

mercoledì, 28 luglio 2010



Informazione e Aggiornamento / Tecnica agricola

SOSTENIBILITÀ. Carbonio sotto sequestro nei terreni agricoli spagnoli

I risultati dell'esperimento ventennale condotto a Malagón in Andalusia



Il suolo rappresenta la più cospicua riserva di carbonio (C) su scala mondiale: del solo carbonio organico esistono 1550 Gt (1 Gt = 1000 milioni di tonnellate) fino a 1 m di profondità; di quello inorganico ce ne sono invece 950 Gt. Il carbonio organico del terreno rappresenta da solo più della riserva biotica (560 Gt) e atmosferica (760 Gt) messe insieme (Lal, 2004). Il carbonio atmosferico sta globalmente aumentando di 3,5 Gt/anno (IPCC, 2007; WMO, 2008), cosa dovuta soprattutto all'utilizzo di combustibili fossili e alle conversioni d'uso delle terre. Il carbonio terrestre, del suolo e biotico hanno costituito una fonte di CO₂ atmosferica dalla nascita dell'agricoltura per circa diecimila anni. Nel medio e lungo termine, il terreno rappresenta un serbatoio per l'accumulo di carbonio e ha la capacità di compensare le emissioni antropiche (Swift, 2001). La compensazione delle emissioni di CO₂ avviene grazie all'azione di cattura da parte delle colture (radici, paglia e semi) e all'accumulo (sequestro) in forma organica nel suolo; fattore chiave è il tempo di permanenza del carbonio nel suolo stesso. Si parla perciò di tempo di permanenza medio, per indicare per quanto tempo il carbonio rimane presente in uno dei tre serbatoi o depositi del suo ciclo globale prima di passare a un altro. Ad esempio, una molecola di CO₂ rimane nell'atmosfera mediamente per cinque anni prima di entrare a far parte della biosfera terrestre o degli oceani, e un atomo di carbonio permane per un tempo medio di 10 anni nella vegetazione e 35 anni nella materia organica del suolo prima di ritornare all'atmosfera come CO₂ (Schlesinger, 2005).

Con tempi del genere è evidente che la sperimentazione a lungo termine è l'unico modo per studiare il comportamento del carbonio organico del suolo, in relazione al tipo di uso e di gestione che del suolo stesso viene fatta. Ci sono diversi esperimenti avviati anche più di cento anni fa (Rothamsted Experimental Station 1843, The Morrow Plots 1876, Alabama's Old Rotation 1896, ecc.), ma ci sono esempi molto più recenti che possono essere definiti esperimenti di lunga durata. Se guardiamo ai paesi che hanno fatto da apripista e anche a quelli che più di recente saputo capire l'importanza di questo tipo di ricerca, la Spagna è molto in ritardo da questo punto di vista, data la penuria di esperimenti che abbiano risonanza e prestigio internazionale nell'ambito della comunità scientifica. Per colmare questo ritardo, nel 1986 prese il via l'esperimento Malagón, incentrato sullo studio di un vertisol di terreno non irriguo nelle campagne andaluse, i cui risultati sono stati oggetto di numerosi articoli sulle principali riviste di agricoltura nel mondo.

L'aumento di CO₂ nell'atmosfera e il grande potenziale che hanno i terreni agricoli di sequestrare il carbonio hanno stimolato lo sviluppo di pratiche colturali che incrementano il sequestro stesso. Il guadagno netto, o la perdita, di carbonio organico del suolo dipende dalla quantità di quest'ultimo che si aggiunge ai residui della pianta e alla biomassa radicolare confrontata con le perdite dovute alla rimozione dei residui, alla respirazione microbica e all'erosione. In molti lavori la letamazione e l'impiego di biosolidi sono stati inseriti tra i guadagni; ma è un errore, e non va preso in considerazione. Schlesinger (2000) ha dimostrato che l'utilizzo del concime animale è una contraddizione, da lui definita "la fandonia della letamazione". L'incremento di carbonio organico in un terreno agricolo dove si applica la letamazione implica l'importazione di input di carbonio da un'area proporzionalmente più vasta di un altro appezzamento, nel quale avviene un impoverimento del suolo. Il sequestro del carbonio si verifica quando un insieme di pratiche colturali determina l'accumulo di carbonio nel terreno. L'impatto di queste pratiche - lavorazioni, rotazione delle colture, fertilizzazione - è stato studiato nel dettaglio, e differisce a seconda del tipo di terreno, della gestione dei residui e del clima. È per questo che riveste grande interesse lo studio del sequestro di carbonio nelle diverse pratiche colturali in diversi tipi di terreno e in presenza di climi diversi.

