>2</sub>O senza penalizzazioni di resa, migliorando al contempo il bilancio netto dei GHGs dell'agroecosistema.

I sistemi agricoli conservativi non possono, infatti, prescindere da requisiti di produttività, oltre che di resilienza ambientale. Introdurre colture di copertura, può mitigare una riduzione nelle rese che viene frequentemente riportata nel periodo di transizione successivo all'abbandono delle lavorazioni convenzionali<sup>10</sup>: in particolare, le cover crop leguminose, dotate di un residuo colturale più ricco in N, riducono la richiesta di fertilizzazioni per la coltura successiva; d'altro canto, le cover crop

<sup>6</sup> Buckwell and Nadeu, 2016. Nutrient Recovery and Reuse (NRR) in European agriculture. A review of the issues, opportunities, and actions. RISE Foundation, Brussels.

<sup>7</sup> Fiorini *et al.*, 2020. May conservation tillage enhance soil C and N accumulation without decreasing yield in intensive irrigated croplands? Results from an eight-year maize monoculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 296, 106926.

<sup>8</sup> Plaza-Bonilla *et al.*, 2014. Soil management effects on greenhouse gases production at the macro aggregate scale. *Soil Biol. Biochem.* 68, 471–481

<sup>9</sup> Ruan and Robertson, 2013. Initial nitrous oxide, carbon dioxide, and methane costs of converting conservation reserve program grassland to row crops under no-till versus conventional tillage. *Glob. Change Biol.* 19, 2478–2489.

<sup>10</sup> Fageria *et al.*, 2005. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 36, 2733–2757.

graminacee possono rappresentare una soluzione efficace per il contenimento delle perdite azotate, attraverso l'assorbimento degli eccessi di nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) nel terreno, soprattutto durante i mesi autunno-vernini<sup>11</sup>. La scelta delle colture di copertura, come si evince da questa pubblicazione, deve quindi tenere in conto una molteplicità di variabili che influiscono sulla loro efficacia in termini di mitigazione delle perdite e del consolidamento della fertilità del suolo. Rimane da verificare quale sia la migliore composizione della cover crop (i.e. graminacee *vs* leguminose *vs* brassicacee; essenze in purezza *vs* miscugli; tipologia di miscugli e dominanza in specie), in funzione dell'ambiente applicativo e del risvolto agro-ecologico perseguito.

Dato l'attuale contesto globale di crescita della popolazione e aumento della domanda alimentare, l'introduzione di sistemi agricoli sostenibili, resistenti e resilienti ai cambiamenti climatici, in grado di salvaguardare e utilizzare in modo efficiente le risorse naturali, è essenziale per affrontare gli obiettivi della futura politica agricola comune dell'UE<sup>12</sup> e dello sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals; SDGs), verso il 2030 e oltre<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> Blanco-Canqui and Ruis, 2020. Cover crop impacts on soil physical properties: A review. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 84, 1527–1576.

<sup>12</sup> Farm to Fork Strategy, available at: [https://ec.europa.eu/food/farm2fork\\_en](https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en) [accessed 13 January 2021]

<sup>13</sup> UN General Assembly, Transforming our world : the 2030 Agenda for Sustainable Development, 21 October 2015, A/RES/70/1, available at: <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html> [accessed 13 January 2021]