

## **La sostanza organica del suolo e i depositi di carbonio**

**Nannipieri Paolo, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente,**

**Università di Firenze, P.le delle Cascine 28, 50144 Firenze**

**Riassunto** La sostanza organica, o carbonio organico, del suolo regola le proprietà biologiche, chimiche e fisiche che determinano la qualità di un suolo e quindi le funzioni del suolo nei sistemi agrari e negli ambienti terrestri. Aumentare il contenuto di carbonio organico del suolo per contrastare l'aumento di concentrazione dell'anidride carbonica è uno degli scopi principali di ricerca nel sistema suolo-pianta, anche considerando che a livello globale le riserve di carbonio organico sono nettamente superiori a quelle atmosferiche e della vegetazione. Le concentrazioni più elevate di carbonio organico sono nei suoli sommersi, in quelli torbosi, nei "permafrost" e nei suoli delle regioni tropicali, mentre nei terreni aridi o semiaridi sono basse essendo anche inferiori allo 0.5%. Pratiche agronomiche adeguate mirano a mantenere i livelli nei suoli ricchi ed a migliorare le riserve dei suoli poveri anche considerando il cambiamento climatico futuro. Ricerche future dovrebbero: 1) mettere a punto modelli che simulano la dinamica del carbonio organico del suolo in modo più accurato di quelli attuali; 2) comprendere i meccanismi di stabilizzazione del carbonio organico nel suolo mediante studi che devono coinvolgere in modo complementare competenze agronomiche, biologiche, chimiche e fisiche.

**Summary** Organic C is an important soil property influencing all chemical, physical and biological properties and functions of soil. Therefore, it plays a pivotal role in providing the main ecosystem services. To increase organic C concentration in soil is important to counteract the increase of carbon dioxide concentration in soil. Organic C contents are high in paddy soils, permafrost, peatlands and tropical soils where are low in arid soils. The use of soil management practices that reduce soil disturbance and increase the input and stabilization of organic matter can contribute to

store C for climate regulation. Future research should: i) set up models simulating organic C dynamics in soil more accurately than the present models; and ii) better understand the mechanisms stabilizing organic C in soil. The understanding of how organic C can be formed and conserved in soil will assist policy makers and land managers to design environmentally acceptable sustainable management practices.

La sostanza organica del suolo è oggi ritenuta un continuo di residui vegetali e microbici a vari stadi di degradazione (Schmidt et al 2011). E' universalmente noto che il contenuto di sostanza organica, o del carbonio organico, di un suolo influenza le proprietà biologiche, chimiche e fisiche che sono alla base della "qualità del suolo, definita come la capacità del suolo a funzionare nell'ambiente terrestre per sostenere la produttività, mantenere la qualità dell'ambiente e promuovere la salute dell'uomo e degli animali (Doran e Parkin 1995). Le proprietà essenziali di una buona qualità del suolo sono, oltre alla capacità di sostenere la produzione vegetale, anche la stabilità fisica, la capacità di immagazzinare il carbonio organico, la capacità di trattenere l'acqua, di assicurare la biodiversità e quella di completare i cicli dei principali elementi nutritivi.

La coltivazione di un suolo vergine riduce il contenuto di sostanza organica e tale andamento dipende dal tipo di suolo e di coltura. Ad esempio, un suolo a prateria dell'Illinois il contenuto di carbonio organico era ridotto al 40% circa del valore iniziale se coltivato a mais in modo continuo dopo 100 anni, mentre la introduzione della soia alternata a mais riduceva tale contenuto al 50%, con i due tipi di colture sottoposte a calcitazioni e fertilizzate nello stesso modo (con NPK); la coltivazione con una rotazione a base di mais, avena e leguminose con calcitazioni e fertilizzazione con letame e composti fosfatici minerali riduceva il contenuto di carbonio organico del suolo solamente del 20% del valore iniziale dopo 100 anni con la stessa pratica agronomica (Darmody e Peck 1997). La decrescita del contenuto di carbonio organico è di tipo esponenziale essendo la velocità più elevata nel primo periodo di coltivazione per poi decrescere con il passare del tempo e

quindi tendere ad un valore costante. Anche l'accumulo di carbonio organico è di tipo esponenziale tendendo ad un massimo che rappresenta un valore di equilibrio tra entrate e perdite di carbonio organico nel suolo (Jenkinson e Johnson 1977).