Il sequestro di carbonio nei vertisol non irrigui mediterranei

Nel corso dell'esperimento Malagón sono stati studiati gli effetti delle lavorazioni (no-tillage e lavorazione tradizionale), della rotazione delle colture (rotazione biennale del frumento da farina con fava, girasole, cece e maggese) e della quantità di azoto fertilizzante utilizzata per il frumento (0, 50, 100 e 150 kg/ha) sul sequestro di carbonio in un vertisol non irriguo mediterraneo nelle campagne del Guadalquivir, a Córdoba, nel corso di venti anni, dal 1986 al 2006, a una profondità da 0 a 90 cm (0-30, 30-60 e 60-90 cm).

La dose di azoto ha avuto un effetto sulla quantità di residui lasciati dal frumento nel corso di questi venti anni, ma non ha invece provocato alcun effetto sul sequestro di carbonio. La mancata influenza dell'azoto fertilizzante sul sequestro di carbonio è stata messa in luce anche da Halvorson et al. (2007) nelle rotazioni di frumento in condizioni semiaride. Anche se Khan et al. (2007) ha dimostrato come la relazione tra sequestro di carbonio e azoto fertilizzante rimanga tuttora una questione aperta.

La prima osservazione di rilievo sull'agrosistema preso in esame nell'esperimento è che nel periodo considerato (vent'anni) esso ha sequestrato 17,9 t di carbonio, con una media di 0,9 t/anno. È evidente dunque che l'agricoltura secca nei vertisol mediterranei contribuisce in modo significativo al sequestro di carbonio, cosa che in un'ottica ambientale, che guarda con preoccupazione ai livelli di CO₂ nell'atmosfera, deve essere valutata positivamente. Tra i dati più interessanti in relazione al sequestro di carbonio, si è osservato che questo era maggiore negli strati più profondi dei vertisol (>30 cm) rispetto allo strato superficiale (figura 1). Sotto lo strato dei primi 60 cm era sequestrata quasi la metà del carbonio totale (46%), mentre solo il 15% nello strato superficiale. Questo dato contrasta con quello che accade normalmente con gli altri tipi di suoli, nei quali il carbonio si accumula soprattutto negli strati superficiali; questo conferisce ai vertisol un indubbio vantaggio. La caratteristica di accumulare il carbonio in profondità è dovuta alle vaste fenditure che si formano nel terreno con i grandi caldi delle estati mediterranee, che "inghiottono" i residui colturali: questo comporta una ridotta mineralizzazione del terreno e una conseguente maggior stabilizzazione del carbonio organico (Lal e Kimble, 1997). Questa riduzione della mineralizzazione, e di conseguenza delle emissioni di CO₂, è dovuta a una limitazione nella disponibilità di ossigeno nel momento in cui le fenditure si richiudono (Piovanelli et al., 2006). In base a questi risultati bisognerebbe chiedersi di quanto aumenta il tempo di permanenza del carbonio a queste profondità rispetto allo strato superficiale, domanda a cui si potrebbe rispondere con l'utilizzo dell'isotopo ¹³C.