Lo studio del bilancio del carbonio del sistema suolo-pianta ha acquisito una notevole importanza negli ultimi decenni al fine di contrastare l'aumento di concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, che porta ad un innalzamento della temperatura e quindi ad un più rapido cambiamento climatico; il fine è quello di "stoccare" il carbonio organico nel suolo. Si stima che i suoli contengano 1301 Pg di carbonio organico a livello globale, se si considera la profondità di 1 m, mentre il valore cresce a 2800 Pg, se si considera anche gli strati di suolo più profondi di 1 m; mentre i valori dell'atmosfera e della vegetazione globale sono, rispettivamente, di 829 e 520 Pg di carbonio (IPCC 2013). Naturalmente esistono delle marcate differenze nel contenuto di carbonio organico tra suoli di diverse aree geografiche. Come riportato nel classico contributo di Jenny (1941), il contenuto di carbonio organico di un suolo è in relazione ad una serie di fattori, quali il clima, gli organismi (vegetazione e fauna), la roccia madre, il periodo di tempo considerato; fattori dai quali dipende anche la formazione del suolo. Tuttavia il clima gioca un ruolo importante; la produzione vegetale è bassa in climi aridi a causa di scarse precipitazioni e quindi anche gli apporti di sostanza organica al suolo sono inferiori a quelli dei climi più temperati; inoltre la degradazione di questi residui è elevata a causa delle alte temperature (Golchin et al 1994). Invece le basse temperature ed i contenuti di umidità elevati (con limitazione alla diffusione dell'ossigeno nel suolo) aumentano il contenuto di carbonio organico nel suolo; è ovvio che anche la presenza di particelle minerali con capacità adsorbenti nei confronti dei composti organici è importante per proteggere il carbonio organico dalla degradazione microbica (Schmidt et al 2011). Quindi le concentrazioni più elevate di carbonio organico sono nei suoli sommersi, in quelli torbosi, nei "permafrost" e nei suoli delle regioni tropicali (Kocky et al 2015), mentre nei terreni aridi o semiaridi tali concentrazioni sono basse, risultando anche inferiori allo 0.5% (Lal 2004). Tuttavia, data la vasta estensione delle aree aride e semiaride a livello globale, le riserve di carbonio organico

di tali suoli costituiscono circa il 30% delle riserve globali. Perciò particolare attenzione deve essere posta all'uso di questi suoli adottando pratiche agronomiche che devono impedire, ad esempio, la loro erosione o meglio ad innalzare il loro contenuto di carbonio organico.

E' difficile prevedere quello che accadrà al contenuto di carbonio organico nel suolo con il cambiamento climatico poiché i processi in gioco sono diversi; ad esempio un innalzamento della temperatura può aumentare la produzione vegetale, e quindi gli apporti di carbonio organico al suolo, ma può anche aumentare l'attività microbica, e quindi la degradazione della sostanza organica ad anidride carbonica. Studi con gli isotopi hanno dimostrato che gli apporti vegetali di carbonio organico passano attraverso la microflora del suolo; infatti i maggiori apporti di sostanza organica sono dovuti alle "necromasse" microbiche (Miltner 2012). Una migliore previsione circa il "futuro del carbonio organico del suolo" richiede ricerche ulteriori per meglio capire i meccanismi alla base della produzione e della stabilizzazione della sostanza organica *in situ*; ciò potrà essere ottenuto attraverso una ricerca complementare che coinvolga la dinamica chimica e fisica della sostanza organica e le attività microbiche; non la sola determinazione della presenza di specie microbiche, come avviene oggi, attraverso gli studi di metagenomica che forniscono solamente indicazioni potenziali di attività microbiche. L'approccio modellistico è obbligatorio per simulare e quantizzare la dinamica del carbonio organico ma dovrebbe basarsi su "pools" e "flussi" che possono essere determinati.

## **Bibliografia**

DARMODY R.G., PECK T.R. (1997): Soil organic matter changes through time at the University of Illinois Morrow Plot, in Soil Organic Matter in temperate Agroecosystem: Long Term Experiments in North America, by E.A. Paul, K. Paustian, E.T Elliott, C.V. Cole, CRC Press, Boca Raton, FL., p 161-169

- Doran J.W., Parkin T.B. (1994) Defining and Assessing Soil Quality, Defining Soil Quality for a Sustainable Environment, by J.W. Doran, D.C. Coleman, D.F. Bezdicek, B.A. Stewart, Soil Science Society of America, Madison, WI, p 3-21.
- GOLCHIN A., OADES J.M., SKJEMSTADT, J.O., CLARKE P. (1994): Soil structure and carbon cycling, "Australian Journal of Soil Research", 32, pp 1043-1068.
- IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, by T.F. Stocker, D.Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- JENKINSON D.S., JOHNSON A.E. (1977): Soil organic matter in the Hoosfield barley experiment "Report Rothamsted Experimental Station for 1976", 2, pp 87-102.
- KOCKY M., HIEDER R., FREIBAUER A. (2015): Global distribution of soil organic carbon – Part 1: Masses and frequency distributions of SOC stocks for the tropics, permafrost regions, wetlands, and the world, "Soil", 1, pp 351-365.
- LAL R. (2004): Carbon sequestration in dryland ecosystems, "Environmental Management", 33, pp 528-544.
- MILTNER A., BOMBACH P., SCHMIDT-BRUCKEN B., KASTNER M. (2012): SOM genesis – Microbial biomass as a significant source. "Biogeochemistry", 111, pp 41-55
- SCHMIDT M.W.I., TORN M.S., ABIVEN S., DITTMAR T., GUGGENBERGER G., JANSSEN I.A., KLEBER M., KOGEL-KNABNER I., LEHMANN J., MANNING D.A.C., NANNIPIERI P., RASSE D.P., WEINER S., TRUMBORE S.E. (2011): Persistence of soil organic matter as an ecosystem property, "Nature", 478, pp 49-56.