Il sequestro di carbonio, nel corso di questi venti anni, è stato molto diverso per i due tipi di lavorazione presi in esame. Con il no-tillage è stato di 20 t/ha contro le 14 t/ha della lavorazione tradizionale. Questo significa un tasso medio di 1,3 e 0,9 t di sequestro di carbonio, rispettivamente per il no-tillage e per la lavorazione tradizionale. Nel no-tillage, secondo altri autori, il tasso di sequestro può variare, soprattutto in relazione alla profondità a cui si effettua la campionatura del terreno: Bessam e Mrabet (2007) rilevano 0,66 t/ha/anno a una profondità di 0-25 cm; Spargo et al. (2008) 0,31 t/ha/anno a 0-15 cm; Calegari et al. (2008) 1,24 t/ha/anno a 0-40 cm. Se teniamo conto della profondità a cui è stato prelevato il campione nei lavori citati, e cioè all'incirca 30 cm, si dovrebbe concludere che nell'esperimento Malagón la quantità di carbonio sequestrata alla medesima profondità è stata inferiore rispetto agli altri esperimenti. Ma la particolare caratteristica dei vertisol cui abbiamo fatto prima cenno richiede che si prenda in considerazione tutto il profilo per effettuare un confronto con suoli di tipo diverso, nei quali il sequestro di carbonio oltre i 30 cm di profondità è quasi nullo.

Influenza delle rotazioni

Occorre però prendere i risultati medi citati nel paragrafo precedente e contestualizzarli per ciascuna rotazione e anno, dal momento che il dato tendenziale non si è rivelato costante; il che mette in evidenza quanto, in relazione al sequestro di carbonio, sia importante tener conto dell'anno sia per il sistema di lavorazione adottato sia per la rotazione colturale effettuata (figura 2). La rotazione che ha fatto registrare la quantità maggiore di carbonio sequestrato, nel corso dei venti anni, è stata quella frumento-fava in no-tillage (25 t/ha), seguita da quella frumento-girasole, anch'essa in no-tillage (22 t/ha), per quanto quest'ultimo dato non si sia discostato molto da quello ottenuto con la lavorazione tradizionale. La quantità di carbonio sequestrato varia di poco, per entrambi i tipi di lavorazione, per le rotazioni frumento-cece e frumento-maggese, con valori tra 16 e 20 t/ha (figura 2). Lascia sorpresi che il maggese non registri un dato più basso di carbonio sequestrato, dal momento che si è seminata una coltura solo ogni due anni. Infatti, uno studio precedente sulla cattura del carbonio che abbiamo verificato anche nell'esperimento Malagón (Fontán et al., 2008) mostra che il saldo finale (di carbonio catturato, vale a dire il carbonio delle radici e della paglia meno le emissioni di CO₂ del suolo) nella rotazione frumento-maggese è stato negativo. Questo dimostra come sia più importante e preciso misurare i risultati finali, cioè il sequestro di carbonio, piuttosto che gli stadi intermedi come la cattura e le emissioni di carbonio, con i quali è più facile ritrovarsi con dati conclusivi distorti.

In sintesi, i risultati ottenuti ci pongono davanti ad alcune evidenze:

1. il frumento è la coltura chiave per il sequestro di carbonio;
2. il cece è una coltura con scarso apporto di carbonio;
3. le fave in rotazione col frumento hanno grande capacità di sequestro di carbonio, ma solo col no-tillage;
4. il girasole ha un grande potenziale, nonostante l'incertezza legata a questa coltura per la variabile disponibilità di acqua.

Volendo puntare al miglioramento di sequestro di carbonio, questi risultati dovrebbero indurci a pensare all'introduzione di colture alternative in rotazione col frumento, da seminare in autunno, per sfruttare al meglio il ciclo naturale delle piogge (López-Bellido et al. 2007). In tal senso, l'obiettivo sarebbe che il sequestro di carbonio con la coltura alternativa sia il doppio di quello ottenuto con la rotazione frumento-maggese, cioè 1,9 t/anno.

I valori di sequestro ottenuti potrebbero portarci a pensare che il no tillage, nel corso dei venti anni di esperimento, sia stato efficace solo nella rotazione frumento-fava. Però questo dato fisso, che "fotografa" la quantità di carbonio stoccato dal 1986 al 2006, non ci permette di vedere qual è stata la dinamica del carbonio nell'agrosistema. Per capirlo bisogna prendere in considerazione l'analisi del carbonio nel terreno effettuata negli anni intermedi, da cui si evince che il no-tillage ha comportato un sequestro maggiore rispetto alla lavorazione tradizionale in diversi casi: quattro volte nella successione frumento-fava, tre volte in quella frumento-maggese e due in quella frumento-girasole e frumento-cece; e in tutti i casi con la tendenza a una quantità di sequestro maggiore per il no-tillage rispetto alla lavorazione tradizionale. Infatti, se si calcola il sequestro medio per i periodi presi in esame, il no-tillage sequestra più carbonio rispetto alla lavorazione tradizionale. Un altro dato di fondamentale importanza che emerge dall'analisi dei risultati è che in certi periodi si è perso carbonio in corrispondenza di tassi annuali di sequestro negativi, sebbene la tendenza riscontrata per ciascuna rotazione, e a sua volta per ciascun sistema di lavorazione, sia stata quella di un aumento del sequestro di carbonio con il trascorrere del tempo (figura 2). Tali perdite di carbonio, quando si sono verificate, sono state di maggiore entità nelle rotazioni che includevano colture a semina primaverile (girasole e cece), più soggette all'andamento irregolare delle piogge, tipico del clima mediterraneo. Le forti perdite di carbonio, per entrambe le colture, furono dovute principalmente al fatto che in quel periodo non ci fu raccolto, oppure fu molto scarso.

Influenza dei residui colturali in superficie

Secondo López-Bellido et al. (2010), in accordo con i calcoli effettuati da Clay et al. (2006), per mantenere il livello di carbonio organico nel suolo occorre che non vengano rimossi 2,23 e 1,99 t/ha/anno di residui aerei, per no-tillage e lavorazione tradizionale rispettivamente. Queste conclusioni coincidono con quelle riportate da Johnson et al. (2006) provenienti da autori diversi. López-Bellido et al. (2010) hanno dimostrato che il tasso di carbonio mineralizzato nell'esperimento Malagón è inferiore a quello riportato nei dati di Clay et al. (2006). Questo fatto si deve alla condizione di aridità propria del clima mediterraneo, che riduce l'attività dei microrganismi per un lungo periodo nel corso dell'anno (Fontán et al., 2008). Johnson et al. (2006) suggeriscono, per calcolare i residui di carbonio che non vengono raccolti, di includere il carbonio radicolare e la rizodeposizione. Questi autori hanno utilizzato valori costanti precedentemente ottenuti da ricercatori diversi, dati che però non si adattano alla realtà delle condizioni dell'esperimento Malagón. Muñoz Romero et al. (2010) hanno registrato per il frumento valori della relazione carbonio radicolare/carbonio aereo di 0,55; 0,72 e 0,64 in tre anni, mentre Johnson et al. (2006) hanno presunto una proporzione di 0,50.

Influenza delle pratiche colturali

Per finire, vale la pena chiedersi anche se il sequestro di carbonio lordo ottenuto continuerà a rimanere positivo anche quando si vanno a sottrarre le emissioni prodotte dalle pratiche colturali (nell'analisi della riserva di carbonio nel suolo le

emissioni del suolo sono già escluse). Tali pratiche (lavorazione, fertilizzazione, semina, diserbo e raccolta) non rilasciano nell'atmosfera tanto carbonio quanto si pensa. Se si prendono in considerazione tutte le emissioni di carbonio prodotte dalle pratiche agricole, vale a dire non solo il carbonio emesso in campo ma in tutto il processo, alcuni valori possono farci da riferimento: 86 kg/ha per applicazione di 100 kg di azoto fertilizzante su frumento, 25 kg/ha per la fertilizzazione con fosforo; 4,7 kg/ha per l'applicazione di erbicida, ecc.

L'operazione colturale che produce la maggiore quantità di carbonio è naturalmente la lavorazione del terreno: 15 kg/ha con un aratro a versoio, 6 kg/ha con un erpice leggero e 4 kg/ha con un coltivatore. Un calcolo approssimativo delle emissioni di carbonio derivanti da queste pratiche dà un risultato tra 0,15 e 0,2 t/ha/anno come media per una rotazione biennale, con lavorazione tradizionale e no-tillage. Da questo dato è possibile dedurre che il sequestro di carbonio netto nei vertisol ad agricoltura secca mediterranea è sempre positivo, il che si deve ai bassi input utilizzati nel processo produttivo.

Tenendo conto che i vertisol non irrigui destinati alle colture erbacee in Andalusia corrispondono a un'area di circa 500.000 ha, il sequestro di carbonio, in media, dovrebbe essere di 362.000 t/ha/anno. Secondo l'IEA, l'Agenzia internazionale per l'energia (2009), la media spagnola pro capite di emissioni di carbonio nell'atmosfera dovute a combustione è stata di 1,9 t/persona/anno nel periodo che va dal 1990 al 2007. Questo valore, rapportato agli 8,29 milioni di persone della popolazione andalusa (INE, Istituto nazionale di statistica, 2009) ci dice che i vertisol ad agricoltura secca destinati alle colture erbacee, che da soli rappresentano il 5,7% della superficie della regione, andrebbero a compensare il 2,3% delle emissioni di carbonio totale nell'atmosfera. Queste cifre, che possono sembrare basse, ci mostrano il grande beneficio ambientale che sta portando questo agrosistema, dal momento che non solo è in grado di compensare se stesso, ma sequestra carbonio in quantità sufficiente da andare a compensare anche emissioni che derivano da attività di natura diversa.

Conclusioni

La coltivazione secca di erbacee nei vertisol mediterranei ha un potenziale di sequestro di carbonio netto e contribuisce a compensare le emissioni di CO₂ nell'atmosfera. La nostra ricerca dimostra che ciò accade se non si rimuove dal terreno la paglia del frumento, una pratica piuttosto abituale in quest'area. La rimozione della paglia può avere una ricaduta negativa sul bilancio del sequestro di carbonio, un effetto che è attualmente allo studio nell'ambito dell'esperimento Malagón (Progetto: Carbon Dynamics and Sequestration in a Rainfed Mediterranean Agroecosystem. AGL2009-07854. Piano nazionale di Ricerca, Sviluppo e Innovazione, Ministero della Scienza e della Tecnologia). La possibilità che questa pratica tradizionale - la rimozione della paglia - aumenti per la produzione di etanolo da cellulosa porrebbe in essere una situazione controversa, sequestro di carbonio versus bioenergia, di non facile soluzione.

La chiave del sequestro di carbonio negli agrosistemi secchi mediterranei su vertisols sta nella maggior quantità di carbonio accumulato negli strati di terreno a più di 30 cm di profondità, il che lo preserva da una mineralizzazione più rapida. Dopo venti anni, tanto è durato l'esperimento Malagón, emerge con evidenza come il no-tillage abbia un effetto straordinariamente positivo sul sequestro di carbonio nella rotazione frumento-fava; nelle rotazioni frumento-girasole, frumento-cece e frumento maggese tale effetto dipende maggiormente dalle condizioni ambientali. Inoltre, l'applicazione di azoto fertilizzante sembra non influenzare in alcun modo il sequestro di carbonio.

Ringraziamenti

Ringraziamo Abecera, proprietaria dell'azienda agricola Malagón, sede dell'esperimento, per la collaborazione prestata. Ringraziamo anche l'INIA, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria per il supporto fornito negli ultimi anni per condurre a compimento un esperimento di così lunga durata. La ricerca è stata finanziata dai seguenti progetti nazionali di Ricerca e Sviluppo: AGF95-0553, AGF97-0498, AGL2000-0460, AGL2003-03581 e AGL2006-02127/AGR.

di Rafael J. López-Bellido, José Ma Fontán y Luis López-Bellido Dipartimento di Scienze e delle Risorse Agricole e Forestali, Università di Córdoba (Traduzione di Maria Schiavoni)

da: Terra e Vita n.31-32/2010
Redazione Riviste Edagricole

NEWS CORRELATE

ENERGIE RINNOVABILI

AGRICOLTURA BLU IN CAMPO

AgriBlu, la via italiana sostenibile e competitiva

Paolo De Castro: SOSTENIBILITÀ, LA SFIDA PER IL FUTURO

Gas serra, l'agricoltura è in credito

PER APPROFONDIRE

 Leggi l'intero lavoro in formato pdf

 FIGURA 1

 FIGURA 2